

# Abschied von der Glühlampe



Schlechte Farbwiedergabe, fahles Licht, kalte Atmosphäre – müssen sich KonsumentInnen aus Energiespargründen mit einer schlechten Lichtqualität zufrieden geben?

## Die Verordnungen der EU-Kommission

Die Verordnung (EG) Nr. 244/2009 der Kommission vom 18. März 2009 zur Durchführung der Richtlinie 2005/32/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Haushaltslampen mit ungebündeltem Licht legt fest, dass in 6 Stufen, beginnend mit dem 1. September 2009 und endend mit dem 1. September 2016, schrittweise strengere Anforderungen an die Energieeffizienz von Lampen zur Anwendung kommen. Als Folge dürfen Glühlampen, aber später auch Halogenlampen (ohne gebündeltes Licht), soweit sie zur Allgemeinbeleuchtung bestimmt sind, nicht mehr im Handel angeboten werden.

Eine weitere Verordnung (EG) Nr. 245/2009 vom 18. März 2009 legt Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Leuchtstofflampen ohne eingebautes Vorschaltgerät, Hochdruckentladungslampen sowie Vorschaltgeräte und Leuchten zu ihrem Betrieb fest. In diesem Bereich wird es zu keinen Verboten kommen, die betroffene Industrie wird weniger energieeffiziente Produkte freiwillig vom Markt nehmen.

## Die Europäische Kommission verbietet eine ganze Produktgruppe – die betroffene Industrie applaudiert!

Nimmt man den mühsamen Prozess zum Vergleich, in dem vor Jahren die europäischen Länder die Automobilindustrie zwangen, Abgaskatalysatoren einzubauen, so erstaunt im Vergleich die mühelose Einigung der Europäischen Kommission mit der Lampenindustrie – oder war es eine Einigung der Lampenindustrie mit der Europäischen Kommission? Hier scheint es jedenfalls zu einer Art „Minuswiderstand“ der betroffenen Industrie gegenüber dem Verbot eines Teils ihrer Produktpalette gekommen zu sein. Das stimmt nachdenklich. Üblicherweise sind Europäische Kommission wie Industrie Herolde der freien Märkte. In freien Märkten sollten minderwertige Produkte vom Markt verschwinden, wenn es bessere Angebote gibt. Sollte die Energiesparlampe nicht gut genug sein, um die Glühlampe vom Markt zu verdrängen? Sollte die Glühlampe nicht schlecht genug sein, um durch die Energiesparlampe verdrängt werden zu können?

Sehen wir uns ein paar Präzedenzfälle für Technologieänderungen unter dem Einfluss von Marktkräften und unter dem Einfluss von Regulationen an.

## Beispiele kontra staatliche Regelung und pro Markt

Mussten Schwarzweiß-Fernsehgeräte verboten werden, damit Farbfernsehgeräte eine Chance bekamen? Gab es Verschrottungsprämien für Schreibmaschinen, damit der PC den Weg zu fast jedem Arbeitsplatz finden konnte? Hat man das Festnetz abgedreht, damit Handys auf dem Markt Fuß fassen konnten? Wurde der Verkauf von Kleinbildfilmen zugunsten der Digitalfotografie untersagt?

## Beispiele pro staatliche Regelung und kontra Markt

Hätte sich der Abgas-Katalysator ohne gesetzlichen Zwang durchgesetzt? Wäre es nur auf Druck mündiger KonsumentInnen zu einer zusätzlichen Kennzeichnung von verpackten Lebensmitteln mit Kilopreisen gekommen? Hat der freie Markt oder die Europäische Kommission für niedrigere Bankspesen bei Auslandsüberweisungen oder für günstigere Roamingtarife bei Auslandstelefonaten in Mobilnetzen gesorgt?

