

Beleuchtungstechnik mit geringerer Umweltbelastung

3. Ausgabe

Umweltbundesamt

18. März 2009

www.uba.de/energie/licht

Verfasser:

**Fachgebiet I 2.4
„Energieeffizienz“**

Christoph Mordziol

**Fachgebiet III 1.1
„Grundsatzfragen, Produkte und
Technik, Investitionsprogramm“**

Dr. Ines Oehme

III 1/ElektroG

Christiane Schnepel

Vorwort

Am 8. Dezember 2008 wurde auf EG-Ebene eine Vorentscheidung zu einer Verordnung mit Anforderungen an sogenannte Haushaltslampen gefällt. Inzwischen stimmte das Europaparlament zu. Über diese Verordnung haben viele Medien berichtet. Demgegenüber wenig beachtet wurde bisher eine andere Vorentscheidung auf EG-Ebene am 26. September 2008. Sie betrifft eine andere Verordnung, die auf üblicherweise in der Straßen- und der Bürobeleuchtung eingesetzte Lampen, Vorschaltgeräte und Leuchten zielt (Verordnung zu Nichthaushaltsbeleuchtung).

Für viele Bürger wie auch Firmen stellen sich die Fragen, welche Lampen es auch in Zukunft noch auf dem Markt geben wird und welche nicht und worin der Nutzen für die Umwelt besteht. Auf diese Fragen versuchen wir Antworten zu geben. Daneben gehen wir auf die Entsorgung von Kompaktleuchtstofflampen (KLL), umgangssprachlich auch als Energiesparlampen bezeichnet, ein.

Im **Teil A** ab Seite 6 finden Sie Antworten auf häufig gestellte Fragen. Gegenüber der 2. Ausgabe sind Fragen zu der Verordnung zu Nichthaushaltsbeleuchtung hinzugekommen. Der größte Teil der Antworten ist im **Teil B** ab Seite 14 ausführlicher erläutert. Neu behandelt werden dort Grundlagen der Lichttechnik und die Anforderungen der Verordnung zu Nichthaushaltsbeleuchtung im Überblick.

Der neue **Teil C** nennt Detaildaten als Ergänzung zu Teil B.

Bei der Anwendung der beiden Verordnungen soll der – ebenfalls neue – **Teil D** mit seinen Hinweisen helfen.

Zu der Bezeichnung „Energiesparlampe“:

Der Gebrauch der Bezeichnung „Energiesparlampe“ ist derzeit nicht reglementiert. Vielfach wird sie für Lampen einer bestimmten Technik verwendet: Kompaktleuchtstofflampen (KLL) mit eingebautem Vorschaltgerät. Teilweise tragen auch bestimmte Halogenlampen und LED-Lampen diese Bezeichnung. Die EG-Verordnung zu Haushaltslampen sieht vor, daß ab dem 1. September 2010 nur noch solche Lampen als „Energiesparlampen“ oder ähnlich bezeichnet werden dürfen, deren Leistungsaufnahme (Watt) um mindestens 75 v.H. niedriger ist als die einer Standardglühlampe gleicher Lichtleistung. Dies schließt dann alle Halogenglühlampen und bei den Kompaktleuchtstofflampen sowie LED-Lampen die weniger effizienten aus. Die Bedeutung der heute nicht eindeutigen Bezeichnung „Energiesparlampe“ wird sich damit wandeln. Deshalb verwenden wir die Bezeichnung Energiesparlampe in der vorliegenden Schrift nicht pauschal. Sofern es um Kompaktleuchtstofflampen mit eingebautem Vorschaltgerät geht, verwenden wir die Abkürzung KLL.

Zu der Kennzeichnung der Fußnoten:

Diese Schrift soll nicht nur den Leserinnen und Lesern dienen, die sich schon eine Zeit lang mit dem Thema beschäftigt haben, sondern auch denen, die mit Einzelheiten noch nicht so vertraut sind. Deshalb gibt es eine Reihe von Fußnoten, deren Inhalte nicht für alle Leserinnen und Leser wichtig sind. Um aber diejenigen, die mit Einzelheiten vertraut sind, nicht mit Hinweisen zu ermüden, deren Aussagen sie bereits kennen, sind die Fußnotenkennzeichen im Text so gestaltet, daß ohne einen Wechsel zu den Fußnoten erkennbar ist, welcher Art die gegebenen Hinweise sind. Damit soll unnötiges Hin-und-Herspringen entfallen. Neben diesem „sprechenden“ Zusatz sind die Fußnotenkennzeichen im Text mit einer fortlaufenden Nummer versehen. Bei der Fußnote selbst steht nur diese Nummer.

Kennzeichnung der Fußnote:	Inhalt der Fußnote
A1, A2, A4, ...	Erklärungen von Abkürzungen
B1, B2, B3, ...	Erklärungen von Bedeutungen (Organisationen, Geräte, Fachbegriffe usw.)
Q1, ...	Quellenangaben und Angaben zu Urheber- und Nutzungsrechten
V1, ...	Verweise auf weiterführende Aussagen in der vorliegenden Schrift oder in anderen Quellen
1, 2, 3, ...	sonstige Erklärungen und weiterführende Hinweise zum Inhalt des Textes

Inhalt:

neu:

Teil A: Kurz und knapp: Fragen zu Licht6**A 1 Begriffe und Bezeichnungen 6**

- ▶ Birne, Lampe oder Leuchte? 6
- ▶ Gibt es auch Halogen- und LED-Energiesparlampen? 6

A 2 Energiesparpolitik..... 7

- ▶ Warum wird denn „am Licht“ gespart? Gibt es nicht größere Stromsparmöglichkeiten an anderer Stelle? 7

A 3 Die EG-Verordnung zu sogenannten Haushaltslampen..... 7

- ▶ Warum gibt es die Verordnung? 7
- ▶ Ab wann gilt die Verordnung? 7
- ▶ Betrifft die Verordnung nur Haushaltslampen? 8
- ▶ Welche Lampenarten sind von der Verordnung betroffen? 8
- ▶ Werden Glühlampen verboten? 9
- ▶ Muß ich meine Glühlampen zuhause wegwerfen? 9
- ▶ Ab wann sind welche Glühlampen nicht mehr zu kaufen? 9

A 4 Die EG-Verordnung zu sogenannten Nicht-Haushaltslampen 10

- ▶ Ab wann gilt die Verordnung? 10
- ▶ Welche Lampenarten sind von der Verordnung betroffen? 10
- ▶ Welche Hochdruck-Quecksilberdampflampen sind von der Verordnung betroffen? 10
- ▶ Werden Hochdruck-Quecksilberdampflampen verboten? 11
- ▶ Ab wann werden Hochdruck-Quecksilberdampflampen vom Markt weichen müssen? 11
- ▶ Müssen Hochdruck-Quecksilberdampflampen, die bereits im Einsatz sind, wieder ausgeschraubt werden? 11
- ▶ Gibt es für die Kommunen eine Pflicht zur Umrüstung? 11
- ▶ Wird die Richtlinie 2000/55/EG zu Vorschaltgeräten weiterhin gelten? 12

A 5 Zu den Gebrauchseigenschaften von Lampen 12

- ▶ Brauchen KLL beim Einschalten mehr Strom als während einer Stunde im Betrieb? 12
- ▶ KLL geben deutlich weniger Wärme an die Raumluft ab als Glühlampen. Wenn ich sie einsetze, muß ich dann nicht im Winter mehr heizen? 12

A 6 Zu der Entsorgung von Lampen..... 13

- ▶ Wohin mit kaputten Lampen? 13

Teil B: Tiefergehende Erklärungen	14
B 1 Bezeichnungen und Grundlagen der Lichttechnik	14
B 1.1 Elektromagnetische Wellen	14
B 1.2 Strahlungsleistung.....	15
B 1.3 Ultraviolett-Strahlung (UV).....	15
B 1.4 Infrarot-Strahlung (IR).....	16
B 1.5 Sichtbares Licht	17
B 1.6 Einflüsse auf die Wahrnehmung des Auges für Helligkeit und Farben.....	17
B 1.6.1 Einfluß der Sehzellen	17
B 1.6.2 Individueller Einfluß	18
B 1.7 Lichtleistung/Lichtstrom.....	19
B 1.8 Lichtenergie	20
B 1.9 Raumwinkel und Lichtstärke	21
B 1.10 Beleuchtungsstärke und Leuchtdichte	22
B 1.11 Glühlampen.....	23
B 1.12 Energiesparlampen.....	24
B 2 Gebrauchseigenschaften von Lampen.....	26
B 2.1 Quecksilber in Leuchtstofflampen.....	26
B 2.2 Einfluß der Beleuchtung auf die Raumtemperatur und Beheizung	26
B 3 Entsorgung gebrauchter Lampen	28
B 3.1 Glühlampen.....	28
B 3.2 LED-Lampen	28
B 3.3 Leuchtstofflampen	28
B 4 Beitrag der Beleuchtung zum Stromsparen.....	30
B 4.1 Anteil der Beleuchtung am Stromverbrauch.....	30
B 4.2 Mögliche Stromverbrauchsminderungen bei der Beleuchtung.....	31
B 4.3 Gegenüberstellung möglicher Stromverbrauchsminderungen bei der Beleuchtung mit denen bei anderen Stromanwendungen	31
B 5 Die EG-Verordnungen	33
B 5.1 Die EG-Verordnung zu Haushaltslampen	34
B 5.1.1 Allgemeine Fragen zu der Verordnung zu Haushaltslampen	34
B 5.1.1.1 Betrifft die Verordnung nur Haushaltslampen?	34
B 5.1.1.2 Werden Glühlampen verboten?	35
B 5.1.2 Die Effizienzanforderungen der Verordnung zu Haushaltslampen.....	36
B 5.1.2.1 Einteilung der Lampen	36
B 5.1.2.2 Formulierung der Effizienzanforderungen	36
B 5.1.2.3 Effizienzanforderungen an Klarglaslampen und ihre Stufung.....	37
B 5.1.2.4 Effizienzanforderungen an Mattglaslampen.....	40
B 5.2 Die EG-Verordnung zu Nichthaushaltsbeleuchtung.....	41
B 5.2.1 Anforderungen an Lampen.....	42
B 5.2.2 Anforderungen an Vorschaltgeräte.....	43
B 5.2.3 Anforderungen an Leuchten	43
B 5.2.4 Orientierungswerte	44

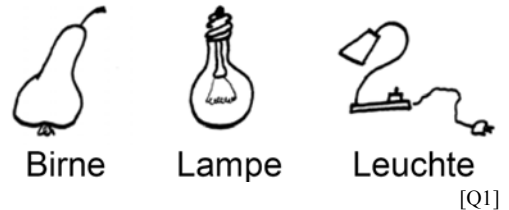
Teil C: Anhang zu den Grundlagen der Lichttechnik.....	45	
C 1 Beispiele für Werte der Beleuchtungsstärke	45	*
C 2 Beispiele für Werte der Leuchtdichte	46	*
Teil D: Auslegung der EG-Verordnungen zur umweltgerechten Gestaltung von Beleuchtungstechnik – Lampen	47	
D 1 Stufen 1 und 2: Welcher Verordnung ist eine Lampe zuzuordnen?	50	*
D 2 Stufe 3 bei sogenannten Haushaltslampen: Ist eine Lampe aufgrund ihrer Vermarktung von der Verordnung ausgenommen?.....	54	*
D 3 Stufe 4 bei sogenannten Haushaltslampen: Ist eine Lampe aufgrund ihrer Produkteigenschaften von der Verordnung ausgenommen?	55	*
D 3.1 Lichtleistung	55	*
D 3.2 Farbwertanteile des abgegebenen Lichtes	56	*
D 3.3 Spektrum des Lichtes	57	*
D 4 Stufe 4 bei sogenannten Nicht-Haushaltslampen: Ist eine Lampe aufgrund ihrer Produkteigenschaften von der Verordnung ausgenommen?	58	*

Teil A: Kurz und knapp: Fragen zu Licht

A 1 Begriffe und Bezeichnungen

► Birne, Lampe oder Leuchte?

Umgangssprache und Fachsprache klaffen bei diesen Bezeichnungen auseinander. Das Bild zeigt den Sprachgebrauch der Fachsprache. Diesem folgt der vorliegende Text.



► Gibt es auch Halogen- und LED-Energiesparlampen?

Welche Lampe als „Energiesparlampe“ bezeichnet werden darf, ist derzeit nicht geregelt. Damit sind die Hersteller frei, ab welcher Einsparung sie eine Lampe als Energiesparlampe bezeichnen. Gegenüber einer Standardglühlampe sparen bereits Glühlampen mit Kryptonfüllung etwas an Strom: bis zu 5 v.H. Bestimmte, in der Werbung als Energiesparlampen bezeichnete Halogenglühlampen in Form einer Standardglühlampe erlauben Minderungen in Höhe von 20...25 v.H. Die üblicherweise als Energiesparlampen angebotenen Kompaktleuchtstofflampen mit eingebautem Vorschaltgerät ermöglichen, je nach Ausführung, Einsparungen von 60...85 v.H.



Standardglühlampe

[Q2]

Die neue EG-Verordnung für Haushaltslampen setzt für die Verwendung der Bezeichnung „Energiesparlampe“ ab dem 1. September 2010 eine Grenze: Voraussetzung ist, daß die Lampe mindestens rund 75 v.H. weniger an Leistung aufnimmt als eine Standardglühlampe. Dies schließt Halogenglühlampen aus, aber auch einen Teil der Kompaktleuchtstofflampen, also auch einen Teil der Lampen, die heute als Energiesparlampen bezeichnet werden.

→ Näheres zu der Bezeichnung „Energiesparlampe“ siehe auf Seite 24 im Punkt B 1.12.

¹ Umweltbundesamt

² © Christoph Mordziol, Dessau

A 2 Energiesparpolitik

► Warum wird denn „am Licht“ gespart? Gibt es nicht größere Stromsparmöglichkeiten an anderer Stelle?

Es gibt viele Möglichkeiten, Strom zu sparen. In den Privathaushalten gibt es nennenswerte Einsparmöglichkeiten. Gewiß: Es gibt andere Verbrauchsbereiche, wie die Industrie, die mehr Strom verbrauchen. Und es gibt andere Stromanwendungen als die Beleuchtung, die deutlich größere Minderungen ermöglichen, beispielsweise Elektromotoren. Aber keine dieser Möglichkeiten reicht allein aus, um die durch Stromnutzung verursachten energiebedingten Umweltbelastungen ausreichend zu verringern. Deshalb müssen alle Verbrauchsbereiche wie Industrie, Privathaushalte, Handel usf. einen Beitrag leisten. Und alle nennenswerten Stromsparmöglichkeiten müssen genutzt werden: Beleuchtung, Elektromotoren, Stromheizungen usf.

Außerdem: Der Ersatz von Glühlampen durch stromsparende Lampen ist einfach und bringt in jedem Haushalt deutliche Einsparungen für Geldbeutel und Umwelt.

→ Näheres siehe auf Seite 26 im Punkt B 2.

A 3 Die EG-Verordnung zu sogenannten Haushaltslampen

► Warum gibt es die Verordnung?

Die Verordnung ist eine Regelung der EG. Sie gehört zu einem Bündel an Maßnahmen, die neben Lampen beispielsweise auch Heizungen, Elektromotoren, Fernsehgeräte und Kühlschränke betreffen. Ziel ist es, den Energieverbrauch der Geräte spürbar zu senken. Die Kosten für die Geräte Käufer werden bei der Festlegung der Maßnahmen berücksichtigt.

