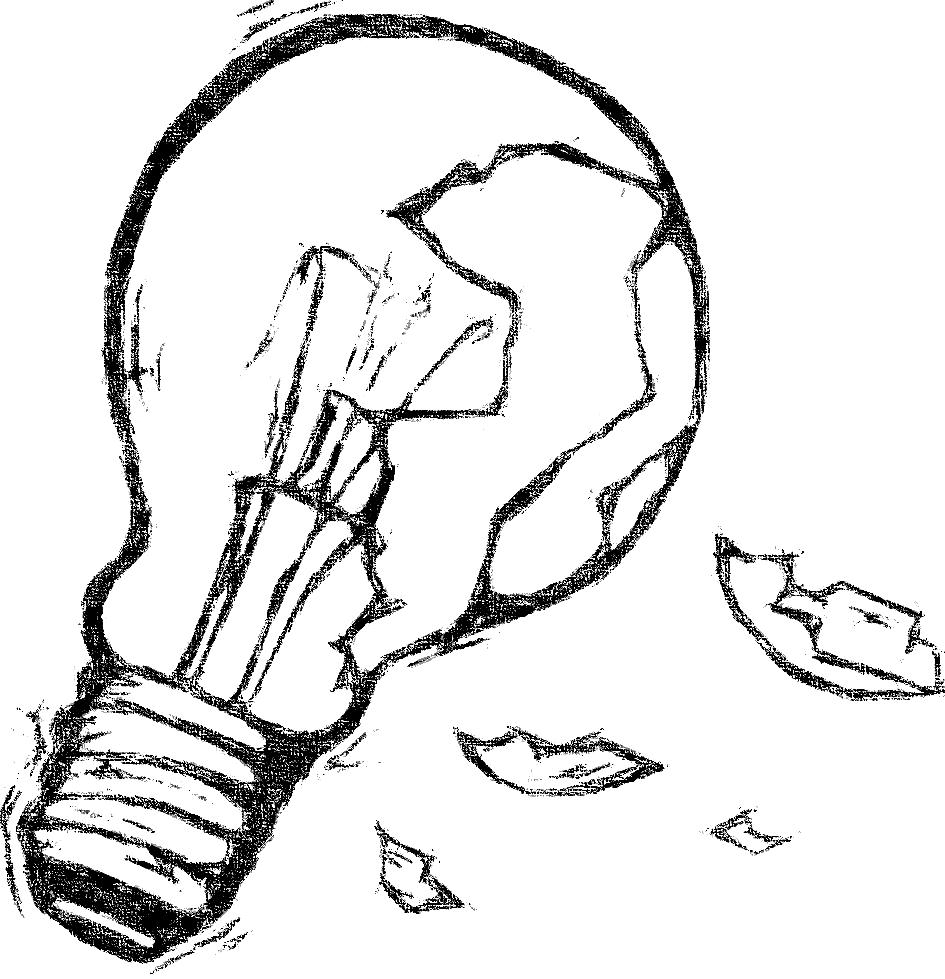
****

**Glühbirne – ADE**

**Energiesparlampe – OJE**

**LED – JUHE!**

**Vergleich zwischen:**

**Glühbirne, Energiesparlampe und LED**

**LICHT INS DUNKEL**

**Raphaela Küng Tamara Döllinger Mathias Eberharter**

**3 AUL ÖSQM 2010/2011**

# Inhaltsverzeichnis

[I. Inhaltsverzeichnis 2](#_Toc288817939)

[II. Vorwort 4](#_Toc288817940)

[III. Dokumentation 5](#_Toc288817941)

[IV. Projekt-Zusammenfassung 7](#_Toc288817942)

[V. Projektauftrag 8](#_Toc288817943)

[VI. Was ist eine Glühlampe? 9](#_Toc288817944)

[VI.I.I. Funktion 9](#_Toc288817945)

[VI.I.II. Aufbau 9](#_Toc288817946)

[VI.I.III. Vorteile 10](#_Toc288817947)

[VI.I.IV. Nachteile 11](#_Toc288817948)

[VI.I.V. Fazit 11](#_Toc288817949)

[VI.II. Halogenlampen 12](#_Toc288817950)

[VI.II.I. Funktion 12](#_Toc288817951)

[VI.II.II. Aufbau 13](#_Toc288817952)

[VI.II.III. Vorteile 14](#_Toc288817953)

[VI.II.IV. Nachteile 14](#_Toc288817954)

[VI.II.V. Fazit 15](#_Toc288817955)

[VI.II.VI. Lichtausbeute 15](#_Toc288817956)

[VI.II.VII. Lichtspektrum und Farbtemperatur 16](#_Toc288817957)

[VI.II.VIII. Anwendungsbereich: 19](#_Toc288817958)

[VI.II.IX. Lebensdauer 19](#_Toc288817959)

[VI.III. Sig-Lampen: 22](#_Toc288817960)

[VI.IV. Geschichte der Glühlampe 23](#_Toc288817961)

[VII. Was ist eine Energiesparlampe? 25](#_Toc288817962)

[VII.I. Kompaktleuchtstofflampen: 26](#_Toc288817963)

[VII.II. Können Energiesparlampen überall eingesetzt werden? 27](#_Toc288817964)

[VII.III. Erfordern Energiesparlampen höhere Kosten? 27](#_Toc288817965)

[VII.IV. Schadet häufiges Ein- und Ausschalten den Energiesparlampe? 27](#_Toc288817966)

[VII.V. Sind Energiesparlampen umweltfreundlich? 28](#_Toc288817967)

[VII.VI. Geben Energiesparlampen „gutes“ Licht? 28](#_Toc288817968)

[VII.VII. Halten Energiesparlampen lange? 29](#_Toc288817969)

[VII.VIII. Vorteile von Energiesparlampen 29](#_Toc288817970)

[VII.IX. Nachteile von Energiesparlampen 30](#_Toc288817971)

[VII.X. Aufbau von Leuchtstofflampen 30](#_Toc288817972)

[VII.XI. Funktion der Leuchtstofflampe 31](#_Toc288817973)

[VII.XII. Energiebilanz der Leuchtstofflampe 31](#_Toc288817974)

[VII.XIII. Entsorgung und Recycling 32](#_Toc288817975)

[VII.XIV. Lichtausbeute 34](#_Toc288817976)

[VII.XV. Lebensdauer 34](#_Toc288817977)

[VII.XVI. Lichtfarbe 35](#_Toc288817978)

[VII.XVII. Farbwiedergabe 37](#_Toc288817979)

[VII.XVIII. Bauform 37](#_Toc288817980)

[VII.XIX. Dimmbarkeit 38](#_Toc288817981)

[VII.XX. Flimmern 39](#_Toc288817982)

[VII.XXI. Funktionsweise elektronischer Vorschaltgeräte 40](#_Toc288817983)

[VIII. Was ist eine LED (light emitting diode)? 47](#_Toc288817984)

[VIII.I.I. Vorteile: 47](#_Toc288817985)

[VIII.I.II. Nachteile: 47](#_Toc288817986)

[VIII.I.III. Wirtschaftliche Vorteile: 49](#_Toc288817987)

[VIII.I.IV. Technische Vorteile: 49](#_Toc288817988)

[VIII.I.V. Vorteile für die Umwelt: 49](#_Toc288817989)

[VIII.I.VI. Analysierung der 10 Watt LEDON LED Lampe 50](#_Toc288817990)

[VIII.I.VII. Bei der Auswahl von LEDs ist zu beachten: 50](#_Toc288817991)

[VIII.I.VIII. Herstellmöglichkeiten der LED 50](#_Toc288817992)

[VIII.I.IX. Das Funktionsprinzip der Lumineszenz 51](#_Toc288817993)

[VIII.I.X. Zeitliche Veränderung: 52](#_Toc288817994)

[VIII.II. Geschichte der LED 53](#_Toc288817995)

[VIII.III. Das LED Funktionsprinzip 54](#_Toc288817996)

[VIII.III.I. 5mm LED: 54](#_Toc288817997)

[VIII.III.II. High-Flux LED: 54](#_Toc288817998)

[VIII.III.III. Typische Einsatzbereiche für LEDs: 55](#_Toc288817999)

[VIII.IV. OLED 56](#_Toc288818000)

[VIII.IV.I. Vorteile: 57](#_Toc288818001)

[VIII.IV.II. Nachteile: 57](#_Toc288818002)

[IX. Analyse des ÖKO-Kompasses 58](#_Toc288818003)

[IX.I. Quellenverzeichnis 60](#_Toc288818004)

# Vorwort

Als wir uns im 2. AUL für ein Thema entscheiden mussten, war es für uns klar, dass wir ein Thema bearbeiten möchten, das nicht nur eine kurzfristige Entwicklung eines Produkte s zeigt, sondern es sollte einen langen Zeitraum aufzeigen und auch Ideen für die Zukunft mit sich bringen.

Da kam uns die Unterscheidung bzw. der Vergleich zwischen den drei Lampen, der Glühbirne, der Energiesparlampe und der neuesten Erfindung, der LED, ganz gelegen.

Zuerst machten wir uns Gedanken, wer welche Lampe genau bearbeitet, dann erarbeiteten wir eine Struktur, wie unser Projekt aufgebaut werden soll. Jeder suchte sich Informationen über seine Lampe aus verschiedenen Internetseiten, Büchern, Zeitschriften etc. Wir hatten das Glück, das wir mit der Firma „LEDON“ kooperieren konnten und auch von ihnen einige Informationen erhielten.

Mit Abschluss dieses Projektes können wir sagen, dass es, sehr interessant war und wird auch einiges neues über die verschiedenen Lampen erfahren haben. Welche Lampen zu den lukrativsten und am zukunftsorientiertesten zählen, und welche weder vom Aufbau, der Dimmbarkeit, oder der Kosten, gut ist bzw. war.

# Dokumentation

# Projekt-Zusammenfassung

Nach der Fertigstellung unseres Projektes, stellten wir fest, dass die Glühbirne gegenüber den andern Lampen einen extrem hohen Energieverbrauch hat (nur ca. 3 % der aufgenommenen Energie wird in Licht umgewandelt, Rest wird als Wärme abgestrahlt), jedoch einen geringeren Materialverbrauch bei der Herstellung benötigt.

Als Weiterentwicklung der Glühbirne kam die Halogen-Lampe auf den Markt. Sie erhielt durch eine neuartige Herstellungsmethode eine längere Lebensdauer sowie eine größere Lichtausbeute (die nun ca. 7 % beträgt) und eine kompaktere Bauform.

Schlussendlich waren die Glühbirne und die Halogen-Lampe für lange Zeit günstige, unkomplizierte und leicht herzustellende Lampen, die aber nun ausgedient haben.

Die darauffolgende Lampengeneration wurde die Energiesparlampe. Sie wurde als energieeffiziente Beleuchtungsmethode beworben (bei der Einführung wurde durch die VN an jeden Haushalt eine Energiesparlampe zugestellt), wies aber schlussendlich, durch die aufwendige Herstellung und die schlechteren Materialien (vor allem Quecksilber) ein schlechteres Ergebnis in der Energiebilanz gegenüber der Glühlampe und der LED, auf.

Die neueste Lampentechnologie ist die LED. Sie stellt mit 99 %iger Wahrscheinlichkeit die zukünftige Beleuchtungstechnologie dar, weil der Strom – bzw. Energiekonsum und die Herstellung am umweltfreundlichsten ist. Sie benötigt im Großen und Ganzen noch weniger Energie als die Energiesparlampe und verzichtet komplett auf problematische Materialien.

Zusätzlich beschäftigten wir uns noch mit der OLED (organic light emitting diode) Technologie. Durch sie wird zukünftig eine Herstellung von ultraflachen Bildschirmen (nur ein paar wenige Millimeter dick) kein Problem mehr darstellen.

Ein kleines Problem war, dass eine bereits erstellte Ökobilanz einer früheren Projektgruppe nicht mehr auffindbar war und somit konnten wir diese nicht analysieren und dadurch selbst keine Ökobilanz für die LED erstellen.

# Projektauftrag

# Was ist eine Glühlampe?[[1]](#footnote-1)



Abbildung 1 Glühlampe[[2]](#footnote-2)

### Funktion

Jeder Körper strahlt elektromagnetische Strahlung aus, wenn er erwärmt wird. Bei Zimmer-Temperaturen liegt diese Strahlung im infraroten Bereich. Die Strahlung wird als Temperaturstrahlung bezeichnet und wir spüren sie als Wärme. Ab Temperaturen von ca. 1000 Grad Celsius wird sie sichtbar. Wenn ein Metall erhitzt wird beginnt es zu glühen. Je heißer der Körper ist, desto mehr Licht strahlt er ab. Dies ist die Grundlage der Glühbirne.

### Aufbau

In einer Glühbirne wird ein Mettaldraht mit Hilfe von elektrischem Strom erhitzt, bis er glüht und so sichtbares Licht erzeugt. Meistens handelt es sich um einen etwa 1 Meter langen, gewendelten Wolframdraht. Dieser Draht wird auf ca. 2400 Grad Celsius erhitzt. Der Schmelzpunkt beim Wolframdraht ist der höchste unter den Metallen. Daher hält er auch hohen Temperaturen stand.