## In welche Beispielreihe gehört das Glühlampenverbot?

Die Beispiele pro und die Beispiele kontra staatliche Regulation zeigen untereinander Gemeinsamkeiten. In den Kontra-Beispielen, wo der Markt gut funktionierte, geht es um persönlich erlebbare Produktvorteile. In den Pro-Beispielen geht es um Vernunftargumente, Umweltschonung, faire Konsumenteninformation und um die Verbilligung von Dienstleistungen, an deren Qualität sich im übrigen nichts ändert.

Gibt es Umwelt- und Vernunftgründe für das Glühlampenverbot? Ja, die gibt es. Der relativ hohe Energieverbrauch und die Ineffizienz der Glühlampen belasten die Gesellschaft und die Umwelt, machen aber im privaten Bereich keine Sorgen. Nimmt man die Leistungsaufnahme der gleichzeitig in einem durchschnittlichen Privathaushalt betriebenen Glühlampen mit 500 W, die durchschnittliche tägliche Betriebsdauer mit 4 Stunden und den Strompreis mit 0,17 EUR/kWh

## Informationen

IBO – Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie  
Dr. Tobias Waltjen  
A-1090 Wien, Alserbachstr. 5/8  
fon: +43/1/3192005-21  
email: tobias.waltjen@ibo.at  
www.ibo.at

an, so beträgt die tägliche Lichtrechnung 0,34 EUR. Auch das gelegentliche Wechseln einer ausgebrannten Glühlampe bringt im Privathaushalt niemanden aus der Ruhe. Das spricht für ein staatliches Verbot und gegen das Vertrauen auf Marktkräfte, die die Glühlampe noch lange auf dem Markt halten würden. Denn vom Standpunkt der volkswirtschaftlichen Betrachtung, die mit Millionen von Haushalten rechnet, ist die Energieeffizienz ganz und gar nicht irrelevant.

Gibt es persönlich erlebbare Produktvorteile der Glühlampe? Ja, die gibt es! Es sind die Lichtfarbe und die Farbwiedergabequalität, die es in dieser Kombination bei keiner anderen elektrischen Lampe gibt. Das Glühlampenverbot bedeutet eben auch, dass ein aus Endverbrauchersicht besseres Produkt zugunsten eines schlechteren vom Markt genommen wird. Deswegen die Aufregung.

In diesem Artikel möchte ich die Vorteile der Glühlampe analysieren und zeigen, bei welchen anderen Lampen diese Vorteile auch nach dem Abschied von der Glühlampe noch zu finden sein werden.

**Lichtfarbe und Farbwiedergabequalität: „Das Licht ist schrecklich!“**

„Das Licht ist schrecklich!“ sagen die Leute über die Energiesparlampen. Was meinen sie damit? Sie meinen zum Beispiel das Flimmern alter Leuchtstofflampenanlagen, die mit der 50 Hz-Wechselfrequenz des Netzstroms erloschen und wieder aufleuchteten. Bei neuen Anlagen mit elektroni-

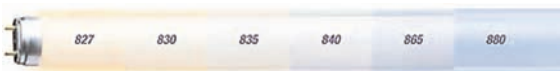
schen Vorschaltgeräten (EVG) existiert dieses Problem nicht mehr. Die Netzfrequenz wird durch diese Geräte in den kHz-Bereich transformiert. Oder sie meinen Leuchtstofflampenanlagen mit einer kühleren Lichtfarbe mit hohem Blauanteil und geringem Rotanteil. In Verbindung mit zu geringen Beleuchtungsstärkewerten entsteht dadurch eine Lichtstimmung wie an einem nebligen Wintertag – grau, trostlos. Abhilfe schafft eine ausreichende Dimensionierung der Beleuchtungsanlage oder Lampen mit einer wärmeren Lichtfarbe. Leuchtstofflampen und vor allem Energiesparlampen gibt es seit einiger Zeit mit erhöhten Gelb- und Rotanteilen, die „warmweißes“ – auf den ersten Blick glühlampenähnliches – Licht aussenden. Auf den zweiten Blick zeigt sich aber, dass mit der Lichtfarbe noch nicht alles über die Lichtqualität gesagt ist.