→ Näheres zu der Verordnung und Ihren Anforderungen siehe ab Seite 32.

► Ab wann gilt die Verordnung?

Nachdem das EG-Parlament dieser Verordnung zugestimmt hat, wird sie voraussichtlich Ende März 2009 in Kraft treten. Die Anforderungen dieser Verordnung werden nicht alle gleichzeitig wirksam, sondern über der Zeit gestuft. Die ersten gelten ab dem 1. September 2009.

→ Näheres zu der Verordnung und Ihren Anforderungen siehe ab Seite 32.

► Betrifft die Verordnung nur Haushaltslampen?

Die Verordnung zielt auf Lampen in Privathaushalten. Es gibt aber viele Lampentypen, die nicht nur in Privathaushalten, sondern auch an anderer Stelle, zum Beispiel in Büros zu finden sind. Eine scharfe Trennung ist nicht möglich. Daher gilt die Verordnung zwar für Lampentypen, die üblicherweise in Haushalten zu finden sind: herkömmliche Glühlampen, Halogenglühlampen, Kompaktleuchtstofflampen und LED-Lampen. Sie gilt aber unabhängig davon, ob eine dieser Lampen für den Einsatz in Privathaushalten oder an anderer Stelle verkauft wird oder nicht.

→ Näheres siehe auf Seite 34 im Punkt B 5.1.1.1.

► Welche Lampenarten sind von der Verordnung betroffen?

Die Verordnung betrifft alle Lampenarten, die die Privathaushalte üblicherweise einsetzen, das heißt im wesentlichen folgende Lampenarten: herkömmliche Glühlampen, Halogenglühlampen und Kompaktleuchtstofflampen mit eingebautem Vorschaltgerät – umgangssprachlich oft als Energiesparlampen ^[V3] bezeichnet.

Die Verordnung betrifft nicht Kompaktleuchtstofflampen ohne eingebautes Vorschaltgerät und stabförmige Leuchtstofflampen. Diese werden zwar teilweise auch in Privathaushalten eingesetzt – beispielsweise stabförmige Leuchtstofflampen in Garagen und Werkräumen –, für sie gibt es aber eine andere Verordnung.

betroffen:



herkömmliche
Glühlampe



Halogenglühlampe



Kompaktleuchtstofflampe,
Vorschaltgerät:

eingebaut
(sog. Energiesparlampe)



nicht
eingebaut

nicht betroffen:



stabförmige Leuchtstofflampen

Bilder: [Q2]

Nicht alle einzelnen Lampen der hier als betroffen aufgeführten Lampenarten fallen unter die Regelung. Ob eine einzelne Lampe ausgenommen ist, hängt vor allem von Ihrer Vermarktung und von ihren Eigenschaften ab.

³ Siehe zu der Bezeichnung „Energiesparlampe“ auch auf Seite 24 im Punkt B 1.12.

- Näheres dazu, wann eine Lampe von der Verordnung betroffen oder nicht betroffen ist, finden Sie ab Seite 50 im Punkt D 1.

► Werden Glühlampen verboten?

Nein. Die Verordnung verbietet keine bestimmten Lampenarten. Sie setzt Anforderungen an die Effizienz und die Gebrauchstauglichkeit von Lampen. Da die üblichen Glühlampen diese Anforderungen nicht erfüllen können, müssen sie – von Ausnahmen abgesehen – nach und nach vom Markt weichen.

- Näheres zu der Verordnung und Ihren Anforderungen siehe ab Seite 32.

► Muß ich meine Glühlampen zuhause wegwerfen?

Nein, alle Lampen, die Sie gekauft haben, können Sie weiterhin verwenden. Die Verordnung regelt nur das, was verkauft wird.

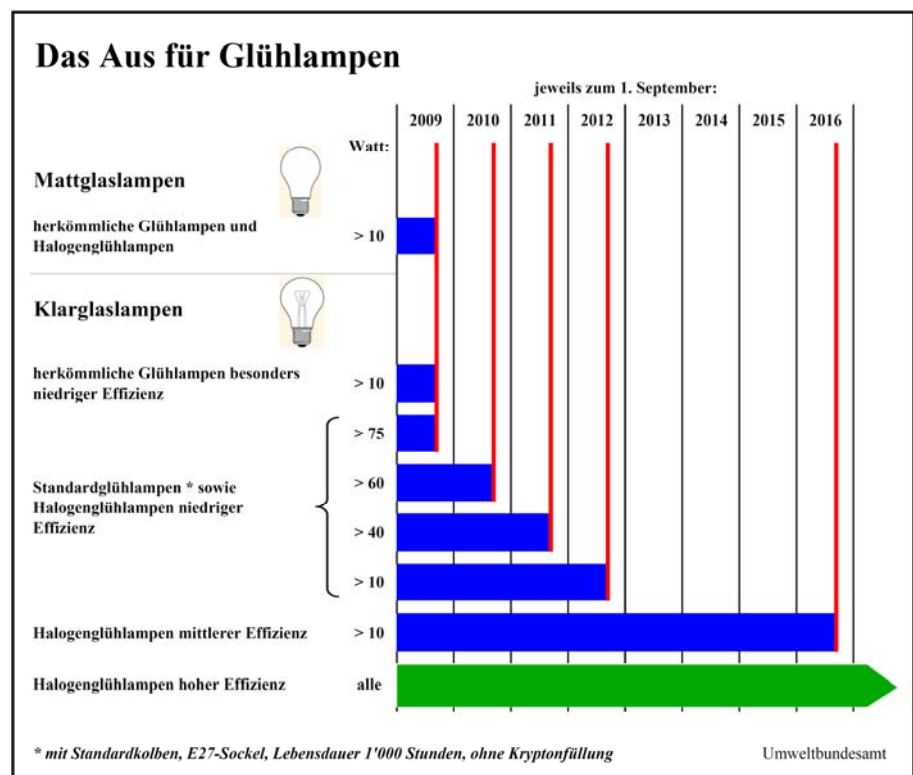
- Näheres zu der Verordnung siehe ab Seite 32.

► Ab wann sind welche Glühlampen nicht mehr zu kaufen?

Die Verordnung unterscheidet zwischen Klar- und Mattglaslampen.

Die Anforderungen, die ab dem 1. September 2009 für Mattglaslampen gelten werden, sind so streng, daß herkömmliche Glühlampen und Halogen-glühlampen sie nicht einhalten können und deshalb vom Markt weichen müssen.

Bei Klarglaslampen sind die Anforderungen gestuft. Die in Privathaushalten üblicherweise eingesetzten herkömmlichen Glühlampen sowie ein Großteil der Halogen-glüh-



lampen werden ab dem 1. September 2009 stufenweise vom Markt weichen. Die Stufungen erfolgen nicht nach Wattagen, sondern nach der Lichtleistung (in der Fachsprache auch Lichtstrom genannt; Einheit: Lumen) und nach der Effizienz. Lampen einer bestimmten Wattage weichen deshalb nicht in einer, sondern in mehreren Stufen vom Markt. Das Bild zeigt dies für die wichtigsten Lampengruppen.

→ Näheres siehe auf Seite 36 im Punkt B 5.1.2.

A 4 Die EG-Verordnung zu sogenannten Nicht-Haushaltslampen

► Ab wann gilt die Verordnung?

Sofern das EG-Parlament dieser Verordnung zustimmt, wird sie voraussichtlich Ende März 2009 in Kraft treten. Die Anforderungen dieser Verordnung werden nicht alle gleichzeitig wirksam, sondern über der Zeit gestuft. Die ersten gelten 1 Jahr nach Inkrafttreten, also ab etwa Mitte 2010.

→ Näheres zu der Verordnung und Ihren Anforderungen siehe ab Seite 41 im Punkt B 5.2.

► Welche Lampenarten sind von der Verordnung betroffen?

Leuchtstofflampen ohne eingebautes Vorschaltgerät sowie Hochdruckentladungslampen.

→ Näheres siehe ab Seite 50 im Punkt D 1.

► Welche Hochdruck-Quecksilberdampflampen sind von der Verordnung betroffen?

Betroffen sind von dieser Verordnung Hochdruck-Quecksilberdampflampen, die einen Sockel vom Typ E37, E40 oder PGZ12 haben. Die Verordnung umfaßt eine Reihe von Ausnahmen, die für die in der Straßenbeleuchtung eingesetzten Hochdruck-Quecksilberdampflampen im Normalfall nicht zutreffen dürften.

→ Zu den Ausnahmen siehe in der Verordnung ^[V4] auf Seite 10 Anhang I.

⁴ Der Text der Verordnung – ergänzt um ein Inhaltsverzeichnis – kann heruntergeladen werden unter <http://www.uba.de/energie/licht>.

► **Werden Hochdruck-Quecksilberdampflampen verboten?**

Nein. Die Verordnung verbietet keine bestimmten Lampentechniken, sondern setzt Anforderungen an Lampen, die für einen Teil der Hochdruck-Quecksilberdampflampen dazu führen, daß diese vom Markt weichen müssen.

→ Siehe auch die Antworten zu den beiden folgenden Fragen.

► **Ab wann werden Hochdruck-Quecksilberdampflampen vom Markt weichen müssen?**

Alle von der Verordnung betroffen Hochdruckentladungslampen müssen 6 Jahre nach Inkrafttreten der Verordnung – dies dürfte Mitte 2015 sein – Effizienzanforderungen erfüllen, die so streng sind, daß Hochdruck-Quecksilberdampflampen, dann nicht mehr inverkehrgebracht werden dürfen.

→ Die einzuhaltenden Effizienzanforderungen sind in der Verordnung ^[V5] auf Seite 22 in Tafel 9 wiedergegeben.

► **Müssen Hochdruck-Quecksilberdampflampen, die bereits im Einsatz sind, wieder ausgeschraubt werden?**

Nein. Die Verordnung betrifft nicht die Produkte der Beleuchtungstechnik, die benutzt werden, sondern nur solche, die in Verkehr gebracht werden. Hochdruck-Quecksilberdampflampen verbrauchen allerdings deutlich mehr Strom als andere Hochdruckentladungslampen. Nutzen Sie doch bereits jetzt eine stromeffizientere Beleuchtungstechnik. Je eher Sie die Stromkosten in Ihr Kalkül einbeziehen, desto schneller entlasten Sie Ihre Haushaltskasse.

► **Gibt es für die Kommunen eine Pflicht zur Umrüstung?**

Nein. Die Anforderungen der Verordnung betreffen Produkte, die inverkehr gebracht werden, nicht solche, die beispielsweise in den Kommunen bereits eingesetzt werden.

⁵ Der Text der Verordnung – ergänzt um ein Inhaltsverzeichnis – kann heruntergeladen werden unter <http://www.uba.de/energie/licht>.

► Wird die Richtlinie 2000/55/EG zu Vorschaltgeräten weiterhin gelten?

Ja, aber nur begrenzt. Ein Jahr nach Inkrafttreten der Verordnung zu Nichthaushaltsbeleuchtung wird die Richtlinie 2000/55/EG ^[B6] aufgehoben. Dann gelten für Vorschaltgeräte nur noch die in der EG-Verordnung zu Nichthaushaltsbeleuchtung festgelegten Anforderungen.

A 5 Zu den Gebrauchseigenschaften von Lampen

► Brauchen Kompaktleuchtstofflampen beim Einschalten mehr Strom als während einer Stunde im Betrieb?

Nein. Beim Einschalten benötigt eine Kompaktleuchtstofflampe (KLL) nicht mehr Strom als im sonstigen Betrieb. So zeigte sich beispielsweise bei keiner der von Stiftung Warentest zuletzt geprüften 28 KLL ^[V7] infolge des Einschaltens ein größerer Stromverbrauch. Zwar gibt es in den ersten Millisekunden des Startvorganges bei einigen Produkten eine Spitze, doch ist diese so kurz, daß sie keinen merklich erhöhten Stromverbrauch verursacht.

► Kompaktleuchtstofflampen geben deutlich weniger Wärme an die Raumluft ab als Glühlampen. Wenn ich sie einsetze, muß ich dann nicht im Winter mehr heizen?

Im Sommer heizen Kompaktleuchtstofflampen (KLL) den Raum weniger auf als Glühlampen. Klimatisierungsanlagen müssen weniger arbeiten und verbrauchen dadurch weniger Strom.

Im Winter tragen sie weniger zur Beheizung auf als Glühlampen. Diesen Unterschied gleicht die Heizungsanlage aus. In einem normalen Wohnhaus ist dieser Unterschied aber so gering, daß er zu vernachlässigen ist. Er spielt nur in Passivhäusern eine nennenswerte Rolle. In einem normalen Wohnhaus ist ein größerer Beitrag der Lampen zur Beheizung nicht sinnvoll, denn die elektrische Beheizung führt zu einer dreifachen Vergeudung und Belastung:

1. Durch die Umwandlungsverluste der Kraftwerke wird deutlich mehr Primärenergie verbraucht als bei einer Beheizung beispielsweise mit Heizöl oder Gas.
2. Dem entsprechend wird mehr CO₂ ausgestoßen.
3. Das Heizen wird teurer, denn 1 Kilowattstunde Heizwärme aus Gas oder Öl kostet 7...10 ct, aus Strom aber etwa 20 ct.

→ Näheres siehe auf Seite 26 im Punkt B 2.2.

⁶ „Richtlinie 2000/55/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. September 2000 über Energieeffizienzanforderungen an Vorschaltgeräte für Leuchtstofflampen“.

⁷ a) „Die Sparprofis“, Stiftung Warentest, test 3/2008, Seite 64...69 und b) „Sie brennt und brennt und ...“, Stiftung Warentest, test 1/2009, Seite 74...75.

A 6 Zu der Entsorgung von Lampen

► Wohin mit kaputten Lampen?

Herkömmliche Glühlampen gehören in den Restmüll. Dies gilt auch für die allermeisten Halogenglühlampen. Ist ein Vorschaltgerät eingebaut, gilt die Lampe als Gerät und ist als solches getrennt zu entsorgen. Auch LED-Lampen sind wie Steckernetzteile, Fernseher und andere im Haushalt eingesetzte Geräte über eine kommunale Sammelstelle – zum Beispiel den „Wertstoffhof“ – zu entsorgen. Mit einer Abgabe der als Altgeräte geltenden Altlampen tragen Sie dazu bei, wesentliche Umweltziele zu erreichen: Die Vermeidung der Freisetzung von Schadstoffen und die Verwertung von Rohstoffen. Hier gilt die Grundformel: Je mehr erfaßt wird, umso mehr wird die Umwelt geschützt.

Kompaktleuchtstofflampen und stabförmige Leuchtstofflampen enthalten Quecksilber. Deshalb gehören diese Lampen, wenn sie ausgedient haben, nicht in den Hausmüll oder gar den Glascontainer, sondern sind bei einer geeigneten Sammelstelle für Altgeräte abzugeben. Nur dann kann Quecksilber getrennt erfaßt und das Lampenglas verwertet werden. Die Rückgabe ist für Sie als Privatperson kostenlos. Wo sich die für Sie nächste Sammelstelle befindet, erfahren Sie von der Abfallberatung Ihrer Kommune. Einen Teil der Sammelstellen finden Sie auch im (Inter-)Netz unter <http://www.lightcycle.de/>. Manche Händler nehmen Altlampen an und entsorgen sie. Fragen Sie doch bei Ihrem Elektrohändler nach.

→ Näheres zu Quecksilber in Leuchtstofflampen siehe auf Seite 26 im Punkt B 2.1 und zu der Entsorgung dieser Lampen auf Seite 28 im Punkt B 3.3).