Der Draht befindet sich in einem Glaskolben. Der Glaskolben ist mit einem Schutzgas, meistens wird eine Edelgasmischung verwendet, gefüllt. Stickstoff-Argon Gemische sind in günstigen Glühlampen enthalten, für teure Lampen verwendet man Krypton oder Xenon, weil diese Edelgase eine stärkere Erwärmung ermöglichen. Durch den Quetschfuß der Lampe fließt der elektrische Strom, welcher dafür sorgt, dass die Lampe leuchtet.

### Vorteile

* Das Prinzip der Glühbirne ist simpel, die Herstellung ist ebenfalls einfach und somit auch kostengünstig.
* Das erzeugte Licht besitzt einen hohen Anteil von warm empfundenen Farben. Daher empfinden viele Menschen Glühlampenlicht als sehr angenehm.
* Die Glühbirne benötigt keine Aufwärmphase, das Soll-Licht ist binnen weniger Sekunden erreicht.
* Es ist eine stufenlose Dimmung möglich, durch die Regelung des Heizstroms.
* Das Leuchten der Glühlampe ist kontinuierlich und beginnt nicht zu flimmern bei Wechselstrom. Die Temperatur des Drahtes ändert sich nicht so schnell, dass es Auswirkungen auf das Licht hat.
* Die Glühbirne besteht aus wenigen Elementen (Glas, Metalle und Edelgasfüllung) und kann deshalb unproblematisch entsorgt werden.

### Nachteile

* Es werden nur ca. 3 % der aufgenommenen Energie in Licht umgewandelt. Die Lichtausbeute liegt bei ca. 10 bis 20 Lumen/Watt. Jede Glühbirne gibt den größten Teil ihrer Energie in Form von Wärme ab. Eine Glühbirne ist somit eines der ineffizientesten Leuchtmittel.
* Mit der Zeit verdampft der Glühdraht der Glühbirne, trotz Schutzgas bzw. Vakuum. An der kühleren Innenseite der Glühbirne schlägt sich der verdampfte Glühdraht nieder. Jede Glühbirne wird so mit der Zeit immer dunkler und dunkler, bis der Wolframdraht schlussendlich reißt.
* Die Lebensdauer der Glühbirne ist mit ca. 1000 Stunden vergleichsweise zu neueren Lichtquellen gering. Bei einer höheren Temperatur des Drahtes verbessert sich zwar die Lichtausbeute, jedoch sinkt die Lebensdauer drastisch, da der Wolframdraht schneller verdampft.

### Fazit

Die Glühbirne ist praktisch, einfach und billig, aber sie hat ausgedient. Der Urtyp des „elektrischen“ Lichts kann die modernen Anforderungen von energieeffizientem Licht nicht erfüllen. Es ist an der Zeit auf effizientere Lampen umzusteigen wie z.B. LED.

## Halogenlampen[[3]](#footnote-3)

[](http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Halogen-Gluehbirne.jpg&filetimestamp=20050727225459)

Abbildung 2 Halogenlampe[[4]](#footnote-4)

### Funktion

Die Halogenlampe ist im Prinzip eine Glühbirne. Sie erzeugt Licht, indem ein Draht erhitzt wird, bis er sichtbares Licht entsteht.

Der Unterschied zu normalen Glühbirnen ist, dass in Halogenglühlampen ein chemischer Kreislauf stattfindet. Durch diesen Kreislauf wird das aus dem Glühdraht verdampfende Metall wieder zurück zum Draht gebracht. Das verdampfende Metall wird so nicht am Glaskolben niedergeschlagen.

Halogenlampen erreichen so eine bis zu 40 % höhere Lichtausbeute, eine bis zu 3-mal längere Lebensdauer, da der Draht nicht so schnell reißt, und sehr viele kleinere Abmessungen als normale Glühbirnen. Der Glühdraht wird etwas heißer als bei normalen Glühbirnen mit ca. 2.700 Grad Celsius. Deshalb hat das Licht der Halogenlampe ein wenig mehr blau Anteil und ähnelt so dem Sonnenlicht mehr. Außerdem wird das Glas kaum geschwärzt durch das Verdampfen des Metalls, wie es bei der herkömmlichen Glühbirne der Fall ist.

Das Wolfram schlägt sich jedoch nicht immer dort wieder nieder, wo es zuvor verdampft ist. So entstehen auch hier immer dünnere und dickere Drahtbereiche, bis schlussendlich auch der Draht der Halogenlampe reißt.

Die Bauform der Halogenlampe macht es möglich das Licht stark zu fokussieren. Deswegen findet man sie auch in Autoscheinwerfern sowie Projektoren.

### Aufbau

In Halogenlampen wird genau wie in normalen Glühbirnen ein Wolframdraht mittels elektrischen Stroms erhitzt, bis er glüht und somit ein sichtbares Licht abstrahlt.

Glühbirnen sind größer als Halogenlampen. Der Glaskolben der Halogenlampen besteht aus hitzebeständigem Quarzglas. Eine Halogenverbindung z.B. Brommethan befindet sich im Glaskolben und das steht unter hohem Druck. Das Halogen verbindet sich mit dem verdampften Wolframdraht welcher sich in der Nähe des Glaskolbens befindet. In der Umgebung des Glühdrahtes zerfällt diese Verbindung wieder und das Wolfram kann sich wieder auf dem Draht niederschlagen.

Das Niederschlagen des Wolframs auf dem Glaskolben wird durch den hohen Gasdruck, den Halogenzusatz und auch durch die hohe Glaskolbentemperatur verhindert. Das ist der Grund, warum es zu keiner typischen Kolbenschwärzung kommt.

### Vorteile

* Besser als bei der Glühbirne, wird ein Licht erzeugt welches einen hohen Anteil an warm empfundenen Farben enthält. Das bedeutet der Blauanteil des Lichtes ist höher als bei der Glühlampe und ähnelt so dem Sonnenlicht mehr. Halogenlampen werden deshalb als sehr angenehm empfunden.
* Die Halogenlampe benötigt auch keine Aufwärmphase, das Soll-Licht ist binnen weniger Sekunden erreicht.
* Die Lampe kann in einer sehr kleinen Bauform gehalten werden.
* Das Leuchten ist kontinuierlich, d.h. es beginnt nicht zu flimmern bei Wechselstrom. Der Glühdraht ändert seine Temperatur nicht so schnell, dass Auswirkungen auf das Licht stattfinden.
* Halogenglühlampen enthalten kaum umweltbelastende Inhaltsstoffe: Sie bestehen im Wesentlichen aus Metall und Glas. Die geringen Mengen der eingesetzten Halogenverbindungen werden als unschädlich angesehen.

### Nachteile

* Auch Halogenglühlampen geben den größten Teil ihrer Energie in Form von Wärme ab. Nur ca. 7 % der aufgenommenen Energie werden in Licht umgewandelt. (Die Lichtausbeute liegt bei 10 - 25 Lumen/Watt.)
* Die Lebensdauer von Halogenglühlampen ist mit ca. 2500 Stunden mäßig. Bei höherer Glühdrahttemperatur verbessert sich die Lichtausbeute, die Lebensdauer sinkt jedoch infolge der schnellen Verdampfung des Wolframs.

### Fazit

Die Halogenglühlampe ist kleiner als die normale Glühbirne und praktisch. Sie wird deshalb für Autoscheinwerfer und Deckenspots verwendet. Außerdem kann sie weniger Energie verbrauchen als normale Glühbirnen. Derzeit ist die Halogenlampe noch nicht effizient genug für einen langfristigen Einsatz.

Wenn in Zukunft nicht in die Forschung und Entwicklung dieser Lampe investiert wird, wird die Halogenlampe wohl das nächste Leuchtmittel sein, welches aus dem Verkauf genommen wird, aufgrund des hohen Stromverbrauches.

### Lichtausbeute[[5]](#footnote-5)

Fast die ganze zuführte Energie wir in Strahlung umgewandelt, der Verlust durch Wärmeleitung ist gering. Jedoch ist nur ein geringer Anteil der Strahlung für das menschliche Auge sichtbar. Der Großteil ist im unsichtbaren Infrarotbereich und so nur als Wärme spürbar.

Das Lichtspektrum ist kontinuierlich im Gegensatz zu vielen anderen Lampen. Durch Temperaturerhöhung wird die Lichtausbeute erhöht. So versucht man das Strahlungsmaximum aus dem Bereich des unsichtbaren Infrarotbereiches in den Bereich des sichtbaren Lichtes zu verschieben.

Bei einer Glühfadentemperatur von 2400 Grad Celsius beträgt die Lichtausbeute etwa 3 %, wird die Temperatur auf 3000 Grad Celsius erhöht so beträgt die Lichtausbeute etwa 5 %. Die Folge davon ist jedoch, dass Lebensdauer der Lampe verkürzt wird, aufgrund der höheren Betriebsspannung.

Die Höchsttemperatur des Glühfadens ist durch dessen Eigenschaften begrenzt. Um eine möglichst hohe Temperatur zu ermöglichen, wird das hochschmelzende Metall Wolfram verwendet. Die Schmelztemperatur von Wolfram ist bei etwa 3422 Grad Celsius. Auch durch dieses Metall kann die optimale und wünschenswerte Farbtemperatur von ca. 5900 Grad Celsius nicht erreicht werden, da bei diesen Temperaturen das Wolfram schon gasförmig ist. Selbst wenn es ein Material gäbe, welches diese Temperaturen aushalten würde, wäre die Lichtausbeute nicht mehr als 15 %.

### Lichtspektrum und Farbtemperatur

Lichtspektrum:

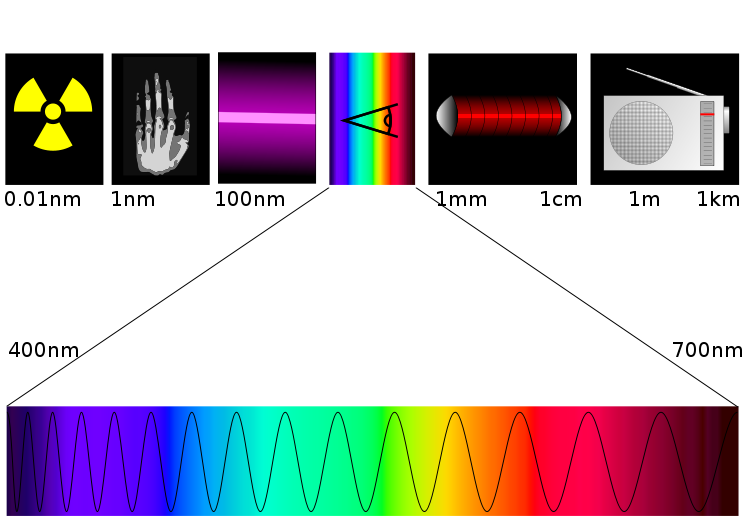


Abbildung 3 Lichtspektrum[[6]](#footnote-6)

Das Lichtspektrum ist der Teil des elektromagnetischen Spektrums, der vom menschlichen Auge gesehen werden kann, deshalb wird er auch als sichtbares Spektrum bezeichnet.

Die Wellenlänge des Lichtes wird meistens mit der Einheit Nanometer gemessen.

Das sichtbare Licht liegt ungefähr im Bereich von 380 bis 780 nm. Das Ultra-Violette-Licht befindet sich kurz vor dem sichtbaren Bereich bei 100 nm und der Infrarot-Bereich kurz danach bei 1mm bis 1cm.