Im direkten Vergleich mit einer Glühlampe (oder einer Halogenlampe oder mit Tageslicht) wirken die Farben in der Beleuchtung einer Standard-Leuchtstofflampe oder Energiesparlampe weniger frisch, alles scheint hinter einem feinen Grauschleier zu liegen, auch schwarze Buchstaben auf weißem Papier zeigen weniger Kontrast. Dafür ist bei „warmweißer“ Lichtfarbe alles wie mit einer gelben Sauce übergossen. So zeigt sich der wichtigste Grund für den Eindruck des „schrecklichen Lichts“ der Leuchtstoff- und Energiesparlampen: der schlechte Farbwiedergabewert.

**Beachten Sie den Farbkennwert!**

Entladungslampen, zu denen Leuchtstoffröhren und Energiesparlampen gehören, sind mit einem Farbkennwert gekennzeichnet, einer dreistelligen Zahl. Ein typischer Farbkennwert ist z.B. 827. Die 27 steht für eine Farbtemperatur von 2700 K, das erwähnte glühlampenähnliche „warmweiß“.

Abb. 1: Farbcodierung für Entladungslampen Quelle: Osram



Tab. 1: Farbwiedergabewerte: Codierung und Beurteilung

Internationaler Farbcode (auf Lampen und Verpackungen)	Farbwiedergabewert nach DIN 6169-2	verbale Beurteilung durch die Lampenindustrie (Quellen: Osram, Philips)	verbale Beurteilung in Anlehnung an ÖNORM EN 12464-1:2002 für „Innenräume, in denen Menschen für längere Zeit arbeiten oder sich aufhalten“ (§ 4.6.2)
9xx	90 < R <sub>a</sub> < 100	sehr gut	gut bis sehr gut
8xx	80 < R <sub>a</sub> < 90	gut	ausreichend (Mindestanforderung)
7xx	70 < R <sub>a</sub> < 80	gut, befriedigend	ungenügend
6xx	60 < R <sub>a</sub> < 70	mäßig	ungenügend
	40 < R <sub>a</sub> < 60	genügend	ungenügend
	40 < R <sub>a</sub> < 60	gering	ungenügend
	R <sub>a</sub> < 40	ungenügend	ungenügend

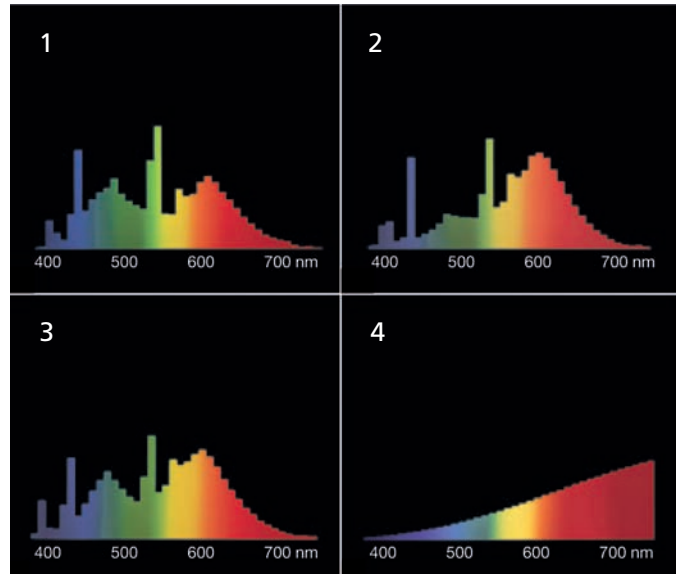


Die 8 steht für die Farbwiedergabeklasse 8, entsprechend einem Farbwiedergabeindex  $80 < R_a < 90$ . Die Glühlampen und Halogenlampen haben definitionsgemäß einen  $R_a = 100$ . Die Farbwiedergabeklasse 8 ist der Standard. Niedrigere Klassen, wie 7 oder 6 sind laut Önorm EN 12464-1:2002 für die Beleuchtung von Räumen, die für den dauernden Aufenthalt von Personen bestimmt sind, nicht geeignet. Für Straßenbeleuchtung z.B. leisten sie aber gute Dienste.