[Q8]

Teil B: Tiefergehende Erklärungen

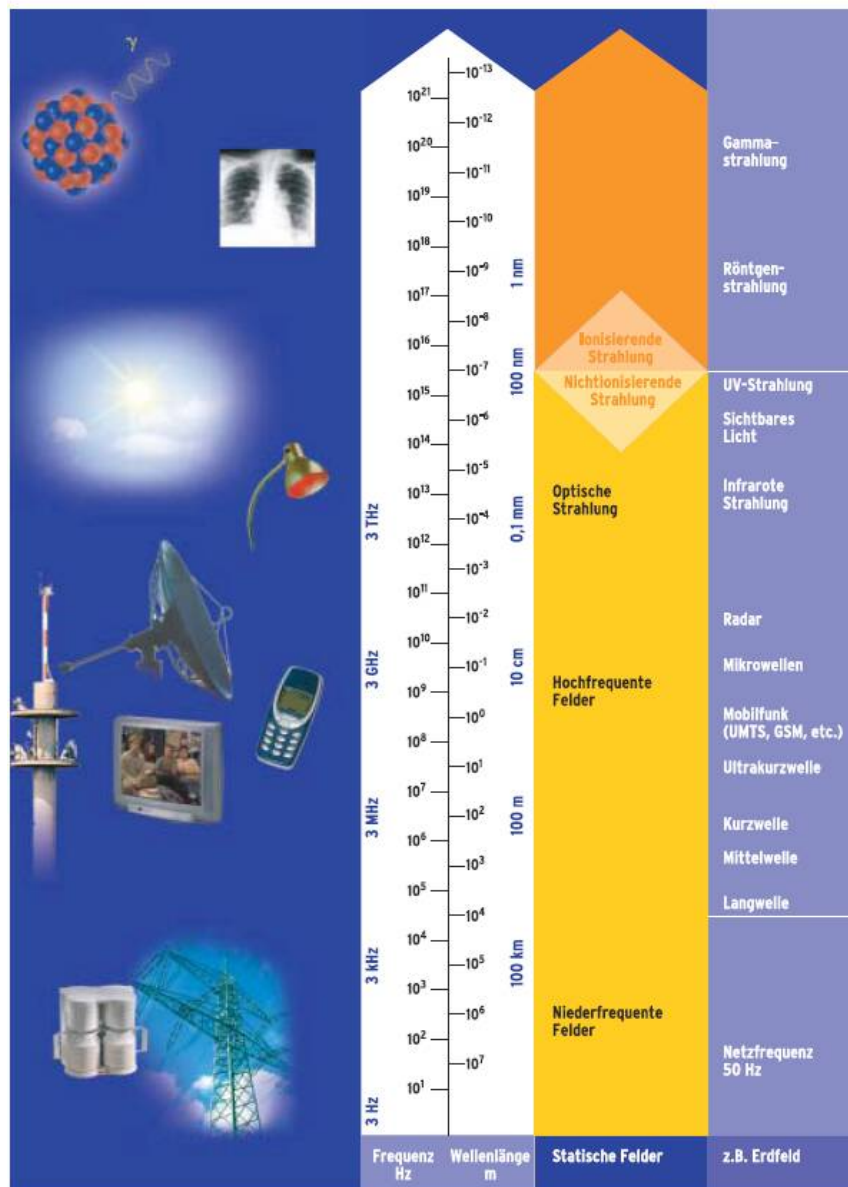
B 1 Bezeichnungen und Grundlagen der Lichttechnik

B 1.1 Elektromagnetische Wellen

Elektromagnetische Wellen haben eine große Bandbreite: Sie reicht von Gamma- und Röntgenstrahlung mit einer Wellenlänge von ≤ 100 Nanometer (nm) über das für den Menschen sichtbare Licht, Radar, Mikrowellen, Mobilfunkwellen sowie Rundfunk- und Fernsehwellen bis zu Wechselströmen in der Technik mit einer Wellenlänge von rund 10'000 Kilometern.



Auch Licht besteht aus elektromagnetischen Wellen.



[Q9]

⁹ Bundesamt für Strahlenschutz, <http://www.bfs.de/de/uv/ir>

B 1.2 Strahlungsleistung

Die Strahlungsleistung Φ_e , auch Strahlungsfluß genannt, ist die Strahlungsenergie, die eine Strahlungsquelle je Zeiteinheit als elektromagnetische Wellen abgibt. Ihre Einheit ist das Watt.

Als Maß für die Nutzbarkeit elektromagnetischer Strahlung für das Auge des Menschen ist die Strahlungsleistung nicht geeignet, weil das Auge des Menschen

- diese Strahlung nur in einem bestimmten Wellenlängenbereich überhaupt aufnehmen kann und
- weil innerhalb dieses Bereiches die Empfindlichkeit des Auges, je nach Wellenlänge des Lichtes, unterschiedlich stark ausgeprägt ist.

Wegen dieser Einschränkungen spielt die Strahlungsleistung in der Lichttechnik meist keine Rolle. Statt dessen wird dort die Lichtleistung betrachtet; sie berücksichtigt die genannten Einschränkungen.

B 1.3 Ultraviolett-Strahlung (UV)

Die ultraviolette (UV-) Strahlung, die den Wellenlängenbereich von 100 nm bis 400 nm umfaßt, ist der energiereichste Teil der optischen Strahlung. Sie grenzt unmittelbar an den Bereich der ionisierenden Strahlung und kann vor allem im kurzwelligen Bereich ähnliche Wirkungen hervorrufen. Die UV-Strahlung wird in grober Anlehnung an unterschiedliche biologische Wirkungen in die 3 Bereiche

- UV-A (Wellenlänge 400...315 nm),
- UV-B (Wellenlänge 315...280 nm) und
- UV-C (Wellenlänge 280...100 nm)

unterteilt. Die UV-Strahlung ist für den Menschen nicht sichtbar und kann auch nicht mit anderen Sinnesorganen wahrgenommen werden.

Die wichtigste natürliche UV-Strahlenquelle ist die Sonne. Die Quellen künstlicher UV-Strahlung im Alltag sind vielfältig, da die UV-Strahlung in zahlreichen Verfahren der Technik und Medizin angewendet wird. ^[Q10]

→ Näheres zu diesem Thema erfahren Sie vom
Bundesamt für Strahlenschutz (BfS)
Postfach 10 01 49
38201 Salzgitter
Fernsprecher: 030 / 183.33-0
Fernkopierer: 030 / 183.33-18.85
(Inter-)Netz: <http://www.bfs.de>
E-Post: info@bfs.de

¹⁰ Quelle für diesen Abschnitt: Bundesamt für Strahlenschutz, http://www.bfs.de/de/uv/uv2/uv_strahlung.html

B 1.4 Infrarot-Strahlung (IR)

Infrarotstrahlung (IR-Strahlung) – auch als Wärmestrahlung bezeichnet – schließt sich in Richtung größerer Wellenlängen an das sichtbare Licht an. Ihr Wellenlängenbereich reicht von 780 nm bis 1 mm. Infrarotstrahlung wird unterteilt in

- IR-A (Wellenlänge 780 bis 1'400 nm),
- IR-B (Wellenlänge 1'400 bis 3'000 nm) und
- IR-C (Wellenlänge 3'000 nm bis 1 mm).

Die wichtigste natürliche Quelle für IR-Strahlung ist die Sonne. IR-Strahlung hat einen Anteil von 50 v.H. an der den Erdboden erreichenden Sonnenstrahlung. Außerdem gibt die durch die Sonneneinstrahlung erwärmte Erde IR-Strahlung ab. Die Absorption der Strahlung durch die in der Atmosphäre enthaltenen natürlichen und künstlichen Gase wie Wasser, Kohlenstoffdioxid, Ozon, Methan und Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW) führt zu deren Erwärmung. Dies ist für den Wärmehaushalt der Erde von entscheidender Bedeutung.

Jeder „warme“ Körper (Körpertemperatur oberhalb des absoluten Nullpunkts von etwa - 273 °C) gibt Infrarotstrahlung ab. Die abgestrahlte Energiemenge und die Wellenlängenverteilung der Strahlung hängen von der Temperatur des Körpers ab. Je wärmer ein Körper ist, umso mehr Energie in Form von IR-Strahlung gibt er ab und umso kürzer ist die Wellenlänge der Strahlung.

Infrarotstrahlung mit relativ niedriger Intensität wird als angenehm empfunden. Bei höheren Intensitäten ist sie jedoch mit gesundheitlichen Gefahren (zum Beispiel Augenschäden und Verbrennungen) verbunden, vor denen man sich schützen muß. In begrenztem Umfang stellen die körpereigenen Thermo- und Schmerzrezeptoren natürliche Schutzmechanismen dar.

In der Medizin aber auch in Massage-und-Entspannungseinrichtungen, zum Beispiel in Infrarot-Wärmekabinen, werden zur Wärmebehandlung des menschlichen Körpers IR-Bestrahlungslampen (siehe das Bild rechts) eingesetzt. Die Glühwendeltemperaturen dieser Lampen liegen bei etwa 2000 °C. Das Kolbenmaterial besteht aus Quarzglas, das für IR-Strahlung durchlässig ist. Die Bestrahlungsstärken dieser Lampen liegen bei 100300 W/m². [Q11]



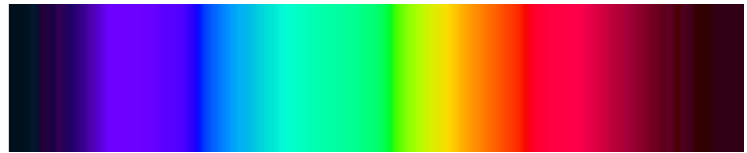
[Q2]

→ Näheres zu diesem Thema erfahren Sie vom Bundesamt für Strahlenschutz; siehe hierzu die Kontaktdaten auf Seite 15.

¹¹ Quelle für diesen Abschnitt: Bundesamt für Strahlenschutz, <http://www.bfs.de/de/uv/ir/grundlagen.html> und <http://www.bfs.de/de/uv/ir/anwendungen.html>

B 1.5 Sichtbares Licht

Für den Menschen sichtbar ist elektromagnetische Strahlung der Wellenlänge ~ 380 Nanometer (nm) bis ~ 780 nm. Genannt werden manchmal auch andere Grenzen, zum Beispiel 400 nm...800 nm. Die Grenze läßt sich nicht genau festlegen, da die Empfindlichkeit des Auges des Menschen an den Grenzen des Lichtspektrums nicht abrupt endet, sondern allmählich abnimmt.



Das Farbspektrum des Lichtes für Strahlung mit den Wellenlängen von 380...710 nm. ^[12]

[Q13]

Die Ansichten, was als Licht zu betrachten ist, gehen auseinander:

- Variante 1: „Licht ist elektromagnetische Strahlung im Wellenlängenbereich von 380 nm...780 nm ¹⁴.“
- Variante 2: „Licht ist die mit der spektralen Empfindlichkeit des menschlichen Auges gewichtete elektromagnetische Strahlung.“ ^[Q15]

Für unterschiedliche Zwecke mögen unterschiedliche Begriffsbestimmungen angebracht sein. Dort, wo elektromagnetische Strahlung dem Sehen des Menschen dient, ist aber entscheidend, welche Strahlungsanteile das Auge wie gut verwerten kann. Deshalb arbeitet die Lichttechnik mit Größen, die auf der Bewertung elektromagnetischer Strahlung in Bezug auf die Empfindlichkeit des Auges beruhen: Lichtleistung und Lichtenergie (siehe unter den Punkten B 1.7 und B 1.8), Lichtstärke (siehe unter Punkt B 1.9) sowie Beleuchtungsstärke und Leuchtdichte (siehe unter Punkt B 1.10). Dies spricht – zumindest für die Lichttechnik – für die Variante 2.

B 1.6 Einflüsse auf die Wahrnehmung des Auges für Helligkeit und Farben

Die Empfindlichkeit des Auges eines Menschen ist nicht immer gleich. Dies hat mehrere Ursachen.

B 1.6.1 Einfluß der Sehzellen

Auf der Netzhaut (Retina) des Auges gibt es zwei Arten von Sehzellen (Photorezeptoren):

- Die Zapfen sind nicht sehr lichtempfindlich und deshalb erst bei ausreichender Lichtintensität aktiv. Sie erlauben eine Farbwahrnehmung.
- Die Stäbchen reagieren nur auf Hell-Dunkel-Kontraste. Sie sind auch noch bei geringer Lichtintensität aktiv.

¹² Zu beachten ist, daß die Farben durch die Technik (Druck, Darstellung durch EDV-Bildschirme) verursacht nur bedingt richtig wiedergegeben werden.

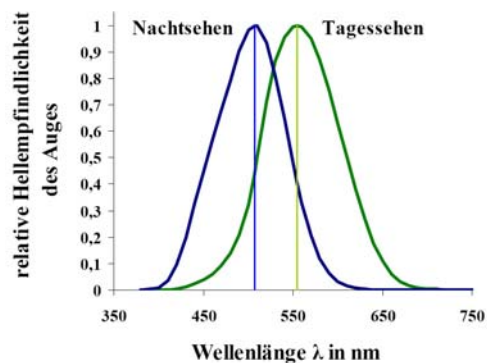
¹³ <http://de.wikipedia.org/wiki/Licht>

¹⁴ Hierfür werden, wie erwähnt, manchmal auch andere Grenzen genannt.

¹⁵ Dr.-Ing. Felix Serick, Fachgebiet Lichttechnik TU Berlin in LICHT, Ausgabe 11/12 2008, Seite 1051.

Für das Sehen bei unterschiedlicher Helligkeit ergeben sich daraus Unterschiede:

- Bei ausreichender Helligkeit, also beispielsweise am Tage, kann das Auge Farben deutlich wahrnehmen (Beitrag der Zapfen). Man spricht vom Tagessehen (oder photopischen Sehen). Die größte Hellempfindlichkeit des Auges liegt bei einer Wellenlänge von 555 nm (gelb-grün).
- Bei geringer Helligkeit, also beispielsweise in der Nacht, können Farben nicht mehr deutlich erkannt werden (Beitrag der Stäbchen). Hier spricht man vom Nachtsehen (oder skotopischen Sehen). Die größte Hellempfindlichkeit des Auges liegt nun bei einer Wellenlänge von 507 nm (blau-grün).
- In der Übergangszeit tragen sowohl Zapfen als auch Stäbchen zur Bildwahrnehmung bei. Hier spricht man vom Dämmerungssehen (oder mesopisches Sehen).

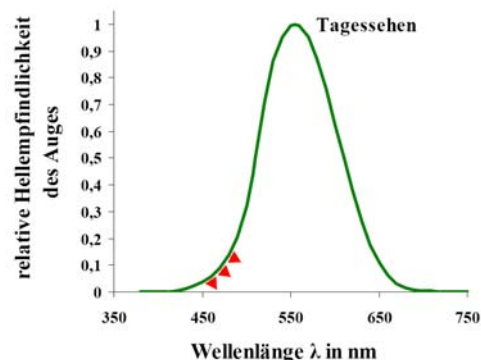


[Q16]

Das Bild zeigt den Unterschied in der Hellempfindlichkeit des Auges zwischen Tages- und Nachtsehen. Dargestellt ist für das Tagessehen die sogenannte $V(\lambda)$ -Funktion und für das Nachtsehen die sogenannte $V'(\lambda)$ -Funktion. Sie beruhen auf Festlegungen der Internationalen Beleuchtungskommission (CIE ^[A17]) für einen normalsichtigen Menschen. Sie stellen Idealisierungen dar.