Die Spektralfarben im sichtbaren Licht:

|  |  |
| --- | --- |
| **Farbe** | **Wellenlänge in nm** |
| **Rot** | **790 - 630** |
| **Orange** | **630 - 580** |
| **Gelb** | **580 - 560** |
| **Grün** | **560 - 480** |
| **Blau** | **480 - 420** |
| **Violett** | **420 - 390** |

Farbtemperatur:

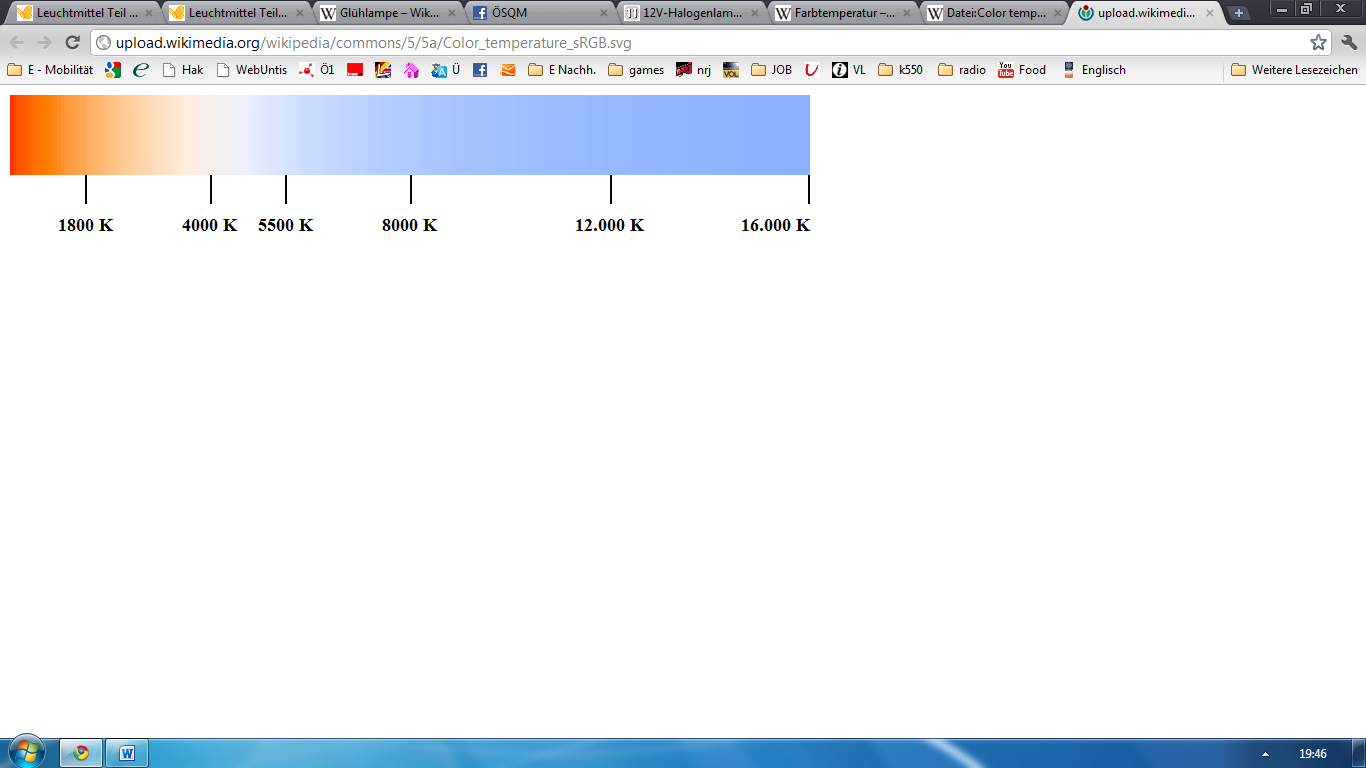


Abbildung 4 Farbtemperatur[[7]](#footnote-7)

Die Einheit der Farbtemperatur ist Kelvin. Kelvin ist eine internationale Basiseinheit der thermodynamischen Temperatur sowie eine Temperatureinheit. Auch zur Angabe von Temperaturdifferenzen wird Kelvin verwendet. In Österreich und auch anderen europäischen Ländern gilt Grad Celsius als gesetzliche Einheit von Temperaturen. Ein Grad Celsius sind 274 Grad Kelvin.

Die Glühbirne gibt das Licht mit einer Farbtemperatur von etwa 2300 K bis 3900 K ab, dieses Licht ist wesentlich gelb-rötlicher als das natürliche Tageslicht. Das Tageslicht liegt etwa bei 5000 K bis 7000 K je nach Sonnenschein. Andere Lichtquellen wie die Energiesparlampe oder die LED-Lampe werden als „Warmton“ angeboten, sie haben aber im Gegensatz zu der Glühbirne kein kontinuierliches Lichtspektrum und deshalb bieten sie nicht denselben starken Rot- und Gelbanteil.

Von den nördlichen Ländern wird die „Warmton“ Beleuchtung mit starken Rot- und Gelbanteilen bevorzugt. Im Gegensatz dazu wird im Mittelmeerraum und in tropischen Ländern kältere Lichtfarben mit höheren Blau- und Grünanteilen bevorzugt, das die Akzeptanz der Energiesparlampen erleichtert.

### Anwendungsbereich:

Glühlampen eignen sich gut für die Anwendung in Bereichen bei denen gebündeltes Licht gebraucht wird. Ein Beispiel wäre, für Projektoren und Scheinwerfer. Natürlich findet sie auch einen Platz in sämtlichen Bereichen der Innen- und auch der Außenbeleuchtung, von Wohnräumen und Schaufenstern, Verkehrsanlagen und Sportplätzen. Manchmal wird sie aber auch als Spezialbeleuchtungen, wie z.B. als Studio- und Bühnenbeleuchtung, in der Foto-Optik und als Verkehrs- und Signallampe eingesetzt.

### Lebensdauer

Die Lebensdauer hängt von der Temperatur des Glühfadens ab, wird die Temperatur erhöht, so sinkt die Lebensdauer drastisch. Bei etwa 2700 K erreicht eine Glühlampe eine Lebensdauer von ca. 1000 Stunden, wird die Temperatur auf 3400 K erhöht, beträgt die Lebensdauer nur noch wenige Stunden.

Die Helligkeit wird verdoppelt, wenn man die Betriebsspannung um 20 % erhöht, zugleich wird aber auch die Lebensdauer um 95 % reduziert. Wird die Betriebsspannung halbiert durch Beispielsweise eine Reihenschaltung zweier gleichartiger Glühbirnen, vermindert sich zwar der Wirkungsgrad, zur gleichen Zeit wird jedoch die Lebensdauer um mehr als das Tausendfache erhöht.

Entstehen durch das Auswechseln einer bestimmten Lampe hohe Kosten, so kann zu Gunsten einer längeren Lebensdauer auf eine hohe Lichtausbeute verzichtet und die Betriebsspannung verringert werden. Bestimmte Geräte mit eingebauten Lampen sind durch Fachleute zu wechseln. Entwickler dieser Geräte sollten eine deutlich geringere Betriebsspannung für diese Lampen vorsehen.

Die Lebensdauer der Lampe wird meistens nicht durch das gleichmäßige Verdampfen des Wolframdrahtes bestimmt, sondern durch das Durchbrennen an einer gewissen Stelle. Der Grund dafür ist die Instabilität, die mit der Zunahme des elektrischen Widerstandes mit der Temperatur zusammenhängt. Eine Stelle des Glühfadens, die nur ein wenig dünner ist und sich beim Einschalten zunächst schneller aufheizt aufgrund der höheren Stromdichte, hat dann auch noch aufgrund ihrer zu hohen Temperatur einen höheren Widerstand. Diese Stellen heizen sich innerhalb kürzester Zeit extrem auf und verlieren dabei etwas Material durch das Verdampfen des Drahtes. Wird die Lampe erneut eingeschalten, verschärft sich das Problem und so kommt es schlussendlich zum Durchbrennen des Wolframdrahtes. Beim letzten Einschalten kann es sogar zu einer Bogenentladung im Füllgas kommen.

Um Überströme durch solche Bogenentladungen gerade durchgebrannter bzw. anders innen kurzgeschlossener Glühlampen zu reduzieren, haben viele 230-Volt-Lampen im Glasfuß eine Schmelzsicherung, die in dünnen Glasröhrchen eingebaut ist.

Eine Möglichkeit, die Lebensdauer zu erhöhen, ist daher die Begrenzung des Stroms oder die in der Veranstaltungstechnik oft auch angewandte Vorheizmethode durch einen kontinuierlichen Stromfluss, der nur knapp unterhalb der Leuchtschwelle liegt.

**Lange Lebensdauer – gute Lichtausbeute**

Die Dimensionierung von Glühlampen bei einer gegebenen Betriebsspannung ist ein Kompromiss zwischen der Lebensdauer und der Lichtausbeute und ergibt sich aus den technologischen Fähigkeiten der diversen Hersteller, aber wesentlich aus der vorgesehenen Anwendung.

In der heutigen Zeit unterscheidet sich die angegebene Lebensdauer von herkömmlichen Glühlampen verschiedener Hersteller nur wenig. Für 1000 und für 2000 Stunden Lebensdauer werden Lampen angeboten. Halogenlampen werden für 2000 bis 6000 Stunden Lebensdauer angeboten. Lampen mit geringer Nennspannung haben bei gleicher Leistung einen dickeren Wolframdraht und damit eine höhere Lebensdauer. Die tatsächliche Lebensdauer hängt jedoch deutlich von den Einsatzparametern ab.

* Die Nennspannung sollte genau eingehalten werden, eine mögliche Netzüberspannung von nur 15 % führt zu einer drastischen Lebensdauerverkürzung.
* Während des Leuchtens sollte eine Lampe keinen Erschütterungen zum Opfer fallen.
* Auch die Umgebungstemperatur hat wesentliche Auswirkungen auf die Lebensdauer einer Glühlampe.
* Häufiges Ein- und Ausschalten ist ebenfalls nicht von Vorteil, da der dünn gewordene Teil des Glühfadens dadurch schneller durchbrennt.

Für Bereiche, bei denen das Auswechseln aufwendig oder zu höheren Kosten führen kann, gibt es Glühlampen, die eine längere Lebensdauer durch eine Verringerung der Lichtausbeute erreichen. Die Sogenannten Sig-Lampen haben eine Lebenserwartung von bis zu 6000 Stunden. Die Lebensdauer von Projektor Glühlampen beträgt aufgrund der hohen Temperatur oft nur 50 bis 100 Stunden.

## Sig-Lampen:

Die Lampen werden auch als Ewigkeitsglühbirnen bezeichnet, wie der Name schon sagt, haben sie eine lange Lebensdauer, die beträgt angeblich 17 Jahre und ist durch ein Vorschaltgerät möglich. Entwickelt wurde sie vom deutschen Erfinder Dieter Binninger, der jedoch bevor die Lampe produziert wurde, gestorben ist.

Er entwickelte im Jahr 1976 die Mengenlehreuhr mit hunderten von normalen Glühlampen. Der Wartungsaufwand war zu hoch und deswegen erfand Binninger eine neue Glühlampe.

Es handelt sich dabei um eine normale Glühlampe mit einer besonderen Betriebsart, die er durch ein Vorschaltgerät erreichte. Diese Erfindung dauerte etwa 5 Jahre.

Der Hauptunterschied zur normalen Glühlampe ist, dass die Lampe mit höherer Leistung sowie verringerter Spannung betrieben wird. Dadurch wird die effektive Betriebsspannung verringert und dadurch die Lebensdauer erhöht. Die Lebensdauer wird so um ein Mehrfaches verlängert, jedoch werden die Farbtemperatur und der Wirkungsgrad verringert.

Im Patenttext sind fachliche Fehlschlusse enthalten, welche aber zweifellos von einem potentiellen Hersteller solcher Lampe erkannt werden wurde. Dennoch erschien eine Produktion von Netzspannungs-Glühlampen mit einer integrierten Spannungs- und Anlaufstrombegrenzung sinnvoll. Vermutet wird, dass auch schon in diese Richtung entwickelt wurde, jedoch mit dem Aufkommen der Energiesparlampe damit aufgehört wurde.

## Geschichte der Glühlampe[[8]](#footnote-8)

**1809:**

Humphry Davy entwickelte die erste Bogenlampe.

**1820:**

Glühlampe wurde mit einem Platindraht gefertigt und der Glaskolben war evakuiert. Heute wird diese Lampe als „De-la-Rue-Lampe“ bezeichnet.

**1841:**

Frederick de Moleyns hatte das erste Patent auf einer Glühlampe.

**20. Jahrhundert:**

In Deutschland erfand Heinrich Göbel die Kohlefadenglühlampe.

**1878:**

Joseph Wilson Swan ein Brite entwickelte die erste elektrische Glühlampe, die auch als brauchbar galt.

Zur gleichen Zeit in den USA entwickelte auch Thomas Alva Edison seine Glühlampe und erhielt 1880 das Patent dafür.

**1890:**

Der Österreicher Osram Carl Auer von Welsbach das Patent auf die Erfindung eines Verfahrens, bei dem der heute noch verwendete Wolfram-Draht genutzt wird.

**21. Jahrhundert:**

Die Glühbirne wird nahezu überall verwendet. Man erhält sie in verschiedenen Arten und Formen sowie mit verschiedenen Watt Anzahlen.

**2005: [[9]](#footnote-9)**

Beschluss des Glühlampenverbots.

**2009:**

Verbot von:

* Halogen- und Glühlampen ab 80 Watt und mehr.
* Lampen mit einer schlechter als Energieeffizienzklasse C.
* Matte Lampen mit einer schlechteren Energieeffizienzklasse wie A.
* Energiesparlampen die schlechter als die Energieeffizienzklasse A sind.

**2010:**

Verbot der Halogen- und Glühlampen ab 65 Watt und einer schlechteren Energieeffizienzklasse als C.

**2011:**

Verbot der Halogen- und Glühlampen ab 45 Watt und einer schlechteren Energieeffizienzklasse als C.

**2012:**

Verbot der Halogen- und Glühlampen ab 7 Watt und einer schlechteren Energieeffizienzklasse als C.

**2013:**

Steigerung der Qualitätsanforderung und der Kriterien.

**2014:**

Verbot der Halogen- und Glühlampen die einer schlechteren Energieeffizienzklasse als B angehören.

# Was ist eine Energiesparlampe?



Abbildung 5 Energiesparlampe[[10]](#footnote-10)

Energiesparlampen werden auch als energiesparende Leuchtmittel bezeichnet, und sind ein direkter Ersatz für Glühbirnen. Die geläufigsten Typen sind Kompaktleuchtstofflampen, LED‘s oder Halogenlampen.