Leuchtstofflampen werden auch mit Farbwiedergabeklasse 9 angeboten, für „Druckereien, Shops, Museen, Lackierhallen, Krankenhäusern, Arztpraxen“ (Philips), für „besonders hohe, professionelle Lichtansprüche, für bestmögliche Farberkennung, Verkaufsraumbelichtung, Museen und Galerien, industrieller Bereich“ (Osram).

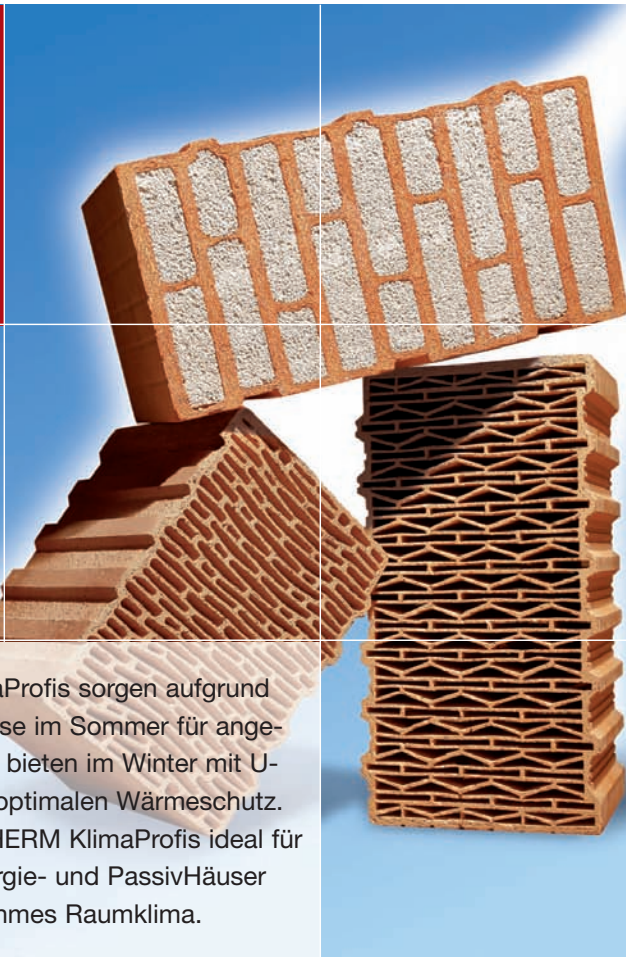
Mit dieser Eignung für „besonders hohe“ Ansprüche, die auch besonders teuer zu bezahlen ist, reichen sie aber gerade erst an die Farbwiedergabequalität einer Glüh- oder Halogenlampe heran. Deshalb wird man in Lebensmittel- und Textilgeschäften, wo Ware attraktiv präsentiert werden muss, Leuchtstofflampen nur als Allgemeinbeleuchtung finden. Wo die Ware zu beleuchten ist, findet man zusätzlich Halogenlampen oder spezielle Halogenmetaldampflampen mit hoher Farbwiedergabequalität. ➤

Abb. 2: Die Norm teilt die Lichtfarben der Lampen in drei Gruppen tageslichtweiß ( $tw > 5.300\text{ K}$ ), neutralweiß ( $nw\ 3.300\text{--}5.300\text{ K}$ ) und warmweiß ( $ww < 3.300\text{ K}$ ) ein. Als Beispiel sind hier die Spektren von Leuchtstofflampen der drei Gruppen tw, nw und ww (Bild 1–3) gezeigt. Die Glühlampe weist im Vergleich dazu ein kontinuierliches Spektrum auf (Bild 4). Quelle: [www.licht.de](http://www.licht.de)



## POROTHERM KlimaProfis

Ideales Raumklima  
zu jeder Jahreszeit.