B 1.6.2 Individueller Einfluß

Es gibt wohl keine zwei Menschen, bei denen die Hellempfindlichkeit über der Wellenlänge gleich ist. Möglicherweise gibt es bei einem einzelnen Menschen sogar Unterschied über dem Tag. Den größten Einfluß auf die Hellempfindlichkeit hat das Alter des Menschen. Die im vorherigen Abschnitt dargestellte $V(\lambda)$ -Funktion beruht hauptsächlich auf Daten junger Versuchspersonen. Bei älteren Menschen kommt aber weniger Licht auf der Netzhaut an. Zudem nimmt die Gelbfärbung der Augenlinse mit dem Alter zu. Dadurch nehmen ältere Menschen Farbreize mit starken Blauanteilen weniger hell wahr. ^[Q19]



[Q18]

¹⁶ Datenquelle:
<http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Vlambdaps.png&filetimestamp=20040927192500>;
 Darstellung: Umweltbundesamt

¹⁷ Commission Internationale de l'Éclairage

¹⁸ Umweltbundesamt

¹⁹ „Wie wird Leuchtdichte subjektiv als Helligkeit wahrgenommen“, Prof. Dr. Christoph Schierz, TU Ilmenau, FG Lichttechnik, Vortrag auf der Tagung „Lux Junior 2007“, 25./27. 9. 2007

B 1.7 Lichtleistung/Lichtstrom

Die Strahlungsleistung Φ_e , Einheit Watt – siehe den Punkt B 1.2 – erfaßt die abgegebene Strahlung unterschiedslos über das gesamte Lichtspektrum. Doch dort, wo es um das Sehen des Menschen geht, ist dies keine hilfreiche Größe, denn die Empfindlichkeit des Auges für die einzelnen Wellenlängen ist unterschiedlich; siehe hierzu Punkt B 1.6. Berücksichtigt man diesen Einfluß, führt dies zu der **Lichtleistung** Φ_v , auch Lichtstrom genannt, mit der **Einheit Lumen** (lm). Errechnet wird die Lichtleistung über eine Gleichung, die die Strahlungsleistung Φ_e mit der oben beschriebenen $V(\lambda)$ -Funktion wichtet ^[20].

Im folgenden behandeln wir nur noch die Lichtleistung. Somit ist es nicht mehr erforderlich, mittels der Indizes e und v zwischen Strahlungs- und Lichtleistung zu unterscheiden. Deshalb bezeichnen wir die Lichtleistung im folgenden nur noch mit Φ .

Bei der Lampenwahl orientieren sich viele Menschen noch an der Strom-Leistungsaufnahme (Einheit Watt) einer Lampe. Lampen der gleichen Strom-Wattage liefern aber nicht immer die gleiche Lichtleistung. Das gilt nicht nur beim Vergleich von Lampen unterschiedlicher Techniken, also beispielsweise beim Vergleich herkömmlicher Glühlampen mit KLL. Dies gilt auch für Lampen der gleichen Technik. Betrachtet man beispielhaft herkömmliche 60-Watt-Glühlampen, so reicht die Bandbreite der gelieferten Lichtleistung – bezogen auf die Lichtleistung der in den Haushalten weit verbreiteten Standardglühlampe von ~ 45 v.H. bei Lampen für die Hintergrundbeleuchtung beim Fernsehen bis zu 110 v.H. bei manchen mit Krypton gefüllten Ausführungen.



Die Lichtleistung in der Einheit Lumen ist eine wichtige Größe in der Lichttechnik. Die Verordnung zu Haushaltslampen legt Effizienzanforderungen in Abhängigkeit von der Lichtleistung einer Lampe fest.

²⁰ Diese Gleichung lautet:

$$\Phi_v = K_m \times \int_0^{\infty} \frac{\delta \Phi_e}{\delta \lambda} \times V(\lambda) \times d\lambda$$

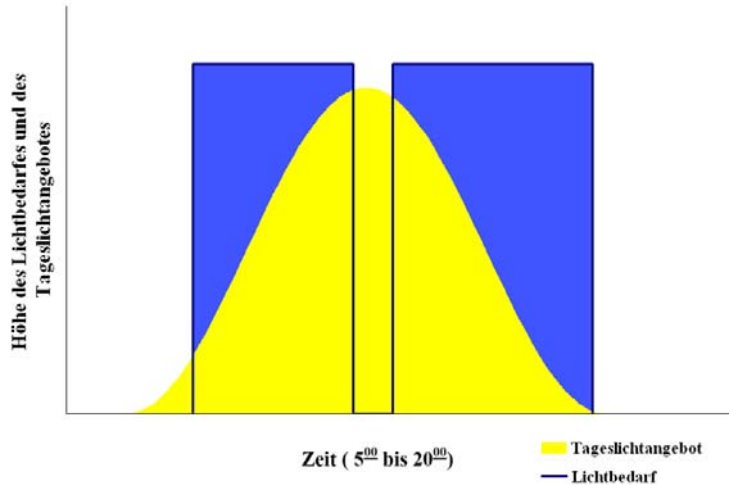
$K_m =$	Höchstwert des photometrischen Strahlungsäquivalentes = 683 lm/W
$V(\lambda) =$	$V(\lambda)$ -Funktion; Abhängigkeit der Hellempfindlichkeit des Auges von der Wellenlänge
$\lambda =$	Wellenlänge

B 1.8 Lichtenergie

Die Lichtleistung ist nur ein Augenblickswert. Die Lichtleistung einer Lampe kann sich beispielsweise ändern, wenn sie an die Schwankungen des Tageslichtangebotes angepaßt wird; siehe das Bild rechts. Berücksichtigt man die Änderungen der Lichtleistung Φ (Einheit: Lumen) über der Zeit (Einheit: Stunden), ergibt sich die **Lichtenergie Q**, auch Lichtarbeit und Lichtmenge genannt in der Einheit:

Lumenstunden. Bei gleichbleibend hoher Lichtleistung errechnet sich die Lichtenergie wie folgt:

Änderung des Kunstlichtbedarfes aufgrund Änderung des Tageslichtangebotes (angenommenes Beispiel)



Beispiel für die Veränderung der Lichtleistung einer Lampe über der Zeit

[Q21]

$$Q = \Phi \times t \quad [22]$$



Die Lichtenergie Q in der Einheit Lumenstunden ist wichtig bei der Berechnung von Beleuchtungskosten. Sie spielt auch eine Rolle bei der Betrachtung von Lichteinflüssen auf Materialien, beispielsweise beim Ausbleichen oder Vergilben von Stoffen [Q23].

²¹ Umweltbundesamt

²² Die allgemeingültige Gleichung lautet:

$$Q = \int_0^{\infty} \Phi(t) \times dt$$

$$\left| \begin{array}{ll} \Phi = & \text{Lichtleistung} \\ t = & \text{Zeit} \end{array} \right.$$

²³ „Beleuchtungstechnik für Praktiker“, Hans Rudolf Ris, 4. Auflage, 2008, VDE-Verlag

B 1.9 Raumwinkel und Lichtstärke

Die meisten Lichtquellen geben ihr Licht nicht in alle Richtungen gleichmäßig ab. Bewerten kann man dies mittels des Raumwinkels und der Lichtstärke.

Der **Raumwinkel** Ω mit der **Einheit Steradian** (sr) ist das Verhältnis einer beliebig umgrenzten Fläche auf der Kugeloberfläche zum Quadrat des Kugelradius ^[Q24].

$$\Omega = \frac{A}{r^2}$$

$\Omega =$ Raumwinkel in der Einheit Steradian (sr)
$A =$ Kugeloberflächenstück in m ²
$r =$ Kugelhalbmesser (Radius) in m



Der Raumwinkel Ω spielt unter anderem eine Rolle bei der Entscheidung, ob eine Lampe unter eine der EG-Verordnungen fällt oder nicht ^[V25].

Während die Lichtleistung Φ die gesamte von einer Lichtquelle abgegebene Lichtleistung darstellt, beschreibt die Lichtstärke I die Lichtleistung in einen bestimmten Raumwinkel.

Eine ideale, punktförmige Lichtquelle gibt Licht gleichmäßig in alle Richtungen des Raumes ab. Ihre Lichtstärke ist in allen Richtungen gleich. Bei einer realen Lichtquelle verteilt sich die Lichtleistung in dem Raum ungleichmäßig. Zum Teil ist dies durch den Aufbau der Lichtquelle bedingt, zum Teil auch durch eine bewußte Lenkung des Lichtes.

Die **Lichtstärke I** ist die Lichtleistung in einem bestimmten Raumwinkel, gemessen in der **Einheit Candela** (cd):

$$I = \frac{\Phi}{\Omega}$$

$I =$ Lichtstärke in der Einheit Candela (cd)
$\Phi =$ Lichtleistung in der Einheit Lumen (lm)
$\Omega =$ Raumwinkel in der Einheit Steradian (sr)



Die Lichtstärke I in der Einheit Candela dient vielfach zur Einstufung von Lampen, die das Licht gebündelt abgeben, beispielsweise Reflektorlampen.

²⁴ „Beleuchtungstechnik für Praktiker“, Hans Rudolf Ris, 4. Auflage, 2008, VDE-Verlag, Seite 25

²⁵ Siehe hierzu im Punkt D 1 ab Seite 50.

B 1.10 Beleuchtungsstärke und Leuchtdichte

Die **Beleuchtungsstärke** E mit der **Einheit Lux** (lx) erfaßt die Lichtleistung Φ , die auf eine bestimmte Fläche A fällt ^[Q26]. Sie errechnet sich wie folgt:

$$E = \frac{\Phi}{A} \quad [27]$$

$E =$ Beleuchtungsstärke in der Einheit Lux (lx)
$\Phi =$ Lichtleistung in der Einheit Lumen (lm)
$A =$ Fläche in der Einheit m ²

Die Beleuchtungsstärke nimmt mit dem Quadrat der Entfernung von der Lichtquelle ab. Sie kann an jeder Stelle des Raumes bestimmt werden; sie ist nicht an eine reale Oberfläche gebunden.

→ Beispielwerte für die Höhe der Beleuchtungsstärke finden Sie im Anhang auf Seite 45.

→ **Die Beleuchtungsstärke E in der Einheit Lux spielt vor allem in der Auslegung der Beleuchtung von Arbeitsplätzen eine Rolle.**

Die **Leuchtdichte** L mit der **Einheit Candela/Quadratmeter** (cd/m²) ist das Maß für den Helligkeitseindruck, den eine leuchtende Fläche A im Auge erzeugt ^[Q28].

$$L = \frac{I}{A} \quad [29]$$

$L =$ Leuchtdichte in der Einheit Candela/Quadratmeter (cd/m ²)
$I =$ Lichtstärke in der Einheit Candela (cd)
$A =$ Fläche in der Einheit m ²

→ Beispielwerte für die Höhe der Leuchtdichte finden Sie im Anhang auf Seite 46.

→ **Die Leuchtdichte L in der Einheit Candela/Quadratmeter spielt im Zusammenhang mit Blendung eine Rolle.**

²⁶ „Beleuchtungstechnik für Praktiker“, Hans Rudolf Ris, 4. Auflage, 2008, VDE-Verlag, Seite 27

²⁷ Falls die betrachtete Fläche A von dem Licht nicht senkrecht, sondern unter dem Winkel α bestrahlt wird, ist dies zu berücksichtigen: $E' = E \times \cos \alpha$.

²⁸ „Beleuchtungstechnik für Praktiker“, Hans Rudolf Ris, 4. Auflage, 2008, VDE-Verlag, Seite 31

²⁹ Falls die Strahlungsrichtung nicht senkrecht zu der Fläche A , sondern unter dem Winkel α steht, ist dies zu berücksichtigen: $L = (I_\alpha/A) \times \cos \alpha$.

B 1.11 Glühlampen

„Glühlampe“ bezeichnet mehr als das, was gemeinhin darunter verstanden wird. Glühlampen sind alle Lampen, bei denen ein elektrischer Leiter durch elektrischen Strom aufgeheizt und dadurch zum Leuchten angeregt wird.

Derzeit am weitesten verbreitet sind die herkömmlichen Glühlampen, in der Fachsprache als **Allgebrauchs(glüh)lampen**³⁰ bezeichnet. Sie haben eine Glühwendel aus Wolframdraht. Im Betrieb verdampft ein Teil des Wolframs von der Glühwendel, setzt sich im Laufe der Zeit auf der Innenseite des Kolbens ab und schwärzt diesen. Damit sinkt die Lichtleistung der Lampe, also der von ihr abgegebene Lichtstrom.

Standardglühlampen haben einen E27-Sockel und einen sogenannten A-Kolben, wie ihn das nebenstehende Bild zeigt. Dieser ist mit einem Stickstoff-Argon-Gemisch als Schutzgas gefüllt. Die Lebensdauer beträgt 1'000 Stunden.

Es gibt herkömmliche Glühlampen, die wie die Standardglühlampen für die Raumbeleuchtung eingesetzt werden, sich von diesen aber in ein oder mehreren Punkten unterscheiden:

- Sockel (beispielsweise Lampen mit Bajonettsockel, wie sie im Vereinigten Königreich und in Irland gebräuchlich sind);
- Kolbenform (beispielsweise die Kerzenform);
- Kolbenfärbungen oder -beschichtung (beispielsweise mit durchsichtigem blauen Kolben für die Umfeldbeleuchtung beim Fernsehen);
- Kolbenfüllung (vor allem Kryptonlampen; diese sind etwas effizienter als Standardglühlampen, das heißt sie benötigen für die gleiche Lichtleistung [Einheit Lumen] etwas weniger elektrische Leistung [Einheit: Watt]);
- Lichtbündelung (beispielsweise Reflektorlampen);
- Lebensdauer (bis zu 7'500 Stunden; diese Lampen benötigen aber für die gleiche Lichtleistung eine höhere elektrische Leistung als Standardglühlampen, sind also ineffizienter).

Daneben gibt es herkömmliche Glühlampen, die sich von Lampen für die Raumbeleuchtung in ein oder mehreren Punkten unterscheiden:

- Lichtfarbe: zum Beispiel rot statt weiß bei Schlußsignalen (Rücklicht) von Schienenfahrzeugen;
- Lichtspektrum, zum Beispiel Infrarot-Lampen oder
- Spannung, zum Beispiel 6-Volt-Lampen bei Fahrrädern.

Bei **Halogenglühlampen** wird dem Schutzgas das Halogen Brom oder Iod zugegeben. Im Betrieb verbindet sich das Halogen mit verdampftem Wolfram und unterdrückt dadurch dessen Absetzen auf der Kolbeninnenseite. Die Lebensdauer von Halogenlampen beträgt meist 2'000...4'000 Stunden.