Energiesparlampen sind Leuchtstofflampen in kompakter Bauform mit einem Sockel. Das erforderliche Vorschaltgerät, für den Betrieb, ist im Sockel integriert, daher können Glühlampen einfach durch Energiesparlampen ersetzt werden. Energiesparlampen haben eine 6 – 16-mal längere Lebensdauer und eine rund 5-mal höhere Lichtausbeute gegenüber den Glühbirnen.

In den letzten Jahren gab es eine rasante Weiterentwicklung, eine Vielfalt an Modellen für verschiedene Einsatzbereiche und optischen Ansprüchen[[11]](#footnote-11).

## Kompaktleuchtstofflampen:

Dies sind ziemlich kleine Leuchtstofflampen (werden häufig als Energiesparlampe bezeichnet).

Der bekannteste Typ effizienter Leuchtmittel, Kompaktleuchtstofflampen, ist aber sehr umstritten.

Seit den 1990er Jahren sind sie auf dem Markt und ihre Entwicklung ist so gut wie abschlossen

Heute liegt die Effizienz bei 50 lm/W (entsprechen ca. 80 % Einsparung der Energie).

Ein weiterer Kritikpunkt, ist das Quecksilber, das die Lampen enthalten und sie daher aufwändig in der Entsorgung machen, da Quecksilber ein giftiger Stoff ist und daher eine spezielle Entsorgung erfordern .

Auch das Design unterscheidet sich recht deutlich von anderen Typen, denn durch die aufwändige Technik ist ein klarer Glaskolben nicht möglich.

Doch hier ist die Röhre, in der die Gasentladung von statten geht, ist kleiner und gebogen, gewendelt oder mehrfach gefaltet. Dies ist um einiges platzsparender.

Sie besitzen auch ein Vorschaltgerät (erforderliche Vorrichtung zur Strombegrenzung) und einen Edisonsockel (Schraubsockel), damit sie als direkter Nachfolger der Glühbirne verwendet werden kann.

## Können Energiesparlampen überall eingesetzt werden?

Neben der „klassischen“ Form der Energiesparlampe (gebogene Stäbe) gibt es Modelle in Glühlampen- und Kerzenform. Sie unterscheiden sich optischen kaum von herkömmlichen Glühlampen. Es gibt bereits Energiesparlampen für viele Anwendungsbereiche, wie z.B.:

* Energiesparlampen mit Reflektor für Deckenstrahler
* Energiesparlampen mit Nachtlichtfunktion für Kinderzimmer
* dimmbare Energiesparlampen
* Energiesparlampen, die für Notbeleuchtung und im Stiegenhaus geeignet sind und mit einem Bewegungsmelder oder Netzfreischalter funktionieren.
* Energiesparlampen für den Außenbereich wie z.B.: mit automatischem Sensor für die Hauseingangsbeleuchtung[[12]](#footnote-12)

## Erfordern Energiesparlampen höhere Kosten?

Der Großteil der Kosten fällt im Betrieb (Stromkosten) und nicht in der Anschaffung an. Und obwohl Energiesparlampen beim Kauf um einiges teurer sind als Glühlampen, wird durch die längere Lebensdauer und der höheren Lichtausbeute einiges an Geld gespart.

## Schadet häufiges Ein- und Ausschalten den Energiesparlampe?

Energiesparlampen, deren Qualität hoch ist, werden mit energieeffizienten, elektronischen Vorschaltgeräten betrieben. Sie flackern nicht beim Starten, erreichen im Durchschnitt 95 % des Lichtstroms bereits nach einer Minute und sind in der Regel sehr schaltfest, d.h. die Lebensdauer hängt nicht oder kaum von der Häufigkeit des Ein- und Ausschaltens.

Solche Energiesparlampen werden daher häufig in Bereichen verwendet, in denen oft ein- und ausgeschaltet wird, was aber zu hohen Kosten führen kann.

## Sind Energiesparlampen umweltfreundlich?

Die Herstellung einer Energiesparlampe benötigt zwar etwa zehnmal so viel Energie wie die einer herkömmlichen Glühlampe, bei Berücksichtigung der höheren Lebensdauer ist der Energieverbrauch bei der Lampenherstellung fast gleich.

Energiesparlampen tragen durch ihren geringen Stromverbrauch wesentlich zur Umweltentlastung bei, weil die bei der Stromerzeugung anfallenden Emissionen vermindert werden.

Die elektromagnetischen Felder von Energiesparlampen und Glühlampen unterscheiden sich nicht wesentlich.

Ein Nachteil der Energiesparlampe ist, dass sie eine erheblich lange Zeit benötigen, bis sie vollständig leuchten. Beim Einschalten hat die Energiesparlampe ein schwaches Licht und benötigt einige Minuten bis sie vollständig leuchtet. Dieser Vorgang erfordert Zeit und ist für den Konsumenten oft sehr mühsam[[13]](#footnote-13).Energiesparlampen müssen auch ordnungsgemäß entsorgt werden. Sie gehören in das Altstoffsammelzentrum und nicht in den Restmüll.

## Geben Energiesparlampen „gutes“ Licht?

Das Licht einer Energiesparlampe kann nicht wirklich als gut bezeichnet werden. Wie oben schon abgeführt, benötigt sie einige Minuten, bis sie vollständig leuchtet. Dazu kommt noch ein ständiges Flimmern und Flackern, unabhängig von der Lichtfarbe.

„Moderne Energiesparlampen flimmern immer noch, jedoch deutlich weniger wie zu vor. Sie dürfen aber in Produktionshallen mit drehenden Werkstücken usw. nicht alleine verwendet werden. Dies war zumindest vor einigen Jahren noch so“. (Herr Sparr)

**Gleicher Lichtstrom bei weniger elektrischer Leistung**

## Halten Energiesparlampen lange?

Energiesparlampen würden weniger Strom verbrauchen und man könnte damit eine Menge Geld sparen. Trotzdem kommt der Absatz der Alternative nicht wirklich gut vom Fleck. Der Grund liegt wahrscheinlich auch in den negative Erfahrungen, die viele Konsumenten beim ersten Versuch machten: Ein ständiges Ein- und Ausschalten verkürzt die Lebensdauer einer Energiesparlampe radikal. Und auch die etwas „unattraktive“ Form macht die Lampe nicht für jeden Haushalt tauglich.

Doch dies seine nur so genannte „Kinderkrankheiten“ gewesen, denn mittlerweile hätten sich die Hersteller etwas einfallen lassen, damit sie die Benutzerfreundlichkeit der Energiesparlampe deutlich erhöhen. Doch ob das wirklich noch etwas bringt, um die „Attraktivität“ der Lampe zu erhöhen…?[[14]](#footnote-14)

Qualitätslampen erreichen nach einigen tausend Stunden immer noch über 90 % der ursprünglichen Helligkeit.

## Vorteile von Energiesparlampen

Die Energiesparlampe hat kaum Vorteile. Weder in der Einsparung von Energie (den alleine für die Herstellung benötigt sie sehr viel Energie), noch in der Lichtqualität.

Ein möglicher Vorteil der Leuchtstofflampe, gegenüber der Glühbirne, liegt in der Lichtausbeute -> 25 % des Stroms wird in Licht umgewandelt. Bei Glühbirnen lediglich 5 %. Der Rest des Stroms wird an die Umwelt in Form von Wärme abgegeben.

## Nachteile von Energiesparlampen

Ein Nachteil der Leuchtstofflampen liegt in der Qualität des Lichtes, das erzeugt wird.

Weiteres liegt ein Nachteil in der Entsorgung vor. Wer Leuchtstofflampen nicht gerecht entsorgt, schadet der Umwelt durch die Freisetzung von Quecksilber, welches in den Energiesparlampen zu finden ist.

Die Umweltfreundlichkeit einer Energiesparlampe lässt sehr zu wünschen übrig, denn wenn der Wert der Umwelt im Focus stehen würde, würden die Hersteller für die Produktion der Energiesparlampen kein Quecksilber und andere schädliche Stoffe, die eine spezielle Entsorgung benötigen, verwenden[[15]](#footnote-15).

Doch leider wird Quecksilber immer ein Stoff sein, der für die Herstellung der Leuchtkörper verwendet wird. Auch bei dem LEDs.

## Aufbau von Leuchtstofflampen

Leuchtstofflampen bestehen aus einem zylinderförmigen Glasrohr, das auch kreisförmig gebogen oder mehrfach gefaltet sein kann. Der Durchmesser des Glasrohres hat sich im Laufe der technischen Entwicklung von 38 mm über

26 mm auf heute 16 mm verringert.

Die innere Oberfläche des Glasrohres ist mit Leuchtstoffpulver beschichtet. An den beiden Lampenenden sind Wolframelektroden in das Rohr eingeschmolzen, die mit einer besonderen Emitterpaste (meistens aus Erdalkalioxiden) beschichtet sind.

Die beiden Enden der Wolframwendel sind vakuumdicht als Sockelstifte auf beiden Seiten aus dem Rohr herausgeführt. Diese Kontaktstifte sorgen in Verbindung mit der Fassung für einen stabilen mechanischen Halt der Lampe und für eine gute elektrische Kontaktierung.

## Funktion der Leuchtstofflampe

Kompaktleuchtstofflampen zählen als Leuchtstofflampen zu den Quecksilberdampf-Niedrigdrucklampen (= eine Gasentladungslampe mit Quecksilberdampffüllung).

Jede Leuchtstofflampe enthält ein Füllgas (Argon oder ein Argon-Krypton-Gemisch) und einer geringen Menge Quecksilber (ca. 7mg Quecksilber). Die Quecksilbermenge ist zwar im Laufe der Jahre durch kontinuierliche Verbesserung immer geringer geworden, aber nach wie vor ist Quecksilber für die Funktion einer Leuchtstofflampe erforderlich. Der in der Lampe fließende Strom wird zum Teil durch die im elektrischen Feld beschleunigten Elektronen getragen.

Eine Verkleinerung und eine höhere Leuchtdichte (Lichtstärke) werden durch einen erhöhten Innendruck erreicht[[16]](#footnote-16).

## Energiebilanz der Leuchtstofflampe

Die Energiebilanz unter der Berücksichtigung des Energieverbrauchs für die Produktion des Leuchtmittels fällt für die Kompaktleuchtstofflampen positiv aus.

Die Produktion einer Kompaktleuchtstofflampe benötigt etwa zehnmal mehr Energie, als die Herstellung einer Glühbirne. Doch, durch die lange Lebensdauer wird das jedoch deutlich überkompensiert.

Die Herstellung einer Kompaktleuchtstofflampe erfordert etwa 3,33 kWh Primärenergie (natürlich vorkommende Energieformen wie Kohle, Gas oder Wind) und ist somit deutlich aufwändiger als die Produktion einer Glühlampe.

Im Betrieb benötigt die Kompaktleuchtstofflampe in 1000 h etwas 99 MJ Primärenergie, während eine entsprechende Glühlampe in 1000 h etwa 540 MJ verbraucht.

Wenn die Kompaktleuchtstofflampe eine Lebensdauer von 10 000 Stunden hätte, wäre das in Summe 1054 MJ. In derselben Zeit verbrauchen 10 Glühlampen 5930 MJ.

Dies würde eine **Einsparung** von einigen wenigen Prozenten bedeuten. Jedoch nicht genug, um sie als wahres Energiesparprodukt bezeichnen zu können.

Die Beleuchtung, in einem durchschnittlichen Haushalt macht ca. 8 % des Stromverbrauchs aus. Doch ersetzt man alle Glühbirnen (oder zumindest die, welche am häufigsten eingeschaltet werden) durch Kompaktleuchtstofflampen, würde dies den Gesamtstromverbrauch des Haushaltes um ca. 6 % reduzieren.

## Entsorgung und Recycling

Die Entsorgung von (Kompakt-) Leuchtstofflampen ist sehr aufwändig.

Nicht mehr funktionierende Kompaktleuchtstofflampen sind ein Problem, der sorgfältig entfernt werden muss. Denn sie enthalten Quecksilber. Aber auch in der Lampe, dem Starter und der Elektronik befinden sich mehrere Problemstoffe. Kompaktleuchtstofflampen dürfen, aus Umweltschutzgründen, NICHT in den Hausmüll oder in einen Glascontainer entsorgt werden. Deshalb müssen sie fachgerecht, getrennt vom Hausmüll und Gewerbeabfall entsorgt werden.

Rohstoffe wie Kupfer, Aluminium und Zinn, aber auch die Leuchtstoffe können teilweise wiederverwertet werden. Für Quecksilber würde dies nur gelten, wenn der Glaskolben unbeschädigt ist, da das Quecksilber bei Zimmertemperatur verdunstet[[17]](#footnote-17).

Blei, Chrom und Cadmium sind nicht mehr zugelassen. Sie sollten noch in den älteren Lampen (Herstellung vor Juli 2006) enthalten sein.

Zurzeit werden nur etwa 10 % der Kompaktleuchtstofflampen ordnungsgemäß entsorgt. Die ist eine weitaus geringere Entsorgung als in anderen Ländern und wird von Umweltverbänden kritisch betrachtet. Denn die Kompaktleuchtstofflampe enthält den Giftstoff Quecksilber und bei „normaler“ Entsorgung (häuslicher Mülleimer) ist dies schädlich.