  
**Wienerberger**  
Building Value

Die POROTHERM KlimaProfis sorgen aufgrund der hohen Speichermasse im Sommer für angenehm kühle Räume und bieten im Winter mit U-Werten ab  $0,14\text{ W/m}^2\text{K}$  optimalen Wärmeschutz. Damit sind die POROTHERM KlimaProfis ideal für ökologische Niedrigenergie- und Passivhäuser und sichern ein angenehmes Raumklima.

Tab. 2: Lichtfarben und Farbwiedergabe verschiedener Lampenarten

	Lichtfarben (Farbtemperatur in K)	Farbwiedergabeindex R <sub>a</sub>
Glühlampen	2700	100
Halogenlampen	2700 – 4100	100
Leuchtstofflampen Farbcode 9xx	3000, 4000, 5000, 5400, 6500	90–98
Standard Leuchtstofflampen und Energiesparlampen Farbcode 8xx	2700, 3000, 3500, 4000, 5000, 6500, 8000	80–89
Halogen-Metaldampflampen Farbcode 9xx	3000, 4200, 5100–5900	> 90
LED-Lampen mit Lichtfarbe weiß	2700 – 4700	65–85

**Ein fehlender Nachteil als Vorteil: Quecksilber**

Glühlampen und LED-Lampen enthalten kein Quecksilber. Alle Leuchtstofflampen wie Energiesparlampen aber auch Metaldampfhalogenlampen benötigen hingegen Quecksilber für ihre Funktion. Früher enthielt eine Leuchtstoffröhre bis zu 20 mg Quecksilber, heute sind es nur mehr 1–2 mg. Der Referenzwert im Anhang V der eingangs zitierten Verordnung (EG) Nr. 244/2009 gibt 1,4 mg für energieeffiziente Leuchtstofflampen an. Der Quecksilbergehalt muss ab April 2010 Teil der Produktinformation sein und es müssen Hinweise zum Beseitigen der Scherben bei versehentlichem Bruch der Lampe gegeben werden (Anhang 2, Absatz 3.2 der Verordnung).

Gerne wird der Quecksilbergehalt in Energiesparlampen gegen Quecksilber aufgerechnet, das bei der Stromerzeugung aus Steinkohle anfällt. Derzeit wird in Europa 16 % der elektrischen Energie aus Steinkohle gewonnen. Ohne den übermäßigen Stromverbrauch der Glühlampen könnten es weniger sein, so wird argumentiert.

Das Argument hat aber ein Ablaufdatum. Es ist mittelfristig möglich und wünschenswert die Erzeugung von Strom aus Steinkohle einzustellen. Und schon in den nächsten Jahren könnten LED-Lampen eine quecksilberfreie und energieeffiziente Alternative zur Glühlampe werden.

**Lampenentsorgung – nicht dasselbe für Profis und Private!**

Im Büro- und Arbeitsstätten sind Leuchtstofflampen seit Jahrzehnten dominant. Die Beleuchtung wird professionell geplant, die Wartung liegt in den Händen von Fachpersonal. Eine geregelte Entsorgung und damit eine gute Recyclingquote von quecksilberhaltigen Lampen kann unter solchen Bedingungen erwartet werden.

Im privaten Bereich werden Beleuchtungsanlagen vielfach nicht von Fachpersonal geplant und fast

immer privat gewartet. Umständliche Entsorgungswege werden da nur allzu gern abgekürzt.

**Zusammenfassung**

Die Kombination aus warmer Lichtfarbe und hoher Farbwiedergabequalität bleibt ein Alleinstellungsmerkmal der Glühlampe und – mit Abstrichen wegen der höheren Leuchtdichte – der Halogenlampe, die beide (die eine früher, die andere später) vom Glühlampenverbot betroffen sein werden.