Glühwendel



Allgebrauchslampe



Halogen-Glühlampe

[Quelle für Bilder: ^{2]}

³⁰ auch A-Lampen oder AGL genannt

B 1.12 Energiesparlampen

Der Gebrauch der Bezeichnung „Energiesparlampe“ ist derzeit nicht reglementiert. Vielfach wird sie für Kompaktleuchtstofflampen (KLL) mit eingebautem Vorschaltgerät verwendet ^[31], aber zunehmend auch für bestimmte Halogenlampen und teilweise für LED-Lampen. Zwar verbrauchen KLL, Halogen-glühlampen und LED-Lampen für die gleiche Lichtenergie (Lichtmenge) weniger Strom als herkömmliche Glühlampen, doch ist die Höhe der zu erzielenden Einsparung unterschiedlich hoch. Die folgende Tafel zeigt einen Vergleich. Grundlage ist die Leistungsaufnahme an der Steckdose bei gleicher Lichtleistung, das heißt Verluste von Vorschaltgeräten oder Netzteilen werden gegebenenfalls berücksichtigt ^[33]:



Kompaktleuchtstofflampen: links mit getrenntem und rechts mit eingebautem Vorschaltgerät



Eine als „Energiesparlampe“ beworbene Halogen-glühlampe in Form einer Standardglühlampe

Bilder: ^[Q2]



Lampentyp	Verbrauchskennzahl PGav ^[B34] dimensionslos (ungefähre Werte)	Einsparungen gegenüber einer Standardglühlampe in v.H. (ungefähre Werte)
Allgebrauchslampen in Standardausführung ^[V35]	100	—
Allgebrauchslampen mit Kryptonfüllung ^[36]	95...100	≤ 5
In der Werbung als Energiesparlampen beworbenen Halogen-glühlampen	75...80	20...25
LED-Lampen	15...45	55...85
KLL	15...40	60...85

³¹ Es gibt auch Kompaktleuchtstofflampen ohne eingebautes Vorschaltgerät. Diese werden derzeit mehr im Gewerbe eingesetzt. Das Vorschaltgerät befindet sich meist in der Leuchte.

³³ Die angegebenen Spannen umfassen nicht alle, aber doch die meisten der jeweils betrachteten Lampen.

³⁴ Die PGav-Zahl ist eine Verbrauchskennzahl. Sie ist ein Maß für die Leistungsaufnahme (Watt), die eine Lampe braucht, um Lichtleistung (Lumen) abzugeben. Sie berücksichtigt – im Gegensatz zur PLI-Zahl; siehe auf Seite 37 – den Rückgang der Lichtleistung während der Lebensdauer der Lampen.

³⁵ Siehe hierzu Näheres unter Punkt B 1.11.

³⁶ Lampen mit Pilzform, matter Oberfläche und einer Lebensdauer von 1'000 Stunden.

Zwar ist, wie eingangs gesagt, die Verwendung der Bezeichnung „Energiesparlampe“ derzeit nicht reglementiert. Dies wird sich jedoch ändern. Die am 8. 12. 2008 beschlossene Regelung^[V37] stellt Bedingungen^[V38] für die Verwendung der Bezeichnung „Energiesparlampe“.



Ab 1. 9. 2010 dürfen nur noch solche Lampen als „Energiesparlampen“ bezeichnet werden, die bestimmte Effizienzanforderungen erfüllen: Erforderlich ist, daß die Leistungsaufnahme der Lampe bei gleicher Lichtleistung um mindestens 75 v.H. niedriger ist als bei einer Standardglühlampe. Dies schließt alle Halogenglühlampen^[39] und bei den Kompaktleuchtstofflampen sowie LED-Lampen die weniger effizienten aus.

³⁷ Siehe hierzu ab Seite 32 den Punkt B 5.

³⁸ Siehe im Regelungstext den Punkt II.3.1.j.

³⁹ zumindest die derzeit angebotenen

B 2 Gebrauchseigenschaften von Lampen

B 2.1 Quecksilber in Leuchtstofflampen

Kompaktleuchtstofflampen (KLL, sogenannte Energiesparlampen) enthalten, ebenso wie stabförmige Leuchtstofflampen ^[40], in geringen Mengen Quecksilber, damit sie ihre Funktion erfüllen können. Hierfür gelten EG-weit einheitliche Grenzwerte. Bei KLL sind dies 5 mg Quecksilber pro Lampe und bei stabförmigen Leuchtstofflampen je nach Typ zwischen 5 und 10 mg ^[Q41]. Die Quecksilbergehalte der Lampen sind unterschiedlich. Die EG-Verordnung für Haushaltslampen sieht vor, daß Verbraucherinnen und Verbraucher besser informiert sein sollen. So müssen die Hersteller ab dem 1. September 2010 auch den Quecksilbergehalt auf der Verpackung angeben.

Bei der Erzeugung von Strom aus Kohle wird Quecksilber ausgestoßen. Studien ^[Q42] bestätigen, daß bei Einhaltung des Grenzwertes von 5 mg Quecksilber pro KLL, die Mengenbilanz von Quecksilber bezogen auf die gleiche Menge gelieferten Lichtes ^[43] zugunsten der KLL ausfällt. Das heißt: Bei der KLL ist die Summe aus Quecksilber in der Lampe und Quecksilberausstoß bei der Stromerzeugung geringer als der Quecksilberausstoß bei der Stromerzeugung für eine vergleichbare herkömmliche Glühlampe.

Um wie viel besser die KLL gegenüber der Glühlampe bei einer solchen Mengenbilanz abschneidet, hängt maßgeblich von der Lebensdauer sowie der Erfassung und der Recyclingquote der KLL ab. Bei der Erfassung besteht in Deutschland noch erheblicher Handlungsbedarf.

B 2.2 Einfluß der Beleuchtung auf die Raumtemperatur und Beheizung

Die gesamte von Lampen aufgenommene Leistung wird in Wärme umgesetzt: als Wärme, die die Lampe an die umgebende Luft oder das Leuchtgehäuse abgibt, als Wärmestrahlung sowie Lichtstrahlung, die dort, wo das Licht von einer Oberfläche absorbiert wird, in Wärme umgewandelt wird. Die Wärme, die in einen Raum durch Lampen und Elektrogeräte freiwird, trägt dazu bei, den Raum aufzuheizen.

⁴⁰ umgangssprachlich fälschlicherweise auch als Neonröhren bezeichnet

⁴¹ „Richtlinie 2002/95/EG zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten, in deutsches Recht umgesetzt über: Gesetz über das Inverkehrbringen, die Rücknahme und die umweltverträgliche Entsorgung von Elektro- und Elektronikgeräten“, (Elektro- und Elektronikgerätegesetz – ElektroG vom 16. März 2005.)

⁴² Zum Beispiel:

Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW): Nachhaltigkeitseffekte durch Herstellung und Anwendung Nanotechnologischer Produkte, Schriftenreihe des IÖW 177/04, 2004;

Öko-Institut: Produktlinienanalyse „Glühlampe versus Energiesparlampe“, Freiburg, 1994;

Öko-Institut: Energiesparlampe als EcoTopTen-Produkt, Freiburg, 2004 in Verbindung mit

http://www.ecotopten.de/prod_lampen_faq.php#frage9

⁴³ mg/Mlmh (Mlmh = Megalumenstunden; Beispiel: Eine Standardglühlampe ^[B86] mit einer Leistungsaufnahme von 100 Watt gibt während ihrer Lebensdauer im Mittel einer Lichtleistung von rund 1'200 Lumen (lm) ab. Damit ergibt sich während ihrer Lebensdauer eine Lichtenergie (Lichtmenge) von rund 1,2 Mlmh)

Um eine gleichgroße Lichtleistung (Einheit: Lumen) abgeben zu können, brauchen KLL gegenüber Glühlampen etwa nur ein viertel an Leistungsaufnahme (Einheit: Watt). Damit tragen sie weniger zur Raumerwärmung bei als Glühlampen.

Im Sommer ist dies ein Vorteil: Die oft ohnehin warme Raumluft wird nicht so stark weiter aufgeheizt. Bei klimatisierten Räumen muß außerdem die Klimatisierungsanlage weniger arbeiten als bei einer Beleuchtung durch Glühlampen; der Stromverbrauch ist geringer.

Im Winter muß die Heizungsanlage den Unterschied ausgleichen. In einem normalen Wohnhaus ist dieser Unterschied aber so gering, daß er zu vernachlässigen ist. Er spielt nur in Passivhäusern eine Rolle: Diese sind sehr gut wärmegeklämt und brauchen deshalb nur sehr wenig Heizenergie. Die Wärme von Lampen und Elektrogeräten kann im Vergleich zu der benötigten Heizenergie recht groß sein. Deshalb wird diese Wärme (die sogenannte innere Wärmequelle) bei solchen Häusern bei der Auslegung der Heizungsanlage berücksichtigt.

In einem normalen Wohnhaus ist ein größerer Beitrag der Lampen zur Beheizung nicht sinnvoll, denn die elektrische Beheizung führt zu einer dreifachen Vergeudung und Belastung:

1. Durch die Umwandlungsverluste der Kraftwerke wird deutlich mehr Primärenergie verbraucht als bei einer Beheizung beispielsweise mit Heizöl oder Gas.
2. Dementsprechend wird mehr CO₂ ausgestoßen.
3. Das Heizen wird teurer, denn 1 Kilowattstunde Heizwärme aus Gas oder Öl kostet 7...10 ct, aus Strom aber etwa 20 ct.

B 3 Entsorgung gebrauchter Lampen

Die Anforderungen an die Gestaltung der Lampen wie die Festlegung von Grenzwerten für Quecksilber oder Anforderungen an die Energieeffizienz gehören zu der Produktverantwortung. In deren Mittelpunkt steht der Hersteller, der maßgeblichen Einfluß auf die Umwelteigenschaften des Produktes hat. Der Hersteller ist auch für die Entsorgung der Altgeräte verantwortlich. Diesen Teil seiner Produktverantwortung kann er aber nur soweit wahrnehmen, als die Altgeräte auch zu ihm gelangen. Dafür ist die Unterstützung der Bürger notwendig. Diese bestimmen, wo die Altgeräte landen und damit auch, was mit ihnen geschieht.

B 3.1 Glühlampen

Die herkömmlichen Glühlampen und die allermeisten Halogenglühlampen brauchen nicht gesondert entsorgt zu werden; sie können in die Restmülltonne geworfen werden. Anders ist es bei Halogenglühlampen mit eingebautem Vorschaltgerät; siehe das Bild rechts. Diese gelten als Elektroaltgeräte⁴⁵. Deshalb sind sie über die kommunalen Sammelstellen – zum Beispiel die „Wertstoffhöfe“ – zu entsorgen.



**Halogenglühlampe
mit eingebautem
Vorschaltgerät**

[Q44]

B 3.2 LED-Lampen

Diese Lampen gelten ebenfalls als Elektroaltgeräte und müssen deshalb über die kommunalen Sammelstellen entsorgt werden.



B 3.3 Leuchtstofflampen

Kompaktleuchtstofflampen und stabförmige Leuchtstofflampen enthalten Quecksilber. Deshalb gehören diese Lampen, wenn sie ausgedient haben, nicht in den Hausmüll oder gar Glascontainer, sondern sind bei einer geeigneten Sammelstelle abzugeben. Nur dann kann Quecksilber getrennt erfaßt und das Lampenglas verwertet werden. Die Rückgabe ist für Privatpersonen kostenlos. Leider ist die Rückgabepflicht in der Bevölkerung nicht ausreichend bekannt. Außerdem sind die Rückgabemöglichkeiten häufig mit langen oder umständlichen Wegen verbunden. Da die EG-Verordnung eine Marktverschiebung zugunsten der Kompaktleuchtstofflampen bringen wird, besteht dringender Handlungsbedarf,

⁴⁴ „Phasing out incandescent bulbs in the EU – Technical briefing“; Erklärungen der EG-Kommission zur EG-Regelung für Haushaltslampen; vermutlich Dezember 2008

⁴⁵ gemäß dem Gesetz über das Inverkehrbringen, die Rücknahme und die umweltverträgliche Entsorgung von Elektro- und Elektronikgeräten (Elektro- und Elektronikgerätegesetz - ElektroG) in der Fassung vom 1. Februar 2007

verbraucherfreundlichere Lösungen für ihre Rückgabe zu schaffen. Für Elektrohandel und -handwerk kann die freiwillige Rücknahme und ordnungsgemäße Entsorgung ausgedienter Leuchtstofflampen – auch über kommunale Sammelstellen oder Herstellersysteme – die Chance für eine höhere Kundenbindung bieten.

Für das (An-)Sammeln ausgedienter Lampen im Haushalt gibt es Sammelkisten, siehe das nebenstehende Bild. Diese werden derzeit in einer Reihe von Kommunen probeweise verteilt. Eine flächendeckende Verteilung wird es wahrscheinlich etwa ab April 2009 geben.

Für das Gewerbe stehen zahlreiche Rückgabestellen zur Verfügung. Informationen über Rückgabemöglichkeiten bieten die kommunale Abfallberatung und teilweise auch der Fachhandel. Nennenswert ist auch die Aktivität und die Öffentlichkeitsarbeit der Hersteller (Rücknahmeorganisation Lightcycle^[V47]) und der Verbraucher- und Umweltschutzverbände (zum Beispiel das von Bundesumweltministerium (BMU) und UBA geförderte Projekt „Green Electronics“ der Deutschen Umwelthilfe^[V48]).



Sammelbehälter für Privathaushalte



Sammlung im Gewerbe

Bilder: [Q46]

⁴⁶ © 2008 – Lightcycle

⁴⁷ www.lightcycle.de

⁴⁸ http://www.duh.de/uploads/media/DUH-Infoblatt_Energiesparlampen_02.pdf

B 4 Beitrag der Beleuchtung zum Stromsparen

In der Diskussion über den Glühlampenausstieg ist mitunter das Argument zu hören, daß es doch „nun wirklich lohnendere Sparmöglichkeiten“ gäbe als die Beleuchtung in Privathaushalten. Verbraucht die Beleuchtung viel Strom und kann hier soviel gespart werden, daß sich es lohnt? Auf diese Fragen geben die folgenden Punkte Antworten.

B 4.1 Anteil der Beleuchtung am Stromverbrauch

- Weltweit wird laut der Internationalen Energieagentur für Beleuchtung rund ein fünftel der leitungsgebundenen Elektrizität eingesetzt, was einen CO₂-Ausstoß von rund 1'500 Mt ^[Q49] verursacht.
- Der EG-weite jährliche Stromverbrauch der von der neuen Verordnung zu Haushaltslampen ^[V50] erfaßten Produkte betrug im Jahre 2007 etwa 112 TWh ^[B51], was einem CO₂-Ausstoß von 45 Mt entspricht. Der Verbrauch soll Vorhersagen zufolge bis auf 135 TWh im Jahre 2020 steigen, falls keine geeigneten Maßnahmen getroffen werden ^[Q52].
- In Deutschland werden 15 v.H. des verbrauchten Stromes für Beleuchtung eingesetzt. Den größten Anteil am Stromverbrauch hat die Beleuchtung in Gewerbe, Handel und Dienstleistung ⁵³:

	Verbrauch TWh/a	Anteil der Beleuchtung am gesamten Stromverbrauch v.H.
Gewerbe, Handel, Dienstleistung	38	28
Privathaushalte	14	10
Industrie	19	9
gesamt	71	15



Der Anteil der Beleuchtung am Stromverbrauch ist nicht zu vernachlässigen.

⁴⁹ Quelle: „Light's Labour's Lost: Policies for Energy-efficient Lighting“, OECD/Internationale Energieagentur (IEA), 2007 (http://www.iea.org/Textbase/publications/free_new_Desc.asp?PUBS_ID=1695). Die OECD/IEA-Veröffentlichung nennt weiterhin für Lichterzeugung aus Brennstoff 200 Mt. CO₂ und für Fahrzeuge rund 160 Mt CO₂ also insgesamt rund 1'900 Mt CO₂.

⁵⁰ Zu dieser siehe näheres im Punkt B 5.

⁵¹ 1 TWh = 1 Terawattstunde = 1 Milliarde Kilowattstunden

⁵² Quelle für diese Angaben: „Entwurf Verordnung (EG) Nr. .../... der Kommission vom ... zur Durchführung der Richtlinie 2005/32/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Festlegung von Ökodesign-Anforderungen an nicht gerichtete Haushaltslampen“, Entwurf der deutschen Übersetzung vom 17. 12. 2008

⁵³ Die Werte beziehen sich auf das Jahr 2003 und stammen aus der unter ⁵⁴ angegebenen Quelle. Den Anteil beim Verkehr nennt diese Quelle nicht. Aus anderer Quelle ergibt sich, daß er niedriger als der in der Industrie ist.