**Quecksilber in den Kompaktleuchtstofflampen**

„Ganz so harmlos, wie anlässlich des Glühlampenverbots beteuert wurde, sind Energiesparlampen nun doch wieder nicht. Wenn sie zerbrechen, wird Quecksilberdampf freigesetzt, die Belastung der Innenraumluft liegt um das 20-fache über dem Richtwert, wie das deutsche Umweltbundesamt kürzlich festgestellt hat. Was alles zu tun ist, um die Gefahren zu minimieren, wurde von der Stiftung Warentest aufgelistet“:

* „ausgiebig lüften, auch während des gesamten Reinigungsvorganges
* den Raum zunächst für eine Viertelstunde verlassen
* danach mit Gummihandschuhen und Wegwerftüchern die Reste der Lampe zusammenkehren
* den Abfall außerhalb des Hauses im Restmüll entsorgen
* Teppich mit Klebeband abtupfen
* gründlich saugen und anschließend den Staubsaugerbeutel entsorgen“

„Die Gefährdung könnte auch vorab auf ein Minimum gesenkt werden, würde die Industrie mehr bruchsichere Lampen – mit Kunststoffummantelung – anbieten bzw. statt flüssigem Quecksilber feste Quecksilberverbindungen (Amalgame) verwenden“ [[18]](#footnote-18).

## Lichtausbeute

Gegenüber den normalen Glühlampen haben Kompaktleuchtstofflampen eine vielleicht etwas höhere Leistung (Lichtausbeute) und benötigen weniger elektrische Leistung (Strom/Energie), bei gleichem Lichtstrom. Aber bis die Energiesparlampe einmal richtig brennt und man alles klar sieht, benötigt es einige Minuten. Vor allem in dunklen Räumen, zum Beispiel Keller, in denen man schnell Licht benötigt, ist die Verwendung einer Energiesparlampe nicht zu empfehlen.

Die Lichtausbeute einer Kompaktleuchtstofflampe nimmt auch, innerhalb der Lebenszeit, ab.

## Lebensdauer

Im Gegensatz zu einer Glühbirne, die nur (!) eine Lebensdauer von 1000 Stunden hat, liegt die Lebensdauer einer Kompaktleuchtstofflampe bei 3000 – 15.000 Stunden. Diesen Angaben zu Folge, halten Kompaktleuchtstofflampen, bei durchschnittlicher Nutzung von vier Stunden/Tag, gut 2 Jahre.

Weiteres hängt sie auch von der Art des Leuchtstoffs, der Art des Schaltkreises, der Art des Vorschaltgeräts (VVG, EVG) und vom Schaltrythmus ab[[19]](#footnote-19).

Die Schalthäufigkeit spielt ebenso eine große Rolle. Es gibt zwei Arten von Kompaktleuchtstofflampen:

* Sofortzündende, welche ohne Vorglühen gezündet werden. Sie sind sehr empfindlich und verlieren bei jedem Zündvorgang zwei bis 5 Stunden an Lebensdauer.
* (Bsp.: Lebensdauer ~ 10.000 Std. = 3.000 Startvorgänge)
* Lampen mit Vorheizung; vorgeheizt werden die Elektroden 0,2 bis 2 Sekunden. Dann beginnt der Versuch, die Lampe zu zünden. Bei diesen Lampen werden über 500.000 Schaltungen versprochen.

Es entsteht ein (Ziel-) Konflikt, da Kompaktleuchtstofflampen, welche sofort Licht abgeben (was zB in Treppenhäusern sehr sinnvoll wäre) die sind, die nicht oft ein- und ausgeschaltet werden sollen. Sie sollten also nicht unbedingt im Treppenhaus angebracht werden.

Es bezieht sich, die Lebensdauer der Lichtquellen, immer auf einen „Drei-Stunden-Rhythmus“. Das bedeutet, Lampen sollten immer für 2 ¾ Stunden (165 Minuten) eingeschalten und für 15 Minuten ausgeschaltet werden. Doch dies ist sehr unrealistisch, denn kein Mensch schaltet für 2 ¾ Stunden das Licht ein und dann wieder für 15 Minuten aus. Und das dadurch die Lebensdauer erhöht wird, ist sehr fraglich, um nicht zu sagen unrealistisch.

## Lichtfarbe

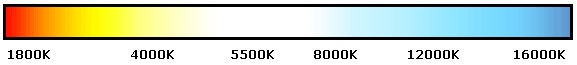
Ein häufig erwähntes Argument, das gegen die Kompaktleuchtstofflampe spricht ist, dass die Kompaktleuchtstofflampe ein kälteres Licht als Glühlampe hätte.

Ein weiterer Unterschied gibt es bei Dimmen (näheres über die „Dimmbarkeit“ folgt). Bei einer üblichen dimmbaren Kompaktleuchtstofflampe reduziert sich nur die Helligkeit. Doch bei einer gedimmten Glühlampe sinkt der Farbeeindruck des Lichtes, weil die Temperatur, des in der Glühbirne befindlichen Glühdrahts, niedriger ist.

Durch eine sogenannte Lichtspektralanalyse ist bewiesen, dass die Kompaktleuchtstofflampe ein kälteres Licht erzeugt[[20]](#footnote-20).

Es wäre auch denkbar, dass Kompaktleuchtstofflampen kühler wirken als eine Glühlampe, wenn sie die gleiche Farbtemperatur hätten. Dies ist nur möglich, da Kompaktleuchtstofflampen ein Spektrum aufweisen, und sie dadurch ein Unterschied zwischen den verschiedenen Lampen gleicher Farmtemperatur möglich.

Heutzutage sind Kompaktleuchtstofflampen in verschiedenen Farbtemperaturen erhältlich. Sie liegen in Bereichen zwischen 2500 K (Farbtemperatur etwas unter einer 60 Watt Glühbirne) bis hin zu einem Ton der dem Tageslicht ähnlich ist.

[](http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Color_temp2.png&filetimestamp=20070121165058)

K=Kelvin; Maß für die Intensitätsverteilung im Spektrum der Lampe -> es zeigt, wie die Gewichtung zwischen langen und kurzen Wellenlängen zueinander ist.

**Normale Glühlampen** haben eine Farbtemperatur von 2600 K und 3000 K.

**Kompaktleuchtstofflampen** haben eine Farbtemperatur von 2300 K und 8000 K.

[](http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Farb.Temp.jpg&filetimestamp=20070613115716)[[21]](#footnote-21)

**Kompaktleuchtstofflampen**

## Farbwiedergabe

Im Gegensatz zu Glühlampen (oder auch Tageslicht) emittieren Leuchtstofflampen ein diskontinuierliches Spektrum. Daher können Farben oder auch Gegenstände unter dem Licht dieser Lampe anders aussehen.

Was ein wesentlicher Nachteil der Kompaktleuchtstofflampe ist.

Zum Beispiel: Legt man ein beschriftete Blatt unter das Licht einer Glühbirne, ist deutlich zu erkennen, dass die gesamte Fläche beleuchtet ist und alles gut lesbar. Hingegen bei der Kompaktleuchtstofflampe. Hier kann es schon einmal vorkommen, dass eine Stelle des Blattes mehr bzw. besser beleuchtet wird, als eine andere und erschwert das Lesen. Mühsam ist es auch, dass man erst einige Minuten warten muss, bis die Kompaktleuchtstofflampe vollständig leuchtet.

## Bauform

Geringere Unterschiede sind zu erkennen, wenn man eine matte Glühlampe durch eine Kompaktleuchtstofflampe ersetzt. Kompaktleuchtstofflampen blenden auch weniger als Glühlampen.

Ein weiterer Unterschied besteht in der Abmessung zwischen Kompaktleuchtstofflampen und Glühlampen.

Kompaktleuchtstofflampen sind meistens länger als Glühlampen und dies erfordert möglicherweise einen Leuchtenwechsel. Auch der Eindruck kann, im Vergleich zu Glühlampen, unterschiedlich sein.

Für bestimmte Spezialglühlampen sind keine entsprechenden Kompaktleuchtstofflampen verfügbar.

## Dimmbarkeit

„Normale Kompaktleuchtstofflampen können nicht zusammen mit normalen Dimmern verwendet werden“. Dimmer sind bestimmte Thyristorsteller („wird zur Verringerung des Effektivwertes der Netzwechselspannung verwendet“) zur Regelung der Helligkeit.

„Netzspannung: die von den Energieversorgern in den Stromnetzen bereitgestellte elektrische Spannung“[[22]](#footnote-22)

Die Leistungsaufnahme des elektronischen Vorschaltgeräts ist bei geringer Helligkeit entsprechend niedriger. Kompaktleuchtstofflampen solcher Art sind gekennzeichnet und sie lassen sich auch mit normalen Glühlampen-Dimmern betreiben, welche nur nach dem Phasenanschnittsteuerungsprinzip funktionieren.

Das Prinzip der Phasenanschnittsteuerung ist eine Methode, bei der die Leistungsregelung elektrischer Verbraucher, die auch mit Wechselspannung (=elektrische Spannung, bei der die Polarität in regelmäßigen Wiederholungen sich abwechselt) betrieben werden, geregelt wird[[23]](#footnote-23).

Aber auch Touch-Dimmer, Funk-Dimmer etc. arbeiten mit einer solchen Phasenanschnittsteuerung. Das bedeutet, dass sie auch nur mit bestimmten Kompaktleuchtstofflampen gedimmt werden können. Solche Kompaktleuchtstofflampen sind meist teuer in der Anschaffung, da sie eine etwas komplizierte Technik besitzen und auch nur in kleiner Stückzahl produziert werden.

Es werden aber auch Kompaktleuchtstofflampen hergestellt bzw. angeboten, welche sich durch mehrfaches Ein- und Ausschalten auch ohne externe Dimmer in mehreren verschiedenen Helligkeitsstufen betreiben lassen.

## Flimmern

Das „Flimmern“ einer Lampe (Kompaktleuchtstofflampe) bedeutet, dass Lichtschwankungen im 100-Hz-Rhtythmus (der doppelten Netzfrequenz) vor sich hergehen. Dies tritt vor allem bei Leuchtstoffröhren und auch bei Kompaktleuchtstofflampen mit üblichen Vorschaltgeräten auf.

Dieses „Flimmern“ führt zur Ermüdung und der Einsatz solcher Lampen ist an bewegten Maschinen ausgeschlossen.

Bei photosensiblen Personen (=Reaktion des Gehirns auf regelmäßige und wechselnde Hell-Dunkel-Kontraste; Bsp.: Fernsehen, Videospiele, Flackerlicht ins Discos,…) kann dieses „Flimmern“ zu epileptischen Anfällen führen.

Kompaktleuchtstofflampen, die mit elektronischen Vorschaltgeräten versehen sind flimmern eigentlich nicht. Das liegt daran, weil die Röhre nicht mit einer Netzfrequenz von 50 Hz betrieben wird, sondern mit Wechselspannungen von ca. 50.000 Hz[[24]](#footnote-24).

Doch diese Frequenzen sind kaum wahrnehmbar. Das liegt an der Nachleuchtzeit des Leuchtstoffes und der Trägheit des Auges.

Ein zusätzlicher Vorteil liegt in der Leichtausbeute, wenn die Lampe mit Hochfrequenzen betrieben wird. Die Lebensdauer kann verkürzt werden, wenn die Helligkeit der Glühlampe durch Schwankungen in der Netzspannung beeinträchtigt wird[[25]](#footnote-25).

## Funktionsweise elektronischer Vorschaltgeräte

„Zunächst wird die Netzspannung 230 V, 50 Hz gerichtet und auch geglättet. Der dadurch entstandene Gleichstrom wird dann in eine Wechselspannung umgeformt. Diese Wechselspannung versorgt dann über Stabilisierungsglieder die Leuchtstofflampe“.

„Der Gleichrichter besteht aus einer Dioden-Brückenschaltung, welche die Netzwechselspannung umwandelt. Die Dioden-Brückenschaltung wandelt die Netzwechselspannung in eine Gleichspannung um und lädt den Pufferkondensator auf. Dann wird die Gleichspannung, durch den Halbleiter-Wechselrichter, in die hochfrequente Wechselspannung umgewandelt. An dieser hochfrequenten Wechselspannung werden ein oder auch zwei Leuchtstofflampen betrieben“[[26]](#footnote-26).

„Eine sogenannte Abschaltautomatik schaltet nach 2 Sekunden die Lampenversorgung ab, falls die Lampen nicht zünden. Wird die schadhafte Lampe ersetzt, ist das elektronische Vorschaltgerät sofort wieder betriebsbereit“.

Wo sollen sie eingesetzt werden?