Für den Wohnbereich bleiben sie dennoch die erste Wahl – es gibt derzeit keinen gleichwertigen Ersatz. Überlegenswert ist der Ersatz von Standard-Glühlampen durch Hochvolt-Halogenlampen mit Standard-Glühlampenfassung (E27 und E14), die mit verbesserter Effizienz und Lebensdauer aufwarten.

Wo höhere Farbtemperaturen (= weißeres Licht) gewünscht oder zumindest kein Nachteil sind, wie Küche, Bad, Vorzimmer oder Räume mit zuwenig Tageslicht, die auch tagsüber zu beleuchten sind, bieten Leuchtstofflampen der Farbwiedergabeklasse 9 Vorteile: gute Farbwiedergabequalität mit Tageslichtcharakter, gute Energieeffizienz und sehr lange mittlere Lebensdauer (bis 20 000 Stunden), die sich bei vielen täglichen Betriebsstunden lohnen.

Halogen-Metaldampflampen sind im privaten Bereich kaum verbreitet. Sie können zwar die hervorragenden Werte der Farbwiedergabeklasse 9 erreichen, sie sind ebenso energieeffizient wie Leuchtstofflampen und haben eine hohe Lebensdauer. Aber sie sind teuer, benötigen Vorschaltgeräte und – vor allem – sie sind nur für längere zusammenhängende Betriebszeiten geeignet. Denn sie benötigen mehrere Minuten Anlaufzeit bis zum Erreichen der vollen Lichtstärke und können nach Abschalten nicht gleich wieder gezündet werden. Dementsprechend werden sie zu Schaufensterbeleuchtung und Warenpräsentation, zur Fassadenbeleuchtung von Gebäuden, in großen



Hallen und U-Bahnstationen, als Beleuchtung von Sportstadien, in Film- und Fernsehstudios eingesetzt. Im häuslichen Rahmen findet man sie nur als Aquarienbeleuchtung.

Bei LED-Lampen kontrastiert die allgemein geäußerte Überzeugung, sie seien das Licht der Zukunft mit der Spärlichkeit eines realen Angebots im Handel. Als Akzentbeleuchtung füllen sie eine Nische, in der bisher noch keine andere Lampenart war und wirken dort innovativ. LED-Lampen, die als Ersatz der Glühlampe in Frage kommen, sind noch Zukunftsmusik. Warten Sie, bis Sie LED-Lampen in der Schaufensterbeleuchtung von Geschäften für hochwertige Bekleidung oder Lebensmittel oder Blumen sehen. Sobald sie für Warenpräsentation gut genug sein werden, werden sie auch gut genug für zuhause sein.

Und die Energiesparlampe? Für sie spricht wenig. Ihre Vorteile der langen Lebensdauer und der hohen Energieeffizienz wiegen ihre Nachteile der schlechten Farbwiedergabequalität nicht auf. Wo vorhandene Standard-Glühlampenfassungen erhalten bleiben sollen, wo längere tägliche Brenndauern zu erwarten sind und eine bescheidene Lichtqualität ausreicht, mag es eine Anwendungsnische für Energiesparlampen geben. Zum Beispiel in der Außenbeleuchtung.