⁵⁴ Quelle: „Optionen und Potenziale für Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen - Kurzfassung“, Endbericht im Auftrag der E.ON AG, Wuppertal-Institut, 23. Mai 2006

B 4.2 Mögliche Stromverbrauchsminderungen bei der Beleuchtung

Bei den Lampen- und Leuchtentypen gibt es deutliche Unterschiede in der Effizienz und damit im Strombedarf^[V55]. Weitere Unterschiede gibt es dort, wo Vorschaltgeräte oder Netzteile für die Beleuchtung erforderlich sind. Darüber hinaus kann bei einem Teil der Lichtanwendungen der Strombedarf deutlich geringer ausfallen, wenn die Beleuchtung gut gesteuert wird.

- Für die EG rechnet die EG-Kommission damit, daß die Durchführung der neuen Verordnung zu Haushaltslampen in der EU zu Energieeinsparungen von nahezu 40 TWh und zu einer Minderung des CO₂-Ausstoßes in der EG um 15 Mio. t führen wird. Diese 40 TWh entsprechen ungefähr dem Stromverbrauch Rumäniens oder dem von 11 Millionen Haushalten in der EG und sind soviel wie zehn 500-Megawatt-Kraftwerke jährlich erzeugen^[Q56].
- In Deutschland setzen Gewerbe, Handel und Dienstleistung sowie Privathaushalte und Industrie vielfach Beleuchtungstechnik geringerer Effizienz ein. Würden ineffiziente Lampen und Leuchten durch solche höherer Effizienz ersetzt und bessere Steuerung eingesetzt werden, könnte im Jahre 2015 allein durch wirtschaftliche Maßnahmen der Stromverbrauch rund 16 TWh niedriger sein. Der Anteil der Privathaushalte an dieser Einsparmöglichkeit beträgt 2 TWh⁵⁴.



Die Beleuchtung bietet insgesamt nennenswerte wirtschaftliche Stromeinsparmöglichkeiten.

B 4.3 Gegenüberstellung möglicher Stromverbrauchsminderungen bei der Beleuchtung mit denen bei anderen Stromanwendungen

Die Diskussion über das Stromsparen drehte sich in den vergangenen Jahren vielfach um die Leerlaufverluste^[B57] von Elektrogeräten. Derzeit berichten viele Medien zur Beleuchtung. Leerlaufverluste und Beleuchtung sind Themen, die jeden berühren. Ein Blick über diesen „Tellerrand“ zeigt aber unter anderem: Elektrischer Strom wird zur Hälfte in Elektromotoren für mechanische Energie genutzt, zu einem reichlichen Viertel für Prozeßwärme und zu fast einem Zehntel für die umweltschädigende Elektroheizung^[V58].

Weiterhin ist die Diskussion über das Stromsparen zu oft eingeschränkt auf die Privathaushalte. Auch hier zeigt ein weitergehender Blick bemerkenswertes: Die Industrie steigerte ihren Verbrauch von 1993 bis 2005 um rund ein Drittel^[V58]. Dies ist, verglichen mit anderen

⁵⁵ Zu den in Privathaushalten eingesetzten Lampen siehe die Tafel auf Seite 24 im Punkt B 1.12.

⁵⁶ Quelle für diese Angaben: „Mitgliedstaaten billigen schrittweise Abschaffung von Glühlampen bis 2012“; Presseinformation IP/08/1909 der EG-Kommission; Brüssel, den 8. Dezember 2008

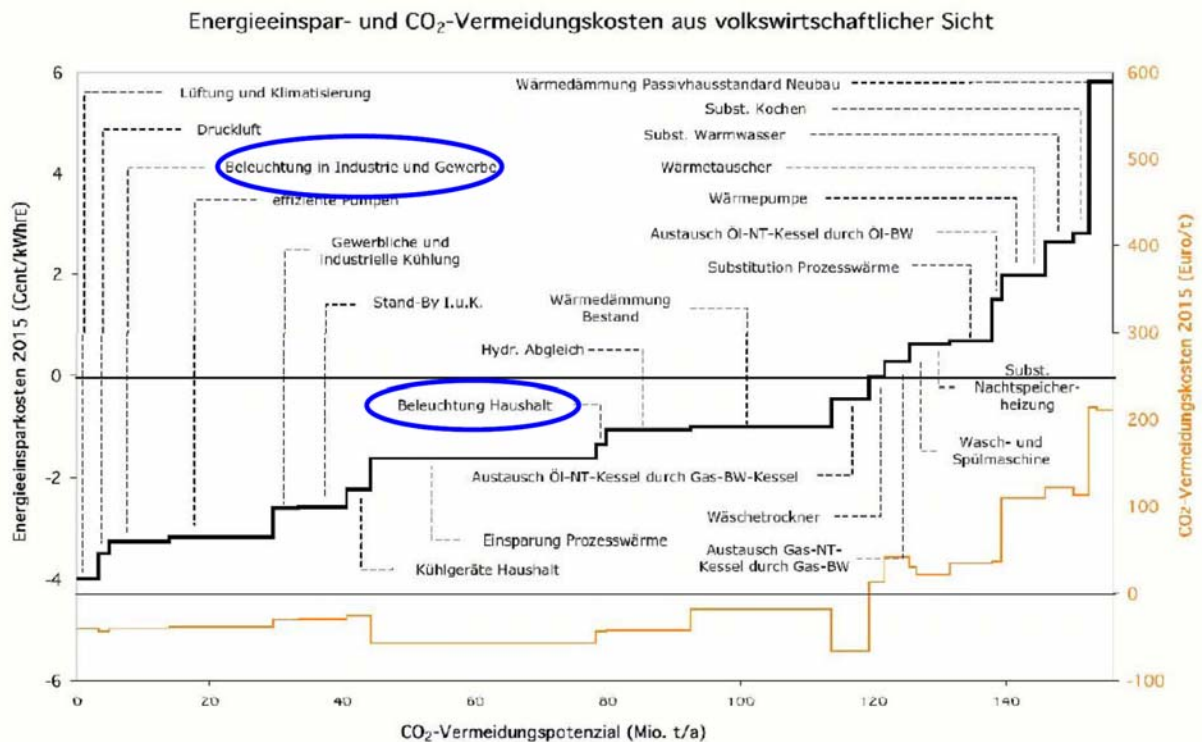
⁵⁷ Von Leerlauf spricht man, wenn ein Gerät Strom verbraucht, ohne seine eigentlich Funktion zu erfüllen. Bereitschafthaltung, englisch stand-by, ist die bekannteste, aber bei weitem nicht einzige Ursache für diese Stromvergeudung.

⁵⁸ Siehe hierzu Näheres in „Stromsparen: weniger Kosten, weniger Kraftwerke, weniger CO₂ – Fakten und Argumente für das Handeln auf der Verbraucherseite“, Umweltbundesamt, 24. August 2007; http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-medien/mysql_medien.php?anfrage=Kennnummer&Suchwort=3191

Verbrauchsbereichen, überdurchschnittlich viel. Im Jahre 2005 verbrauchte die Industrie fast die Hälfte des in Deutschland erzeugten Stromes.

Ein Rundblick zeigt: Stromsparmöglichkeiten gibt es in allen Verbrauchsbereichen und bei einer Vielzahl von Stromanwendungen.

Das folgende Bild zeigt das Ergebnis einer Untersuchung zu Energiesparmöglichkeiten – nicht nur bei Strom.



[Q59]

Keine einzelne Stromsparmöglichkeit für sich genommen reicht aus, um die Umweltauswirkungen im erforderlichen Maße zu verringern. Deshalb müssen alle Möglichkeiten genutzt werden.



Die Stromeinsparmöglichkeiten bei der Beleuchtung in den Privathaushalten sollten genutzt werden. Daneben gibt es weitere, teilweise deutlich größere Stromeinsparmöglichkeiten, die nicht vergessen werden dürfen.

⁵⁹ siehe ⁵⁴; die Hervorhebungen stammen vom UBA

B 5 Die EG-Verordnungen

Hintergrund der Verordnungen ist die Energiebetriebene-Produkte-Richtlinie (EbP-RL, auch Ökodesign-Richtlinie genannt ^[60]). Diese ist eine EG-Rahmenrichtlinie. Auf ihrer Grundlage können für einzelne Produkte wie zum Beispiel Fernsehgeräte, Waschmaschinen und Lampen Anforderungen gestellt werden.

Zu Produkten der Beleuchtungstechnik gab es bisher zwei Beschlüsse. Gefaßt wurden diese von dem EG-Regelungsausschuß, in welchem alle Mitgliedstaaten der EG vertreten sind.

Die erste Verordnung, die **Verordnung zu Nichthaushaltsbeleuchtung**, zielt auf üblicherweise in der Straßenbeleuchtung und in Büros eingesetzte Lampen, also Leuchtstofflampen ohne eingebautes Vorschaltgerät und Hochdruckentladungslampen, sowie auf zugehörige Vorschaltgeräte und Leuchten. Sofern EG-Rat und Parlament zustimmen, wird diese Verordnung in Kraft treten. Derzeit ist die Verordnung angenommen nur ein Verordnungsentwurf.

Die zweite Verordnung, die **Verordnung zu Haushaltslampen**, zielt auf sogenannte Haushaltslampen und soll unter anderem zu einem „Glühlampenausstieg“ führen. Anforderungen an Vorschaltgeräte und Leuchten enthält sie nicht. Hier haben EG-Rat und Parlament bereits zugestimmt, so daß die Verordnung in Kraft treten wird.

Zu diesen Verordnungen bietet der vorliegende Text folgende Informationen:

- Eine Übersicht über den Inhalt der Verordnungen geben die folgenden Abschnitte.
- Ob eine Lampe aufgrund einer der EG-Verordnungen Anforderungen erfüllen muß und falls ja, welche und ab wann, erschließt sich aus den Texten der Verordnungen teilweise nur mühsam. Erläuterungen zum besseren Verständnis bietet Teil D (ab Seite 47).

Die Text beider Verordnungen – jeweils ergänzt um ein Inhaltsverzeichnis – können heruntergeladen werden unter <http://www.uba.de/energie/licht>.

⁶⁰ Richtlinie 2005/32/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 6. Juli 2005 zur Schaffung eines Rahmens für die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung energiebetriebener Produkte und zur Änderung der Richtlinie 92/42/EWG des Rates sowie der Richtlinien 96/57/EG und 2000/55/EG des Europäischen Parlaments und des Rates, ABl. L 191 vom 22. 7. 2005, S. 29 ff.

B 5.1 Die EG-Verordnung zu Haushaltslampen

Der Titel dieser Verordnung lautet „*Entwurf Verordnung (EG) Nr. .../... der Kommission vom ... zur Durchführung der Richtlinie 2005/32/EG* ^[B61] *des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Festlegung von Ökodesign-Anforderungen an nicht gerichtete Haushaltslampen*“ ^[V62].

Diese Verordnung umfaßt für die Zeit ab dem 1. September 2009 eine Reihe von Anforderungen. Diese betreffen

- die Effizienz von Lampen,
- die Gebrauchseigenschaften der Lampen (Lebensdauer, Farbwiedergabe, UV-Strahlung usf.) und
- die Informationen, die die Hersteller auf der Verpackung machen und im (Inter-)Netz zur Verfügung stellen müssen.

B 5.1.1 Allgemeine Fragen zu der Verordnung zu Haushaltslampen

B 5.1.1.1 Betrifft die Verordnung nur Haushaltslampen?

Im Titel des Verordnungsentwurfes wie auch in Medienberichten ist von Haushaltslampen die Rede.



Die Verordnung gilt unabhängig davon, ob eine Lampe in einem Privathaushalt eingesetzt wird oder nicht. Sie zielt vielmehr auf Lampentypen, die üblicherweise in Haushalten zu finden sind: herkömmliche Glühlampen, Halogenglühlampen, Kompaktleuchtstofflampen und LED-Lampen.

Die Verordnung gilt auch für Lampen, die nicht für den Einsatz in Privathaushalten verkauft werden sowie für Lampen, die in ein anderes Produkt eingebaut sind. Welche Lampenarten betroffen sind, ist in den Punkten D 1...D 3 ab Seite 50 erklärt.

⁶¹ Hierbei handelt es sich um die Energiebetriebene-Produkte-Richtlinie (EbP-RL), die durch das Energiebetriebene-Produkte-Gesetz (EbPG) deutsches Recht umgesetzt ist. Der Titel dieser Richtlinie lautet „**Richtlinie 2005/32/EG** des Europäischen Parlaments und des Rates vom 6. Juli 2005 zur Schaffung eines Rahmens für die Festlegung von Anforderungen an die **umweltgerechte Gestaltung energiebetriebener Produkte** und zur Änderung der Richtlinie 92/42/EWG des Rates sowie der Richtlinien 96/57/EG und 2000/55/EG des Europäischen Parlaments und des Rates“.

⁶² Der Text der Verordnung – ergänzt um ein Inhaltsverzeichnis – kann heruntergeladen werden unter <http://www.uba.de/energie/licht>.

B 5.1.1.2 Werden Glühlampen verboten?

In Medienberichten wird oft von einem Glühlampenverbot gesprochen. In der Vergangenheit war ein solches auch wiederholt gefordert worden.

Demgegenüber sieht die Regelung kein Verbot bestimmter Techniken vor. Vielmehr werden Anforderungen an die Effizienz der Produkte gestellt. Produkte, die diese Anforderungen nicht erfüllen, die also weniger effizient sind, dürfen ab einem bestimmten Zeitpunkt nicht mehr „in Verkehr gebracht“^[B64] werden. In der Folge wird der größte Teil der herkömmlichen Glühlampen (Allgebrauchslampen) im Laufe der nächsten Jahre vom Markt

weichen. Gewisse Arten von Glühlampen werden auch in Zukunft verkauft werden dürfen.



[Q63]



Von einem Verbot kann also nicht die Rede sein, eher von einem Glühlampenausstieg.

Wann welche Glühlampen vom Markt weichen müssen, ist ab Seite 37 im Punkt B 5.1.2.3 erklärt und in der Übersicht auf Seite 9 dargestellt.

⁶³ http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:Undiscovered_Genius.jpg

⁶⁴ Es ist derzeit noch strittig, wie die Regelung auszulegen ist: ob „Inverkehrbringen“ sich auf die Abgabe durch den Hersteller/Importeur beschränkt oder auch eine Abgabe durch einen Händler einschließt.

B 5.1.2 Die Effizienzanforderungen der Verordnung zu Haushaltslampen

B 5.1.2.1 Einteilung der Lampen

Die Verordnung unterscheidet bei den Effizienzanforderungen im wesentlichen zwischen „Klarglas-“ und „Mattglaslampen“. Was damit gemeint wird, ist nicht unbedingt das gleiche wie das, was ein Durchschnittsmensch darunter verstehen würde.

Regelung:

	Klarglaslampen	Mattglaslampen
vereinfacht:	herkömmliche und Halogen-glühlampen mit klarer Hülle	- herkömmliche und Halogen-glühlampen mit matter Hülle - alle Kompaktleuchtstofflampen ⁶⁵
genau:	Eine „Klarglaslampe“ ist eine Lampe (keine Kompaktleuchtstofflampe), deren Leuchtdichte bei einer Lichtleistung unter 2'000 lm mehr als 25'000 cd/m ² und bei einer höheren Lichtleistung mehr als 100'000 cd/m ² beträgt, deren Hülle durchsichtig ist und deren Leuchtdraht, Leuchtdiode oder Gasentladungsröhre deutlich sichtbar ist.	Eine „Mattglaslampe“ ist eine Lampe, die nicht der Beschreibung einer Klarglaslampe entspricht; dazu gehören u. a. Kompaktleuchtstofflampen.