* Leuchtstofflampen mit warmweißer Lichtfarbe: werden dort eingesetzt, wo eine lampenähnliche, behagliche Lichtfarbe erwünscht ist. Zum Beispiel in Gasthäusern oder in Wohnungen
* Neutral-weiße Leuchtstofflampen: werden in Räumen eingesetzt, in denen eher eine sachliche Atmosphäre herrschen soll. Lampen, deren Lichtfarbe zwischen natürlichem Tageslicht und gewohntem Glühlampenlicht liegt sind für Arbeitsräume ideal.
* Tageslichtweiße Lichtfarben (mit bläulich-weißer Lichtfarbe): Lampen, mit einer solchen Lichtfarbe, kommen nur sehr selten für allgemeine Beleuchtungszwecke infrage. [[27]](#footnote-27)

⚫ : Lichtfarben mit dieser Kennzeichnung, sind Lichtfarben mit dieser Kennzeichnung **X** vorzuziehen. ⚫ bevorzugt anwenden

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Lichtfarbenbezeichnung** | | | | | | | |
| warm-weiß | | | | neutral-weiß | | tageslicht-weiß | |
| 927 | 827 | 930 | 830 | 940 | 840 | 950 | 865 |
| Lebensmittelverkauf |  | X |  | ⚫ |  | ⚫ |  |  |
| Bäckerei |  | ⚫ |  | ⚫ |  |  |  |  |
| Schlachterei |  |  |  |  |  | ⚫ |  |  |
| Sport-, Spielwaren |  |  |  | ⚫ |  | ⚫ |  |  |
| Textilien, Lederwaren |  | ⚫ | ⚫ | X | ⚫ | X |  |  |
| Büro, Klassen |  |  |  | ⚫ |  | ⚫ |  |  |
| Sitzungsräume |  | ⚫ |  | ⚫ |  |  |  |  |
| Sporthalle |  |  |  | ⚫ |  | ⚫ |  |  |
| Museum |  | X | ⚫ |  | ⚫ |  | ⚫ |  |
| Gaststätte | ⚫ | ⚫ |  |  |  |  |  |  |
| Wohnung | ⚫ | ⚫ |  |  |  |  |  |  |
| Straße |  |  |  |  |  | ⚫ |  |  |
| Werkstatt |  |  |  |  |  | ⚫ |  |  |
| Lager |  |  |  |  |  | ⚫ |  |  |
| Grafische Gewerke |  |  |  |  | ⚫ |  | ⚫ | X |
| Kosmetik, Friseur | ⚫ | X | ⚫ | X | ⚫ | X |  |  |

**Test aus „Konsument“ 6/2010 veröffentlicht: 20. Mai 2010;**

**aktualisiert: 25.Mai 2010**

**„Schlechtes Zeugnis für Energiesparlampen“**

„In den Energiesparlampen schlummert riesiges Potenzial. 80 Prozent der zur Beleuchtung benötigten Energie könnten damit eingespart werden. In der Praxis können die Sparlampen die hohen Erwartungen jedoch noch nicht erfüllen, wie ein Test des Magazins "Konsument" ergab.“

**Die Leuchtkraft der Energiesparlampe lässt schnell nach**

**Es wurden sowohl 19 Lampen mit großem (E27) und kleinem Sockel (E14), als auch Reflektorlampen mit verschiedenen Sockeln untersucht. Lediglich drei Lampen erzielten ein „gutes“ Ergebnis. Elf von diesen 19 Lampen wurden sogar mit „wenig“ oder auch „nicht zufriedenstellend“ bewertet.**

**Hauptprobleme waren die Leuchtkraft, die sehr schnell nachgelassen hat, und die geringe Schaltfestigkeit. Sogar großen Marken wies Megaman oder Philips kann keine Garantie für Qualität gegeben werden. Sie stellten zwar die drei Lampen mit der Bewertung „gut“, aber die Modelle konnten weniger überzeugen.**

**Was den Preis betrifft, liegt er, pro Lampe, im Test zwischen 1,20 und 31Euro, bei den guten Modellen zwischen acht und 28 Euro.**

**Einigermaßen zufriedenstellend war die Bewertung der Brenndauer. 12 Lampen waren dabei, die nach Ende der Prüfung von 6.000 Stunden noch in Betrieb waren. Jedoch zwei Drittel der Lampen verloren frühzeitig an Helligkeit.**

Am schlechtesten schnitt eine Reflektorlampe von Osram ab. Sie erlitt ein technisches K.O nach bereits 834 Stunden. "Diese Lebensdauer schafft auch jede Glühbirne. Wenn eine Energiesparlampe nicht einmal ein Jahr lang verwendbar ist, dann ist ihr Einsatz aber weder ökonomisch noch ökologisch sinnvoll", zieht Mirko Bernhard, Energieexperte beim [Verein für Konsumenteninformation](http://www.konsument.at) ([VKI](http://www.vki.or.at/)), Bilanz[[28]](#footnote-28). Doch das ist noch nicht alles!

**70.000 Schaltzyklen für viele Lampen unerreichbar**

Ein weiteres Problem liegt in der mangelnden Schaltfestigkeit. Sechs, der überprüften Modelle, überstanden nicht einmal 10.000 Schaltzyklen. Lediglich acht überstanden mehr als 70.000 Schaltzyklen.

"Diese Zahl sollten Lampen jedoch erreichen, wenn sie in Nebenräumen wie Vorzimmer, WC oder Stiegenhäusern eingesetzt werden", so Bernhard.

„Sparlampen benötigen auch eine gewisse Zeit, bis sie ihre volle Leuchtkraft erreichen. Bei mehreren Lampen dauerte es jedoch bis zu vier Minuten, bis 80 Prozent der Helligkeit erreicht waren“. (Konsument)

**Quecksilbergehalt zu hoch**

"Dass dieser Test deutlich schlechter als jener im Vorjahr ausgefallen ist, liegt nur zum Teil an strengeren Testkriterien. Es ist zu befürchten, dass die Branche die stark gestiegene Nachfrage aufgrund des Glühlampenverbots nur mit reduzierter Qualitätssicherung decken konnte", so Bernhard.

Die Tester ziehen eine positive Bilanz, was Herstellung, Nutzung und Entsorgung angeht. Zwei Reflektorlampen haben sich als energieaufwändig erwiesen, doch der Quecksilbergehalt ist zu hoch.

"Das ist nicht zuletzt deshalb ein Problem, da Energiesparlampen immer noch häufig im Hausmüll landen. Die Lampen müssen aber zum Händler zurückgebracht werden, der diese dem Recycling zuführt“. (red)[[29]](#footnote-29)

Ein weiterer Artikel; Die Zeit: „Giftige Klimaschützer“

**Artikel vom 02. Dezember 2010; Die Zeit ONLINE**

Eine Stichprobe des Umweltbundesamtes hat gezeigt: Zerbrochene Energiesparlampen könnten Quecksilber freigeben und so die Gesundheit gefährden. Weitere Tests sind nötig.



„Das [Umweltbundesamt (UBA)](http://www.umweltbundesamt.de/) hat einen Bericht über Gesundheitsgefahren bei zerbrochenen Energiesparlampen veröffentlicht. Geht eine Lampe zu Bruch, könne das giftige Schwermetall Quecksilber in die Raumluft gelangen, heißt es in der Untersuchung. Eine Stichprobe des UBA zeige, dass nach dem Bruch einer Energiesparlampe die Quecksilber-Belastung um das 20-fache über dem Richtwert von 0,35 Mikrogramm/Kubikmeter für Innenräume liege. Allerdings wären für den wissenschaftlichen Nachweis Tests an wesentlich mehr Lampen nötig“.

„Das Quecksilber ist die Achillesferse der Energiesparlampen. Daher brauchen wir mittelfristig eine Lampentechnik, von der keine Quecksilberbelastung ausgeht", sagte UBA-Präsident Jochen Flasbarth. Die richtige und notwendige Energieeinsparung von bis zu 80 Prozent gegenüber Glühbirnen müsse einhergehen mit sicheren Produkten, von denen keine vermeidbaren Gesundheitsrisiken ausgehen“.

„Verbrauchern rät Flasbarth, in Kinderzimmern und an anderen Stellen mit erhöhtem Bruchrisiko Energiesparlampen einzusetzen, die mit einer Kunststoffummantelung oder anderen Schutzmaßnahmen gegen ein Zerbrechen gesichert sind. Die Industrie forderte er auf, mehr solcher Lampen anzubieten. Geschehe dies nicht freiwillig, müsse die EU das gesetzlich vorschreiben. Mittelfristig sollte Lampentechnik ganz auf Quecksilber verzichten. Zurzeit dürfen Energiesparlampen bis zu fünf Milligramm Quecksilber enthalten“.

„Wirklich repräsentativ ist der Test allerdings nicht, es ist nur eine Stichprobe. Dazu wurden zwei Energiesparlampen von europäischen Markenherstellern untersucht: eine mit zwei Milligramm und die andere mit fünf Milligramm Quecksilber. Beide hatten keine Schutzummantelung und wurden in heißem Zustand zerbrochen. Bei beiden Lampen wurden nach fünf Minuten und auch noch nach fünf Stunden in einem Meter Höhe über dem Fußboden Konzentrationen von Quecksilber gemessen“.

„Der Vorstand des Bundesverband der Verbraucherzentralen (vzbv), Gerd Billen, kritisierte, der Staat habe "bei der Produktsicherheit offenbar geschlafen". Es könne nicht sein, dass ein sicheres Produkt verboten und durch ein unsicheres ersetzt werde. Der vzbv verlangt zudem, dass Hersteller und Händler das Geld für Energiesparlampen, die beim Zerbrechen zu hohen Quecksilberbelastungen führen, zurückerstatten“.

„Herkömmliche Glühbirnen mit 100 Watt Leistung dürfen seit dem 1. September 2009 nicht mehr verkauft werden. Seit dem 1. September dieses Jahres gilt das Verbot auch für Birnen mit 75 Watt. Im Jahresabstand werden die 60-Watt- sowie schließlich die 40- und 25-Watt-Birnen vom Markt genommen. Ziel der Vorschrift, die in der Öko-Design-Richtlinie der EU steht, ist ein geringerer Stromverbrauch und damit weniger Ausstoß des Treibhausgases Kohlendioxid in die Umwelt“[[30]](#footnote-30).

**FAZIT**

Energiesparlampen sind bei weitem nicht so gut, wie es immer heißt. Weder was die Kosten noch die Umweltfreundlichkeit anbelangt.

Verwendung von Quecksilber und anderen Stoffen, die keineswegs umweltfreundlich sind, senkt ihren „guten“ Ruf deutlich. Sie landen im Hausmüll, was schädlich ist, anstatt sie zum Händler zurück zu bringen, der sie dann ordnungsgemäß recycelt.

Ein weiterer Kritikpunkt ist, das sie bis zu vier Minuten benötigt, bis sie gut 80 % der Leuchtkraft erreicht hat – sprich, 5 Minuten müssen einberechnet werden, bis die vollständige Leuchtkraft genutzt werden kann.

Durch das ständige Ein- und Ausschalten, und das ständige Warten auf die vollständige Leuchtkraft, erfordern Zeit und vor allem Geld –> Energiesparlampe eigentlich nicht günstiger.

Also, Energiesparlampen sind einzig und allein **SCHLECHTE** Beleuchtungskörper!!!

# Was ist eine LED (light emitting diode)?



Abbildung 6 LED Lampe[[31]](#footnote-31)

### Vorteile:

* Hohe Lichtausbeute pro Watt
* Extrem lange Lebensdauer (wird momentan mit 50.000 Std. angegeben)
* Gute Lichtqualität
* Unempfindlich vor Erschütterungen
* Gute Umwelt Verträglichkeit (Schaltrythmus, unabhängige Lebensdauer)

### Nachteile:

* Derzeit noch hohe Anschaffungskosten
* Lichtausbeute noch zu gering

**Vorteile:**

Hohe Lichtausbeute pro Watt:

Im Gegensatz zu einer Glühlampe die 40 Watt bei 400 lm (Lumen) benötigt, braucht eine LED max. 6 Watt.

Extrem lange Lebensdauer:

Durch die geringe Hitzeentwicklung bleibt die LED immer relativ kühl. Dadurch wird die Lebensdauer extrem erhöht (anders als bei der Glühbirne).

Gute Lichtqualität:

Anders als bei der Energiesparlampe muss nicht erst die volle Lichtausbeute erreicht werden, sondern bei der LED ist von Anfang an die gesamte Lichtstärke vorhanden.

Unempfindlich vor Erschütterungen:

Eine LED kann durch Erschütterungen nicht zerstört werden, da sich keine losen Materialien in der Lampe befinden.

Gute Umwelt Verträglichkeit:

Die LED enthält keine problematischen Stoffe und wird somit als gewöhnlicher Elektronikschrott entsorgt.

**Nachteile:**

Derzeit noch hohe Anschaffungskosten:

Durch die hohen Produktionskosten (größtenteils durch die noch geringe Produktionsmenge und wenig Bekanntheit) ist die Anschaffung noch relativ teuer.

Lichtausbeute noch zu gering:

Durch die hohe Wärmeempfindlichkeit der LED kann keine höhere Wattanzahl erreicht werden und dadurch ist die Lichtausbeute noch zu gering. Das Problem liegt noch bei den Kühlkörpern, deren Effizienz bei baulich gleichbleibender Größe noch erhöht werden muss, um eine höhere Lumenzahl als 600 zu erreichen

### Wirtschaftliche Vorteile:

* Die sehr lange Lebensdauer von 50.000 Stunden führt zu fast vollständiger

Wartungsvermeidung.