Tobias Waltjen  
IBO

## Lampenspektren und Farbwiedergabequalität

### Glühlampen sind Temperaturstrahler

Das Licht der Glühlampen ist nicht typisch für das Metall Wolfram, aus dem die Glühlampe besteht. Das Material wurde nur wegen seiner Hitzebeständigkeit gewählt. Das Licht ist typisch für die Temperatur der glühenden Wendel. Gegenstände, die infolge ihrer Temperatur leuchten (schwarze Strahler) senden Licht in einem breiten Wellenlängenbereich aus. Dieses Spektrum ist ohne Lücken, es ist kontinuierlich, hat aber einen Maximalwert bei einer Wellenlänge, die von der Temperatur abhängt: bei niedrigen Temperaturen im langwelligeren, roten Bereich, bei höheren Temperaturen in Richtung kürzerer Wellenlängen in den Blaubereich verschoben. Deswegen kann man einer Lichtfarbe eine „Farbtemperatur“ zuordnen, die der Temperatur eines schwarzen Strahlers bei dieser Lichtfarbe entspräche. Glühlampen haben ein kontinuierliches Spektrum, das gegenüber dem Himmelslicht in den Rotbereich verschoben ist. (siehe Abb. 2, Bild 4) Diese Farbverschiebung kann das Auge ausgleichen (chromatische Adaptation). Trotzdem sind Grün- und Blautöne unter Glühlampenlicht nicht gut zu unterscheiden.

### Leuchtstofflampen (Energiesparlampen) sind Entladungslampen

Das Licht der Leuchtstofflampe hat mit den Temperaturen im Inneren der Lampe nichts zu tun. Die Leuchteigenschaften hängen nur von den verwendeten Materialien ab. Quecksilberdampf wird elektrisch zur Lichtausstrahlung angeregt und sendet gemäß seiner atomaren Eigenschaften Licht im UV-Bereich aus. Diese unsichtbare Strahlung regt Leuchtstoffe an der Innenwand des Glaskolbens zum Leuchten an. Diese Leuchtstoffe senden Licht gemäß ihrer molekularen Eigenart aus, und zwar jeweils nur in einem engen Wellenlängenbereich. Damit das Licht nicht einfarbig wird, werden mehrere Leuchtstoffe kombiniert, damit Licht in drei (Standard) oder mehr Wellenlängenbereichen ausgesendet wird. Dazwischen bleiben Lücken im Spektrum, das deshalb nicht-kontinuierlich genannt wird. (siehe Abb. 2, Bilder 1–3)

Licht in drei Farben, die den Erregungsmaxima der drei in der Netzhaut des Auge wirkenden Zapfentypen entsprechen, kann weiß aussehen (Prinzip der additiven Farbmischung). Das gilt aber nur, wenn das Licht direkt gesehen oder von einer weißen Oberfläche gleichmäßig reflektiert wurde. Fällt ein Dreifarbenlicht aber auf die farbigen Oberflächen unserer Umwelt, so werden alle Farben grau aussehen, deren entsprechende Wellenlängen im Spektrum fehlen. Deshalb der Eindruck eines Grauschleiers.

### LED – Licht aus Halbleitern, Licht der Zukunft?

Licht emittierende Dioden (LED) verkörpern das dritte der physikalischen Prinzipien, nach denen technisch Licht erzeugt wird.

LEDs arbeiten mit benachbarten Halbleiterschichten, die jeweils mit unterschiedlichen Fremdatomen dotiert sind, von denen die einen einen Elektronenüberschuss gegenüber dem dotierten Halbleitermaterial einbringen (n-Gebiet) und die anderen (p-Gebiet) einen Elektronenmangel (Fehlstellen) erzeugen. Fließt Strom, und zwar Gleichstrom geringer Spannung (2–4 V), so werden die Elektronen-Ungleichgewichte ausgeglichen und die Energie wird als Photonen frei.

Die Wellenlängen und damit die Lichtfarbe des emittierten Lichtes hängen von den verwendeten Materialien ab. LEDs emittieren in einem sehr eng begrenzten Spektralbereich. Weißes Licht läßt sich erzeugen durch Farbmischung von roten, grünen und blauen LEDs oder durch Lumineszenz-Konversion: eine im blauen Bereich emittierende LED ist mit einem gelben Leuchtstoff ummantelt, der vom blauen Licht angeregt, gelbes Licht aussendet. Das blaue und das gelbe addieren sich zu weißem Licht.

LED-Lampen wird aufgrund ihrer Eigenschaften eine große Zukunft vorhergesagt. Bis die Zukunft zur Gegenwart geworden ist, ist noch ein wenig Geduld gefragt.