B 5.1.2.2 Formulierung der Effizienzanforderungen

Die Medien berichten vielfach dazu, wann Glühlampen mit welchen Wattagen vom Markt weichen müssten. Der Regelungsentwurf stuft die Effizienzanforderungen jedoch nicht nach Wattagen, sondern nach der Lichtleistung (Lumen, lm). Die Effizienzanforderungen beziehen sich auf die Höhe der Leistungsaufnahme einer Lampe, in Abhängigkeit von der Höhe ihrer Lichtleistung.



Ob eine Lampe die Anforderungen erfüllt oder auch nicht und deshalb irgendwann nicht mehr auf dem Markt zu finden sein wird, lässt sich nicht allein anhand der Leistungsaufnahme (Wattage) feststellen, sondern nur in Verbindung der Werte von Leistungsaufnahme und Lichtleistung.

⁶⁵ auch dann, wenn sie eine klare Hülle haben

B 5.1.2.3 Effizienzanforderungen an Klarglaslampen und ihre Stufung

Das Verhältnis Leistungsaufnahme zu Lichtleistung ist bei den meisten Lampentechniken nicht konstant. Das nebenstehende Bild zeigt dies beispielhaft für die Standardglühlampen⁸⁶ eines Herstellers. Eine 15-Watt-Lampe erzeugt eine Lichtleistung von 110 Lumen. Damit braucht sie rund 0,14 Watt/Lumen. Eine 100-Watt-Lampe hingegen erzeugt rund 1'350 Lumen; sie braucht nur 0,06 Watt/Lumen. Deshalb sind die Effizienzanforderungen im Regelungsentwurf nicht einfach durch eine Formel der Art

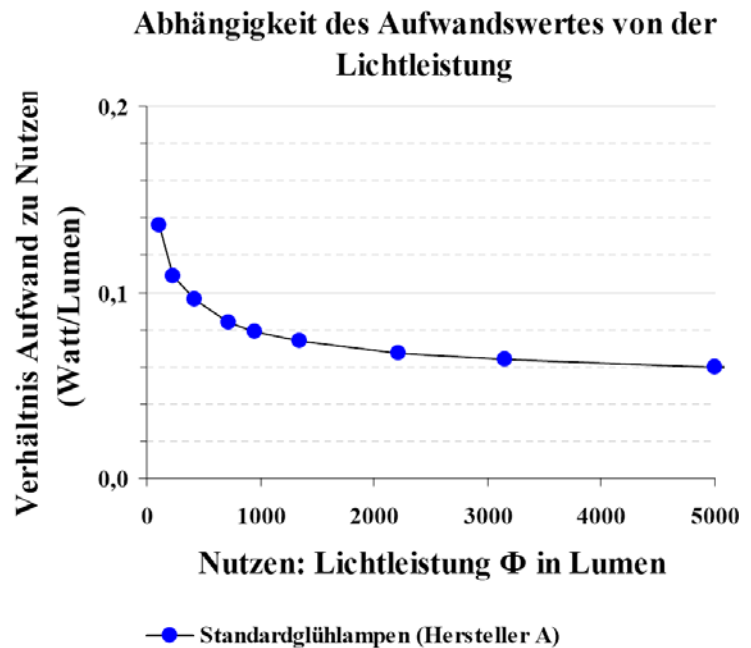
$$\text{Watt} = A \times \text{Lumen}$$

mit einem bestimmten Wert für A festgelegt⁶⁷. Stattdessen gilt für Klarglaslampen eine Gleichung,

die den Zusammenhang zwischen der Lichtleistung (Φ in Lumen) und der Leistungsaufnahme (P in Watt) näherungsweise beschreibt:

$$P = A \times (0,88 \times \sqrt{\Phi} + 0,049 \times \Phi)$$

Für jede Lampe mit einer bestimmten Lichtleistung Φ und einer bestimmten Leistungsaufnahme P ergibt sich mit dieser Gleichung für A ein individueller Wert – genannt PLI-Zahl.



[Q66]



Die PLI-Zahl ist eine Verbrauchskennzahl. Sie ist ein Maß für die Leistungsaufnahme (Watt), die eine Lampe braucht, um Lichtleistung (Lumen) abzugeben.

Je höher die PLI-Zahl, um so höher ist die Leistungsaufnahme. Um so höher sind damit auch der Stromverbrauch und der bei der Stromerzeugung verursachte CO₂-Ausstoß.

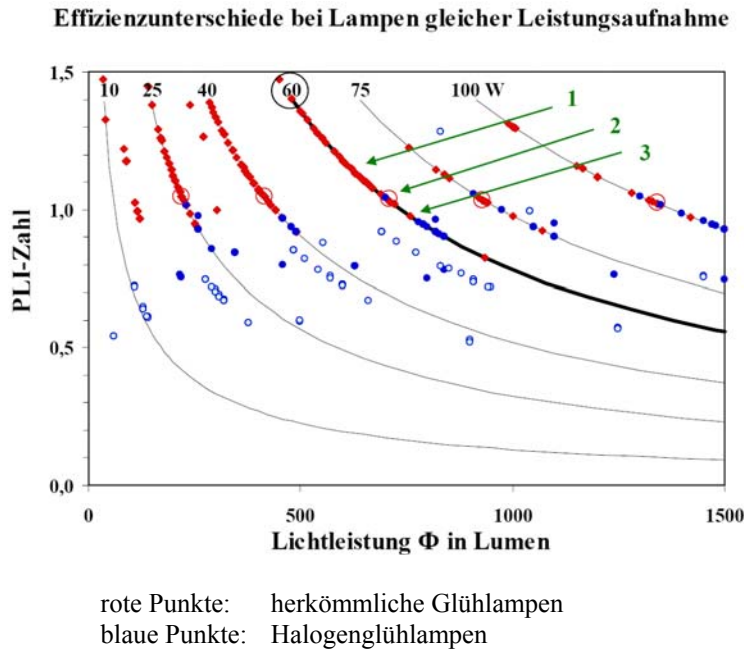
Hohe PLI-Zahlen stehen für hohe Umweltbelastungen, niedrige PLI-Zahlen für niedrige Umweltbelastungen.

⁶⁶ Umweltbundesamt

⁶⁷ „A“ steht hier für eine beliebige Zahl und könnte auch mit einem andern Buchstaben oder einem Symbol bezeichnet werden.

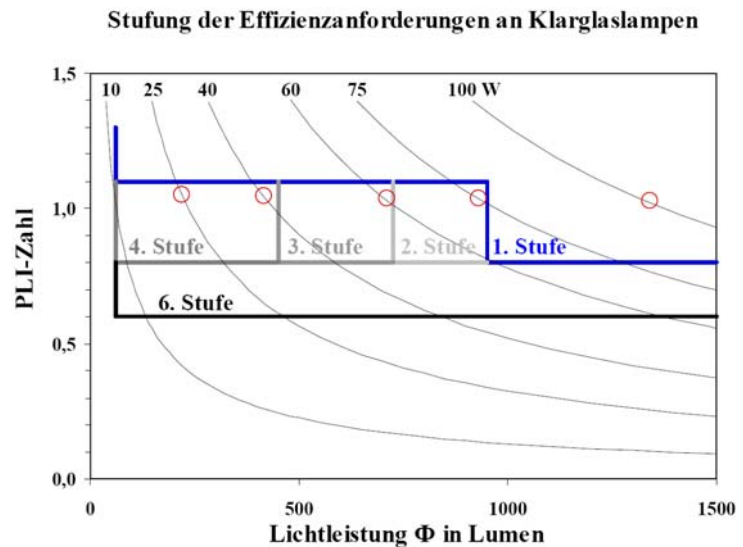
Trägt man für eine Reihe herkömmlicher Glühlampen (Allgebrauchslampen) und Halogenglühlampen die PLI-Zahlen über der Lichtleistung auf, ergibt sich das nebenstehende Bild. Bei Lampen gleicher Leistungsaufnahme, beispielsweise 60 Watt, ist die Effizienz nicht gleich. Deshalb verteilen sich die PLI-Zahlen dieser Lampen längs der dicken schwarzen Linie:

- Glühlampen mit beispielsweise leicht getöntem Kolben geben eine geringere Lichtleistung als Standardglühlampen ab. Sie sind also weniger effizient und liegen in dem Bild deshalb höher. (← 1)
- Die PLI-Zahl der Standardglühlampe ist durch einen roten Kreis (○) dargestellt. (← 2)
- Glühlampen, deren Kolben beispielsweise mit Krypton gefüllt ist, geben eine höhere Lichtleistung als Standardglühlampen ab. Sie sind also effizienter und liegen in dem Bild deshalb tiefer. (← 3)



[Q68]

Das nebenstehende Bild zeigt die Stufung der Effizienzanforderungen an Klarglaslampen. Die roten Kreise (○) stehen wieder für Standardglühlampen. Wie zuvor dargestellt, verteilen sich Lampen gleicher Wattage längs der schwarzen Linien. Auf Grund der Art, in der die Effizienzanforderungen in der Regelung formuliert sind – siehe die Linien in blau, grau und schwarz –, erfassen die einzelnen Stufen jeweils nicht alle Lampen der gleichen Wattage. Das heißt:



[Q69]



Lampen einer bestimmten Wattage weichen nicht in einer, sondern in mehreren Stufen vom Markt.

⁶⁸ Umweltbundesamt

⁶⁹ Umweltbundesamt

Der Verständlichkeit wegen sind deshalb die folgenden Aussagen auf Standardglühlampen beschränkt.

1. Stufe

Die Verordnung sieht vor, daß ab 1. September 2009 keine Lampen mehr in Verkehr gebracht werden dürfen^[64], die eine PLI-Zahl $> 0,8$ haben^[70]. Ausgenommen sind davon in dieser ersten Stufe aber Lampen mit einer Lichtleistung von nicht mehr als 950 Lumen. Zum Vergleich: Eine Standardglühlampe mit einer Leistungsaufnahme von 100 Watt hat eine Lichtleistung von rund 1'350 Lumen, eine Standardglühlampe mit 75 Watt gibt 930 Lumen ab.

Bei den so ausgenommenen Lampen mit ≤ 950 Lumen darf die PLI-Zahl höchstens 1,1 betragen. Das heißt: Nach dem 1. September dürfen nur noch Standardglühlampen mit bis zu 75 Watt in Verkehr gebracht werden.

2. Stufe

Ab 2. September 2010 gilt die Ausnahme nur noch für Lampen mit einer Lichtleistung von nicht mehr als 725 Lumen. Zum Vergleich: Eine Standardglühlampe mit einer Leistungsaufnahme von 60 Watt hat eine Lichtleistung von rund 710 Lumen. Das heißt: Standardglühlampen mit 75 Watt müssen vom Markt weichen, während solche mit bis zu 60 Watt weiterhin in Verkehr gebracht werden dürfen.

3. Stufe

Ab 2. September 2011 gilt die Ausnahme nur noch für Lampen mit einer Lichtleistung von nicht mehr als 450 Lumen. Dann weichen die 60-Watt-Standardglühlampen vom Markt.

4. Stufe

Ab 1. September 2012 gibt es keine Ausnahme mehr. Bei allen Klarglaslampen darf die PLI-Zahl nicht mehr als 0,8 betragen. Damit weichen auch die 25- und die 40-Watt-Standardglühlampen vom Markt.

5. Stufe

In dieser Stufe gibt es bei den Effizienzanforderungen an Klarglaslampen keine Änderung.

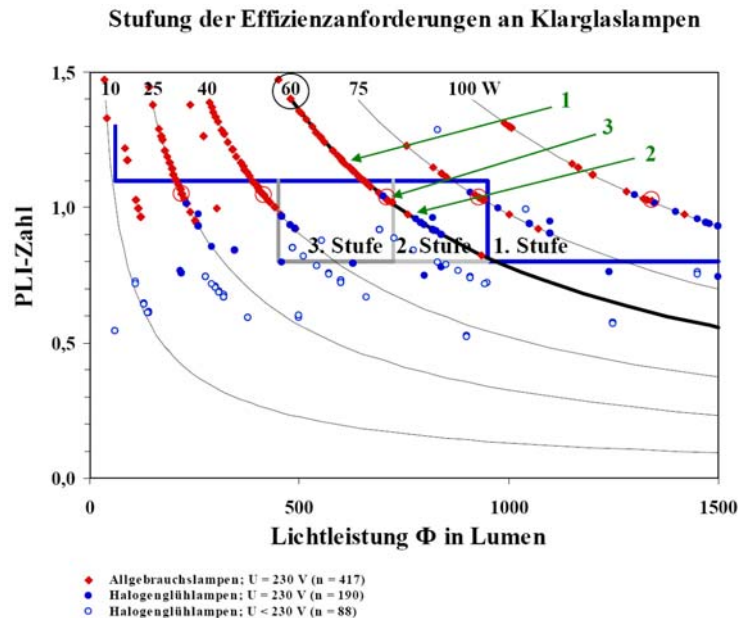
6. Stufe

Ab 1. September 2016 darf die PLI-Zahl bei Klarglaslampen nicht höher als 0,6 sein. Während bereits mit den Stufen 1 bis 4 die weniger effizienten Halogenglühlampen vom Markt weichen mußten, trifft diese 6. Stufe auch Halogenlampen mittlerer und guter Effizienz. Ab dem 1. September 2016 dürfen nur noch sehr effiziente Halogenlampen in Verkehr gebracht werden.

⁷⁰ Die Regelung selbst spricht nicht von der PLI-Zahl. Statt dessen formuliert sie die Grenzwerte jeweils als Gleichungen, zum Beispiel „ $0,8 \times (0,88 \times \sqrt{\Phi} + 0,049 \times \Phi)$ “.

Wie oben gesagt, weichen nicht alle Lampen der selben Wattage in nur einer Stufe vom Markt. Das nebenstehende Bild zeigt dies anhand der herkömmlichen 60-Watt-Lampen:

- Von den herkömmlichen Glühlampen werden die weniger effizienten bereits mit der 1. Stufe vom Markt weichen müssen. (← 1)
- Die effizienteren Glühlampen weichen in der 2. Stufe vom Markt. (← 2)
- Die Standardglühlampen, hier wieder durch einen roten Kreis (O) dargestellt, sind erst von der 3. Stufe betroffen. (← 3)



B 5.1.2.4 Effizienzanforderungen an Mattglaslampen

Diese Anforderungen sind nicht über der Zeit gestuft. Ab 1. September 2009 gilt für alle Mattglaslampen bei der PLI-Zahl ein Höchstwert von etwa 0,225⁷². Bei Lampen mit bestimmten Eigenschaften wie höherer Farbtemperatur oder besserer Farbwiedergabe gilt eine höhere PLI-Zahl.



Zum 1. September 2009 werden alle herkömmlichen und Halogenglühlampen in Mattglasausführung vom Markt weichen. Von den Kompaktleuchtstofflampen mit eingebautem Vorschaltgerät (auch Energiesparlampen genannt) müssen die weniger effizienten ebenfalls vom Markt weichen.