* Der hohe Wirkungsgrad von farbigen und weißen LEDs sorgt für einen geringen Energieverbrauch

### Technische Vorteile:

* LEDs haben eine hohe Funktionssicherheit
* LEDs können einfach gedimmt werden – im gesamten Bereich von 0 bis 100%
* Die Farbsteuerung bei RGB-Farbmischungen ist unkompliziert
* Mit LEDs kann gebündeltes Licht mit hoher Leuchtdichte erzeugt werden

### Vorteile für die Umwelt:

* Der geringe Energiebedarf von farbigen und weißen LEDs reduziert den Energieaufwand für Betriebe und Klimatisierung
* Langlebigkeit der LEDs bedeutet auch, dass weniger Altlampen anfallen[[32]](#footnote-32)

### Analysierung der 10 Watt LEDON LED Lampe

* Lichtstrom 600 Lumen
* Energieverbrauch 10 Watt
* normal dimmbar oder double-click (bei schnellem zweimaligem einschalten wird die Lichtleistung auf 30% minimiert)
* E27-Sockel (Sockel der konventionell gebräuchlich ist)
* Lebensdauer von 13 Jahren, bei ca. 5 Std. Verwendung pro Tag
* Kosten: 40 Euro (stand 04.12.10)

### Bei der Auswahl von LEDs ist zu beachten:

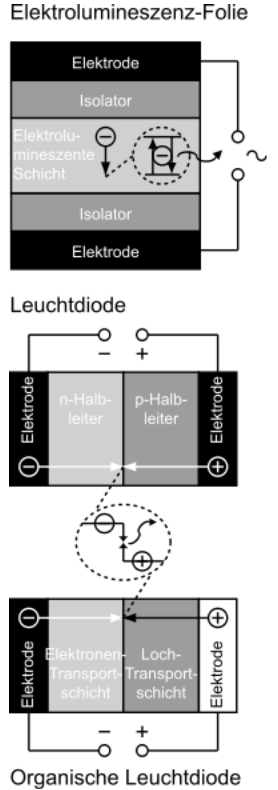
* Der Lichtstrom (bei Glühbirnen wurde immer von der Watt Anzahl ausgegangen, was jetzt nicht mehr zwingend möglich ist. Bei LEDs muss auf die Lumenanzahl geachtet werden)
* Farbtemperatur (gibt die „Wärme“ des Lichtes an)
* Farbwiedergabeindex (gibt an, wie hoch die Farbwiedergabe von Leuchtmitteln ist und orientiert sich dabei an der Glühlampe, die den höchstmöglichen Wert von 100 besitzt)

### Herstellmöglichkeiten der LED

LEDs sind grundsätzlich nur in Farben erhältlich. Um ihr Licht weiß erscheinen zu lassen, gibt es verschiedene Methoden:

* Leuchtdioden verschiedener Farben (grün, blau und rot) werden so kombiniert, dass sich ihr Licht gut vermischt, und so als weiß erscheint.
* Lumineszenz: Eine blaue LED wird mit photolumineszierendem Material (siehe unten) kombiniert (Fluoreszenzfarbstoff, Leuchtstoff). Dies ist die am häufigsten verwendete Methode, da es billiger ist, wenn man nur eine blaue LED verwendet, als eine Kombination aus mehreren Farben[[33]](#footnote-33)

### Das Funktionsprinzip der Lumineszenz



Es gibt drei Arten von Lumineszenzen

Die Chemolumineszenz, Elektrolumineszenz und Photolumineszenz

Die LED verwendet die Elektrolumineszenz. Hierbei wird an einen Festkörper eine Spannung angelegt, dieser von einem Strom durchflossen und dadurch zum Leuchten gebracht. [[34]](#footnote-34)

Quelle: <http://de.wikipedia.org/wiki/Elektrolumineszenz> dl. 17.02.2011

### Zeitliche Veränderung:

**Vergangene Jahre**

Früher wurde die LED größtenteils als Kontrolllampe für elektronische Komponenten verwendet. Vorteil war damals die geringe Größe, denn eine Kontrolllampe musste ja nichts beleuchten, sondern nur den momentanen Zustand des Gerätes anzeigen.

**Gegenwärtige Verwendung**

Durch die hohen CO² Emissionen und die Klimaerwärmung die wir zurzeit haben, muss CO² eingespart werden. Da die Glühbirne eine relativ geringe Lichtausbeute pro Watt Leistung besitzt, musste eine alternative her; die Energiesparlampe (Leuchtstofflampe). Da hierbei aber die problematische Herstellung und Entsorgung (schlechte Ökobilanz, minderwertiges Licht) ein Rückschritt darstellen, wird an einer Lichttechnik gearbeitet, die sich schon länger auf dem Markt befindet; die LED (light emitting diode oder auf Deutsch ,,Licht ausstrahlende Diode). LEDs werden derzeit meistens noch als Zusatzbeleuchtung verwendet.

**Zukünftige Entwicklung**

Die LED wird mit 99,9 %iger Sicherheit die Beleuchtungsmethode der Zukunft, nicht nur im privaten Bereich, sondern auch im Unternehmen, bei Fahrzeugen und bei der Beleuchtung von Objekten. LED-Licht enthält keine ultraviolette (UV) und infrarote (IR) Strahlung. LEDs können deshalb an vielen Orten eingesetzt werden, wo es bei anderen Lichtquellen problematisch werden würde wie z.B. in der Lebensmittelindustrie, zur Beleuchtung leicht ausbleichender Kunststoffe und empfindlicher Kunstwerken in Museen.[[35]](#footnote-35)

## Geschichte der LED

**1907:**

Henry Joseph Round entdeckt den physikalischen Effekt der Elektrolumineszenz

**1923:**

Loser untersucht die physikalischen Effekte der Elektrolumineszenz systematisch

**1948:**

Die ersten Transistoren wurden entwickelt

**1951:**

In diesem Jahr gelang die erste quantenphysikalische Beschreibung des LED-Effekts

**1962:**

Die allererste Lumineszenz Diode kommt auf den Markt

**80er- bis 90er-Jahre:**

Hochleistungs-LEDs in Rot, Gelb und Grün sind erhältlich

**1995:**

Die erste LED mit weißem Licht wird vorgestellt

**1997:**

Weiße LEDs kommen auf den Markt[[36]](#footnote-36)

## Das LED Funktionsprinzip

### 5mm LED:

Der elektronische LED-Chip liegt in einem Reflektor, der auf der Kathode befestigt wird. Der Reflektor bestimmt den Abstrahlwinkel der LED-Leuchte. Der LED-Chip wird wiederum durch einen Anschlussdraht (meistens wird dazu ein Golddraht verwendet) mit der Anode verbunden. Über dem gesamten System befindet sich eine Kunststofflinse. Bei der LED funktioniert die Erzeugung von Licht durch den Übergang zwischen dem Bereich des Elektronenüberschusses und des Elektronenmangels.[[37]](#footnote-37)

### High-Flux LED:

Der LED Chip sitzt direkt auf einem Basisträger, der mit der Anode und Kathode verbunden ist. Außerhalb befindet sich wieder eine Kunststofflinse.

Der Unterschied der beiden LED Typen ist, dass bei der High-Flux LED ein höherer Lichtstrom, der größtenteils auf der Zunahme der Chipgröße und Optimierung der Chipgeometrie basiert, besteht.[[38]](#footnote-38)

### Typische Einsatzbereiche für LEDs:

Signalanlagen und Ampeln, weil hierbei eine hohe Leuchtdichte und eine lange Lebensdauer gewährleistet wird.

Instrumenten- und Displaybeleuchtung im Bereich der Automobilbeleuchtung, da die Niederspannung den leichten Einbau ins Bordnetz ermöglicht und eine lange Lebensdauer (kein Lampenwechsel) benötigt wird.

Zur Effektbeleuchtung, Werbung und Lichtinszenierung, weil eine Lichtdimmung ermöglicht wird und die LED leicht schalt- und steuerbar ist.

Display Beleuchtung da extrem kompakte Leuchten und eine niedrige Betriebstemperatur erreicht werden kann.

Sicherheitszeichen für Rettungswege, hohe Zuverlässigkeit, Sofortstart

Vitrinen- und Museumsbeleuchtung, bei der auch empfindliche Objekte aus kurzer Entfernung mit IR und UV freiem Licht angestrahlt werden können

Als Arbeitsplatzleuchten z.B. in der Industrie bei Maschinen beweist die LED ihre Immunität gegen Vibrationen

Zur Verwendung als Unterwasserleuchten, da bei der benötigten Kleinspannung keine Gefahr von übermäßigen Strohmflüssen besteht

Perfekt zur Außenbeleuchtung, da sie eine sehr qualitativ hochwertige und niedrig energieaufwändige Lichtquelle ist, zudem ist ihre Lebensdauer extrem lang. [[39]](#footnote-39)

## OLED

Die Weiterentwicklung der LED stellt die OLED (organische LED) dar. Sie besteht aus organischen, halbleitenden Materialien. [Stromdichte](http://de.wikipedia.org/wiki/Stromdichte) und [Leuchtdichte](http://de.wikipedia.org/wiki/Leuchtdichte) sind dadurch geringer, als bei einer LED. Der Hauptvorteil davon ist, dass sie sich billiger herstellen lässt, aber dafür momentan noch kurzlebiger ist.

Haupteinsatzgebiet der OLED ist im Moment der Einsatz in Displays, solche wie der von Fernsehern und Bildschirmen. OLED Displays sollen in Zukunft die Flüssigkristallbildschirme (LCDs) ablösen. Das Problem ist dabei momentan noch, dass die drei eingesetzten Farben (rot, grün, blau) unterschiedlich schnell altern. Im Jahr 2008 wurde eine 50%ige Nutzlebensdauer von 150.000 Stunden erreicht. Große OLED-Bildschirme sind aber bisher noch nicht zu wettbewerbsfähigen Preisen herstellbar. Sie werden aber auch schon häufig zur Beleuchtung von Großräumen eingesetzt.

Das Besondere an diesen OLED-Displays ist die Verwendungsmöglichkeit als biegsamer Bildschirm oder als elektronisches Papier. Die Vorstellung, an jedem beliebigen Ort einen „Bildschirm“ erscheinen zu lassen oder eine Lichtquelle zu platzieren, wäre genial.

### Vorteile:

Vergleich zu einem LCD Display: Da sich OLED Displays auf so ziemlich jedes Material aufdrucken lässt, würde man sich für die Herstellung enorme Kosten sparen. Außerdem könnte man z.B. ein OLED-Display in ein Kleidungsstück integrieren oder aufrollbare Bildschirme durch die verwendeten Materialien herstellen lassen.

Ein weiterer Vorteil gegenüber LCD Bildschirmen ist der deutlich höhere Kontrast, da OLED-Displays keine Hintergrundbeleuchtung benötigen, weil im Gegensatz zur LCD Technologie keine separate Hintergrundbeleuchtung benötigt wird, sondern die OLED Oberfläche selbst farbiges Licht emittiert. Dadurch lässt sich wiederum der Energieverbrauch senken. Zusätzlich wird ein Einsatz in kleinen Geräten wie Handys, Notebooks etc. besser ermöglicht.

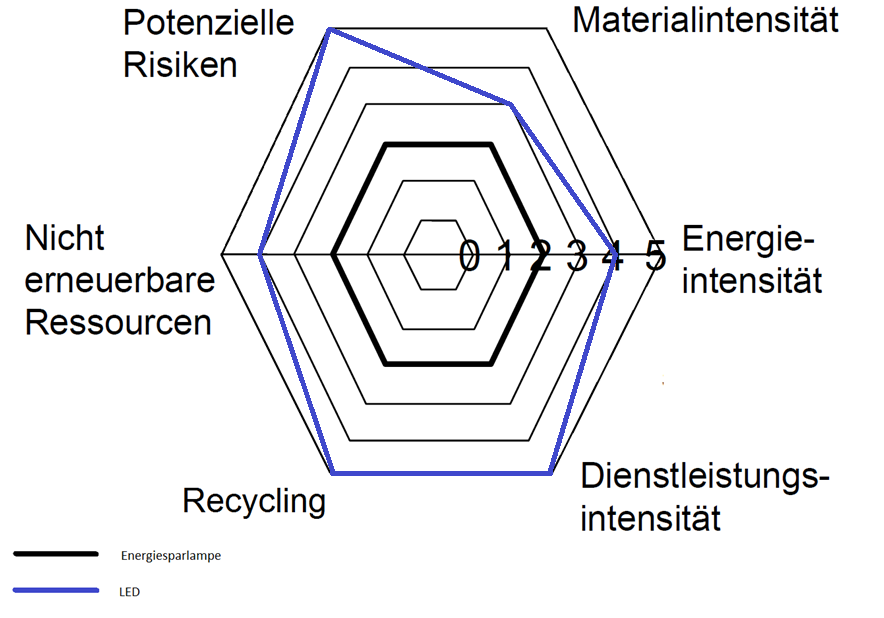
Die Reaktionszeit von OLED-Displays ist zudem um das 1000 fache besser als bei LCD Bildschirmen. [[40]](#footnote-40)

### Nachteile:

Zu nennen wäre eine geringere thermische Stabilität, sowie ein aufwändigeres Reinigungsverfahren und die um einiges größere Empfindlichkeit durch Korrosion bei Sauerstoff- und Feuchtigkeitseintritt.[[41]](#footnote-41)

Auf dem Vortrag ,,Säulen der Energieautonomie“ denn wir uns durch das ökosoziale Qualitätsmanagement angesehen haben, gab es am Ende des Vortrags für VN Kunden eine gratis LEDON LED die bereits weiter oben analysiert wurde. Einen Ausschnitt aus dieser Aktion sehen sie hier:

# Analyse des ÖKO-Kompasses



**Materialintensität**: Zur Herstellung der Energiesparlampe wird Quecksilber, welches sehr Energieintensiv ist Die LED wird aus elektronischen Bauteilen gefertigt die den LED-Chip, Anode und Kathode miteinschließt. Zusätzlich wird noch ein Golddraht und eine Kunststofflinse benötigt. Die Kunststofflinse muss aus Erdöl hergestellt werden, dazu wird aber nur eine verschwindend geringe Menge benötigt und hier könnten sicher Alternativen verwendet werden.

**Energieintensität**: Die Herstellung der LED ist so gut wie nicht energieintensiv. Im Alltagsleben benötigt sie noch ein gutes Stück weniger Energie als die Leuchtstofflampe.

**Dienstleistungsintensität**: Die Wartungskosten der LED sind gegenüber der Energiesparlampe noch einiges geringer, da die LED eine noch höhere Lebensdauer besitzt.

**Nicht effizient recycelter Abfall**: Die Recyclung von Quecksilber ist sehr problematisch, da beachtet werden muss, dass es ein sehr giftiges Material ist. Im Gegensatz zur LED kann alles recycelt werden.

**Nicht erneuerbare Ressourcen**: Bei der LED wie auch bei der Energiesparlampe kann hier das verwendete Kunststoff erwähnt werden. Da es aus Erdöl gewonnen wird, könnte das in Zukunft durch die immer geringer werdenden Erdölvorräte ein Problem darstellen.

**Potenzielle Risiken**: Die LED stellt gegenüber der Energiesparlampe ein geringes potenzielles Risiko dar, da die Ausfallquote relativ gering ist und sie im Gegensatz zur Energiesparlampe viel weniger elektronische Komponenten besitzt.

## Quellenverzeichnis

Internet:

[http://www.biobay.de](http://www.biobay.de/artikel/serie-leuchtmittel-teil-1-gluehbirnen-licht-durch-waerme)

[http://commons.wikimedia.org](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gluehlampe_01_KMJ.jpg)

[http://upload.wikimedia.org](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d5/Halogen-Gluehbirne.jpg)

[http://de.wikipedia.org](http://de.wikipedia.org/wiki/Glühlampe)

[http://www.stromvergleich.org](http://www.stromvergleich.org/stromtipps/beleuchtung/gluehbirne/geschichte-gluehlampe.html)

[http://www.dieenergiesparlampe.de](http://www.dieenergiesparlampe.de/gluehlampenverbot/)

[www.zeit.de/Suche](http://www.zeit.de/Suche): Energiesparlampe/ Artikel Nr.8; „Giftige Klimaschützer“, 2. Dezember 2010

[http://www.ledon-lamp.com](http://www.ledon-lamp.comg)

<http://www.bischofshofen.sbg.at/jpg/umwelt/gluehbirne.JPG> (Deckblatt)

Broschüren:

Broschüre „Energiesparlampen. Schön und kostengünstig

Konsument

Zieseniß –Lindemuth –Schmits, „Beleuchtungstechnik für den Elektrofachmann“, Hüthig & Pflaum Verlag

Fördergemeinschaft gutes Licht: LED – Licht aus der Leuchtdiode

Andreas Schulz u. Roland Heinz: Grundlagen der Lichterzeugung

**Eigenständigkeitserklärung:**

„Wir erklären hiermit an Eides Statt, das wir die vorliegende Arbeit selbständig und nur unter Zuhilfenahme der angeführten Literatur verfasst haben. „

Das Projektteam:

**Raphaela Küng Tamara Döllinger Mathias Eberharter**

**…………………….…….. ……………….…….……….. ……………………….………..**

**Dokumentation**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Datum | Name | Was wurde gemacht? |
| 1.10.10 | Raphaela,  Mathias | Damüls – Informationssuche: Internet |
| 9.11.10 | Raphaela,  Mathias | LEDON – Gespräch mit Nielson Erik |
| 14.12.10 | Tamara, Raphaela, Mathias | Zusammensitzen und allgemeine Besprechung |
| 22.12.10 | Tamara, Raphaela, Mathias | Landesbibliothek |
| 23.12.10 | Raphaela | Bücher – Wichtigkeiten ausarbeiten |
| 25.12.10 | Tamara | Informationen aus dem Internet, Vorwort, Ausarbeitung der Aufgaben |
| 27.12.10 | Tamara | 2. Teil der Ausarbeitung, Informationen aus dem Buch „Beleuchtungstechnik für den Elektrofachmann“ |
| 27.12.11 | Raphaela | Informationssammlung |
| 28.12.10 | Tamara | Broschüre über Energiesparlampen, Weitere Suche im Internet |
| 29.12.10 | Tamara | Grobe Fertigstellung |
| 1.1.11 | Tamara | Durchschauen und Versenden des Projektteils |
| 2.1.11 | Raphaela | Informationen aus dem Internet, Ausarbeitung der Glühlampe |
| 3.1.11 | Raphaela | Informationen aus dem Internet, Ausarbeitung Halogenlampe |
| 4.1.11 | Raphaela | Ausarbeitung Lichtausbeute und Lebensdauer |
| 6.1.11 | Raphaela | Ausarbeitung des Si-Lichtes sowie der Geschichte |
| 7.1.11 | Raphaela | Überarbeitung und Verbesserung der bisherigen Arbeit |
| 10.1.11 |  | **Abgabe zur Korrektur** |
| 22.1.11 | Raphaela | Überarbeitung der Glühlampe |
| 12.2.11 | Raphaela | Überarbeitung der Si-Lampe |
| 5.3.11 | Raphaela | Formatierung |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

1. <http://www.biobay.de/artikel/serie-leuchtmittel-teil-1-gluehbirnen-licht-durch-waerme> [↑](#footnote-ref-1)
2. <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gluehlampe_01_KMJ.jpg> [↑](#footnote-ref-2)
3. ## <http://www.biobay.de/artikel/leuchtmittel-teil-2-halogenlampen-getunete-gluehbirnen/129>

   [↑](#footnote-ref-3)
4. <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d5/Halogen-Gluehbirne.jpg> [↑](#footnote-ref-4)
5. <http://de.wikipedia.org/wiki/Glühlampe> [↑](#footnote-ref-5)
6. <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/fc/Spectre.svg> [↑](#footnote-ref-6)
7. <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5a/Color_temperature_sRGB.svg> [↑](#footnote-ref-7)
8. <http://www.stromvergleich.org/stromtipps/beleuchtung/gluehbirne/geschichte-gluehlampe.html> [↑](#footnote-ref-8)
9. <http://www.dieenergiesparlampe.de/gluehlampenverbot/> [↑](#footnote-ref-9)
10. <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f6/01_Spiral_CFL_Bulb_2010-03-08_(transparent_back).png> [↑](#footnote-ref-10)
11. Vgl. Broschüre „Energiesparlampen. Schön und kostengünstig“; OÖ Energiesparverband, Lustenau, 27.12.2010, Seite 3 [↑](#footnote-ref-11)
12. Vgl. Vgl. Broschüre „Energiesparlampen. Schön und kostengünstig“; OÖ Energiesparverband, Lustenau, 27.12.2010, Seite 4 [↑](#footnote-ref-12)
13. Vgl. Broschüre „Energiesparlampen. Schön und kostengünstig“; OÖ Energiesparverband, Lustenau, 27.12.2010, Seite 5 [↑](#footnote-ref-13)
14. ([www.konsument.at/Suche](http://www.konsument.at/Suche): Lebensdauer einer energiesparlampe/Artikel/ Artikel 5: Energiesparlampe Licht und Schatten) [↑](#footnote-ref-14)
15. Vgl. Broschüre „Energiesparlampen. Schön und kostengünstig“; OÖ Energiesparverband, Lustenau, 27.12.2010, Seite 6 [↑](#footnote-ref-15)
16. Vgl. [www.wikipedia.de/Kompaktleuchtstofflampe](http://www.wikipedia.de/Kompaktleuchtstofflampe), dl 27.12.2010 [↑](#footnote-ref-16)
17. Vgl. [www.wikipedia.de/Kompaktleuchtstofflampe](http://www.wikipedia.de/Kompaktleuchtstofflampe), dl 27.12.2010Bei [↑](#footnote-ref-17)
18. [www.konsument.at/Energiesparlampen:Quecksilber](http://www.konsument.at/Energiesparlampen:Quecksilber) Ausgabe 2/2011, dl 12.3.2011 [↑](#footnote-ref-18)
19. Vgl. [www.wikipedia.de/Kompaktleuchtstofflampe](http://www.wikipedia.de/Kompaktleuchtstofflampe), dl 27.12.2010 [↑](#footnote-ref-19)
20. Vgl. [www.wikipedia.de/Kompaktleuchtstofflampe](http://www.wikipedia.de/Kompaktleuchtstofflampe), dl 27.12.2010 [↑](#footnote-ref-20)
21. [www.wikipedia.de/kompaktleuchtstofflampe](http://www.wikipedia.de/kompaktleuchtstofflampe) -> Lichtfarbe, dl 12.3.2011 [↑](#footnote-ref-21)
22. [www.wikipedia.de/Kompaktleuctstofflampe/Dimmbarkeit](http://www.wikipedia.de/Kompaktleuctstofflampe/Dimmbarkeit) ->Dimmern -> Thyristorsteller -> Netzwechselspannung, dl 12.3.2011 [↑](#footnote-ref-22)
23. Vgl. [www.wikipedia.de/Kompaktleuchtstofflampe](http://www.wikipedia.de/Kompaktleuchtstofflampe), dl 27.12.2010 [↑](#footnote-ref-23)
24. Vgl. [www.wikipedia.de/Kompaktleuchtstofflampe/](http://www.wikipedia.de/Kompaktleuchtstofflampe/) Flimmern, dl 12.3.2011 [↑](#footnote-ref-24)
25. Vgl. [www.wikipedia.de/Kompaktleuchtstofflampe](http://www.wikipedia.de/Kompaktleuchtstofflampe), dl 27.12.2010 [↑](#footnote-ref-25)
26. Zieseniß –Lindemuth –Schmits, „Beleuchtungstechnik für den Elektrofachmann“, Hüthig & Pflaum Verlag [↑](#footnote-ref-26)
27. Zieseniß –Lindemuth –Schmits, „Beleuchtungstechnik für den Elektrofachmann“, Hüthig & Pflaum Verlag [↑](#footnote-ref-27)
28. Vgl. Konsument -> wwww.konsument.at/ Energiesparlampe, TEST: „Schlechtes Zeugnis für Energiesparlampen“ -> Energiesparlampe Im Dämmerlicht vom 20.05.2010 [↑](#footnote-ref-28)
29. Vgl. Konsument -> wwww.konsument.at/ Energiesparlampe, TEST: „Schlechtes Zeugnis für Energiesparlampen“ -> Energiesparlampe Im Dämmerlicht vom 20.05.2010 [↑](#footnote-ref-29)
30. [www.zeit.de/Suche](http://www.zeit.de/Suche): Energiesparlampe/ Artikel Nr.8; „Giftige Klimaschützer“, 2. Dezember 2010 [↑](#footnote-ref-30)
31. <http://www.ledon-lamp.com/media/images/10W_LED_E27_A5.png> (vom 28.12.2010) [↑](#footnote-ref-31)
32. Fördergemeinschaft gutes Licht: LED – Licht aus der Leuchtdiode [↑](#footnote-ref-32)
33. <http://de.wikipedia.org/wiki/LED> (vom 24.11.2010) [↑](#footnote-ref-33)
34. Andreas Schulz u. Roland Heinz: Grundlagen der Lichterzeugung [↑](#footnote-ref-34)
35. Fördergemeinschaft gutes Licht: LED – Licht aus der Leuchtdiode [↑](#footnote-ref-35)
36. Fördergemeinschaft gutes Licht: LED – Licht aus der Leuchtdiode [↑](#footnote-ref-36)
37. Fördergemeinschaft gutes Licht: LED – Licht aus der Leuchtdiode [↑](#footnote-ref-37)
38. Andreas Schulz u. Roland Heinz: Grundlagen der Lichterzeugung [↑](#footnote-ref-38)
39. Fördergemeinschaft gutes Licht: LED – Licht aus der Leuchtdiode [↑](#footnote-ref-39)
40. <http://de.wikipedia.org/wiki/OLED> (vom 2.12.2010) [↑](#footnote-ref-40)
41. Andreas Schulz u. Roland Heinz: Grundlagen der Lichterzeugung [↑](#footnote-ref-41)