⁷¹ Umweltbundesamt

⁷² Bei Mattglaslampen verwendet der Regelungsentwurf nicht die Gleichung $P = A \times (0,88 \times \sqrt{\Phi} + 0,049 \times \Phi)$, sondern die Gleichung $P = A \times (0,24 \times \sqrt{\Phi} + 0,0103 \times \Phi)$. Diese Gleichung entspricht mit geringen Abweichungen aber $P = A \times 0,225 \times (0,88 \times \sqrt{\Phi} + 0,049 \times \Phi)$.

B 5.2 Die EG-Verordnung zu Nichthaushaltsbeleuchtung

Der Titel dieser Verordnung lautet „*Entwurf Verordnung (EG) Nr. .../... der Kommission vom ... zur Durchführung der Richtlinie 2005/32/EG ^[B73] des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Festlegung von Ökodesign-Anforderungen an Leuchtstofflampen ohne integriertes Vorschaltgerät, Hochdruckentladungslampen sowie Vorschaltgeräte und Leuchten zu ihrem Betrieb und zur Aufhebung der Richtlinie 2000/55/EG ^[B74] des Europäischen Parlaments und des Rates*“ ^[V75].

Übersicht über die Anforderungen

Die Verordnung betrifft Lampen, Leuchten und Vorschaltgeräte, wie sie üblicherweise in der Straßenbeleuchtung und in Büros eingesetzt werden. Sie umfaßt Anforderungen an

- die Effizienz von Lampen, Vorschaltgeräten und Leuchten
- die Gebrauchseigenschaften von Lampen und Leuchten sowie
- die Produktinformationen, die die Hersteller zu Lampen, Vorschaltgeräten und Leuchten im (Inter-)Netz zur Verfügung stellen müssen.

Wegen ihrer Komplexität ist diese Regelung auf den folgenden Seiten nur übersichtsweise dargestellt. Einzelne Anforderungen wie Höchst- und Mindestwerte sind hier nicht genannt. Welche Anforderungen ab wann von welchen Produkten der Beleuchtungstechnik einzuhalten sein werden, ist in der Verordnung aufgeführt. Auf welcher Seite und unter welchem Punkt dieser Verordnung die jeweilige Anforderung zu finden ist, ist jeweils angegeben.

⁷³ Hierbei handelt es sich um die Energiebetriebene-Produkte-Richtlinie (EbP-RL), die durch das Energiebetriebene-Produkte-Gesetz (EbPG) deutsches Recht umgesetzt ist. Der Titel dieser Richtlinie lautet „**Richtlinie 2005/32/EG** des Europäischen Parlaments und des Rates vom 6. Juli 2005 zur Schaffung eines Rahmens für die Festlegung von Anforderungen an die **umweltgerechte Gestaltung energiebetriebener Produkte** und zur Änderung der Richtlinie 92/42/EWG des Rates sowie der Richtlinien 96/57/EG und 2000/55/EG des Europäischen Parlaments und des Rates“.

⁷⁴ „Richtlinie 2000/55/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. September 2000 über Energieeffizienzanforderungen an Vorschaltgeräte für Leuchtstofflampen“.

⁷⁵ Der Text der Verordnung – ergänzt um ein Inhaltsverzeichnis – kann heruntergeladen werden unter <http://www.uba.de/energie/licht>.

B 5.2.1 Anforderungen an Lampen

Effizienz

Die Effizienzanforderungen gelten...	
nachdem die folgende Zeit nach Inkrafttreten der Regelung vergangen ist...	... für folgende Lampen:
1 Jahr	Leuchtstofflampen ohne eingebautes Vorschaltgerät
3 Jahre	bestimmte Natriumdampf-Hochdrucklampen und bestimmte Metallhalogenidlampen
6 Jahre	sonstige Hochdruckentladungslampen, z.B. Quecksilberdampf-Hochdrucklampen

Die Effizienzanforderungen sind formuliert als Mindestwerte für die Lichtausbeute (Lumen/Watt) in Abhängigkeit von der Leistungsaufnahme der Lampe. Bei Leuchtstofflampen wird zusätzlich nach Lampensockeln unterschieden. Für Lampen mit höherer Farbtemperatur, höherer Farbwiedergabe und zweiter Hülle (Schutz~) gelten teilweise niedrigere Mindestwerte.

→ Zu Einzelheiten siehe in dem Verordnungstext auf Seite 15 ff. die Punkte III.1.1.A, B und C.

Gebrauchseigenschaften

Wie die Effizienzanforderungen sind auch diese Anforderungen über der Zeit gestuft. Sie betreffen, je nach Lampentyp,

- die Farbwiedergabe,
- den Lichtleistungsrückgang über der Lebensdauer (Lampenlichtstromwartungsfaktor) und
- die Lebensdauer (Lampenüberlebensfaktor).

→ Zu Einzelheiten siehe in dem Verordnungstext auf Seite 22 ff. die Punkte III.1.2.A, B und C.

Produktinformationen

Ein Jahr nach Inkrafttreten der Regelung muß der Hersteller zumindest folgende Angaben frei zugänglich im (Inter-)Netz zur Verfügung stellen:

- Leistungsaufnahme,
- Lichtleistung,
- Lichtausbeute,
- Lampenlichtstromwartungsfaktor,
- Lampenüberlebensfaktor,
- Quecksilbergehalt,

- Farbwiedergabeindex,
 - Farbtemperatur und
 - Umgebungstemperatur, bei der die Lampe ihre maximale Lichtleistung abgibt.
- Zu Einzelheiten siehe in dem Verordnungstext auf Seite 24 ff. den Punkt III.1.3.

B 5.2.2 Anforderungen an Vorschaltgeräte

Die bisher geltende Richtlinie 2000/55/EG mit Anforderungen an Vorschaltgeräte für Leuchtstofflampen wird ein Jahr nach Inkrafttreten der Verordnung aufgehoben und durch die neue Regelung ersetzt, die auch Vorschaltgeräte für Hochdruckentladungslampen betrifft.

Effizienz

Auch bei den Vorschaltgeräten sind die Effizienzanforderungen über der Zeit dreigestuft. Sie sind formuliert als Mindestwerte für den Wirkungsgrad. Vorschaltgeräte für Leuchtstofflampen müssen zusätzlich einen Höchstwert der Leistungsaufnahme in dem Zustand einhalten, in dem die zugehörige(n) Lampe(n) kein Licht abgeben (Leerlauf).

- Zu Einzelheiten siehe in dem Verordnungstext auf Seite 25 ff. die Punkte III.2.1.A, B und C.

Produktinformationen

Der Hersteller muß zumindest folgende Angaben frei zugänglich im Netz zur Verfügung stellen und auf dem Vorschaltgerät anbringen:

Eine Informationspflicht gilt ...	
nachdem die folgende Zeit nach Inkrafttreten der Regelung vergangen ist...	... für folgende Lampen mit folgendem Inhalt:
1 Jahr	Leuchtstofflampen: Energieeffizienzindex
3 Jahre	Hochdruckentladungslampen: Wirkungsgrad

- Zu Einzelheiten siehe in dem Verordnungstext auf Seite 27 ff. die Punkte III.2.2.A und B.

B 5.2.3 Anforderungen an Leuchten

Ausgenommen von den Anforderungen sind bestimmte Leuchten für Sonderzwecke wie beispielsweise Notbeleuchtung und Medizin.

Effizienz

Leuchten müssen einen Höchstwert der Leistungsaufnahme einhalten, wenn die zugehörige(n) Lampe(n) kein Licht abgeben (Leerlauf).

- Zu Einzelheiten siehe in dem Verordnungstext auf Seite 31 ff. den Punkt III.3.1.A und B.

Gebrauchseigenschaften

Leuchten müssen mit Vorschaltgeräten verträglich sein, die die Effizienzanforderungen der dritten Stufe erfüllen.

→ Zu Einzelheiten siehe in dem Verordnungstext auf Seite 32 ff. die Punkte III.3.1.B und C.

Produktinformationen

Der Hersteller muß im wesentlichen folgende Angaben frei zugänglich im Netz zur Verfügung stellen:

- sofern die Leuchte mit einem Vorschaltgerät in Verkehr gebracht wird, den Wirkungsgrad des Vorschaltgerätes,
- sofern die Leuchte mit einer Lampe in Verkehr gebracht wird, die Lichtausbeute der Lampe,
- sofern die Leuchte nicht mit Lampe und Vorschaltgerät in Verkehr gebracht wird, Angaben zu den mit der Leuchte verträglichen Lampen und Vorschaltgeräten,
- Wartungshinweise und Hinweise zum Zerlegen.

→ Zu Einzelheiten siehe in dem Verordnungstext auf Seite 32 ff. die Punkte III.3.2.A und B.

B 5.2.4 Orientierungswerte

Für Informationszwecke nennt die Regelung eine Reihe von Orientierungswerten. Dies sind, zunächst unabhängig von der Verwendung⁷⁶, für Leuchtstoff- und Hochdruckentladungslampen eine Reihe von Werten und Angaben⁷⁷.

Darüber hinaus werden für Produkte der Straßenbeleuchtung genannt:

- bei Lampen Werte für Lichtausbeute, Lichtleistungsrückgang und Lebensdauer sowie die Eignung für eine Lichtleistungs-drosselung,
- bei Vorschaltgeräten Werte für den Wirkungsgrad und teilweise die Eignung für eine Lichtleistungs-drosselung sowie
- bei Leuchten Stufen der Schutzgrade⁷⁸, Höchstwerte für den Anteil des in den oberen Halbraum abgestrahlten Lichtes sowie die Verträglichkeit mit bestimmten effizienten Lampen sowie mit Anlagen zur Lichtleistungs-drosselung und -regelung.

Außerdem werden für Lampen, Vorschaltgeräte und Leuchten anzugebende Informationen aufgeführt, die über die Pflichtangaben hinausgehen.

→ Zu Einzelheiten siehe in dem Verordnungstext auf Seite 35 ff. den Punkt V.1 bis 4.

⁷⁶ Büro- oder Straßenbeleuchtung

⁷⁷ Lichtausbeute, Lichtstromrückgang und Lebensdauer bei einer Reihe von Lampen, Quecksilbergehalt bei Leuchtstofflampen, Wirkungsgrad für bestimmte Vorschaltgeräte, die für Helligkeitsstellung/Lichtstrom-drosselung (englisch dimming) geeignet sind. Außerdem werden Informationen genannt, die über die Pflichtangaben hinausgehen.

⁷⁸ IP65 und IP5x

Teil C: Anhang zu den Grundlagen der Licht-technik

C 1 Beispiele für Werte der Beleuchtungsstärke

Für die auf Seite 22 erläuterte Beleuchtungsstärke nennt die folgende Tafel Beispielwerte ^[Q79]:

	Beleuchtungsstärke E Lux (lx)
Natur	
Wolkenloser Sommertag	bis 100'000
Trüber Sommertag	20'000
Trüber Wintertag	400
Vollmondnacht	0,3
Sternennacht	0,01
Arbeitsstätten und Verkehrsflächen in Innenräumen ^[80]	
Farbkontrolle	1'000
Büroarbeitsplätze (Technisches Zeichnen)	750
Büroarbeitsplätze (Schreibarbeiten)	500
Garderoben, Waschräume, Bäder, Toiletten	200
Treppen, Rolltreppen, Fahrbänder	150
Verkehrsflächen und Flure	100
Vorrats- und Lagerräume	100

⁷⁹ „Beleuchtungstechnik für Praktiker“, Hans Rudolf Ris, 4. Auflage, 2008, VDE-Verlag, Seite 28 und „ZVEI-Leitfaden zur DIN-EN 12464-1“, April 2005 und „Beleuchtung von Arbeitsstätten – Stand der Regelung“, Abschlußbericht zum Projekt F 1988, Bettina Görner, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, 2008, Seite 14

⁸⁰ Unter Beleuchtungsstärke ist hier der sogenannte Wartungswert der Beleuchtungsstärke $\bar{E}_m$ angegeben. der Wartungswert $\bar{E}_m$ ist der Wert, unter den die mittlere Beleuchtungsstärke auf einer bestimmten Fläche nicht sinken darf. Bei Unterschreitung sollte eine Wartung erfolgen.

	Beleuchtungsstärke E Lux (lx)
Arbeitsstätten und Verkehrsflächen im Freien ^[80]	
Beschicken von Schäl- und Spaltmaschinen (Sägewerk)	300
Reparatur elektrischer Einrichtungen	200
Montagearbeiten (Baustellen)	100
Baubereiche, Verlegen von Entwässerungsrohren, Transport, Hilfs- und Lagerarbeiten	50
Regelmäßiger Fahrzeugverkehr (max. 40 km/h)	20
Verkehrsflächen für sich langsam bewegende Fahrzeuge (max. 10 km/h), z. B. Fahrräder, Lastwagen, Bagger	10
Gehwege, ausschließlich für Fußgänger	5

C 2 Beispiele für Werte der Leuchtdichte

Für die auf Seite 22 erläuterte Leuchtdichte nennt die folgende Tafel Beispielwerte ^[Q81]:

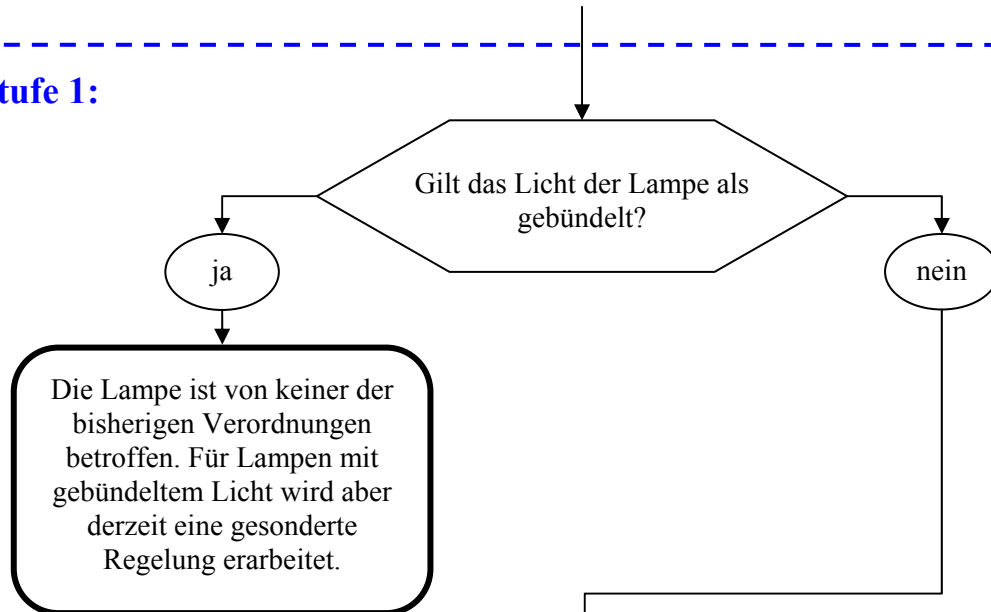
	Leuchtdichte L cd/m²
Sonnenlicht	1'000'000'000
Fensteröffnung mittags bei leicht bewölktem Himmel	5'000 ... 52'000
..... bei bedecktem Himmel	1'000 ... 3'000
Opale Glühlampe, 100 Watt	60'000
Leuchtstofflampe	5'000 ... 15'000
weißes Papier bei 500 lx	130 ... 150
Umweltschutzpapier bei 500 lx	90 ... 100
weißes Papier bei 5 lx	1

⁸¹ „Beleuchtungstechnik für Praktiker“, Hans Rudolf Ris, 4. Auflage, 2008, VDE-Verlag, Seite 32 und „Handbuch der Lichtplanung“, Rüdiger Ganslandt und Harald Hofmann, Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH, Braunschweig/Wiesbaden, 1. Auflage 1992, Seite 39

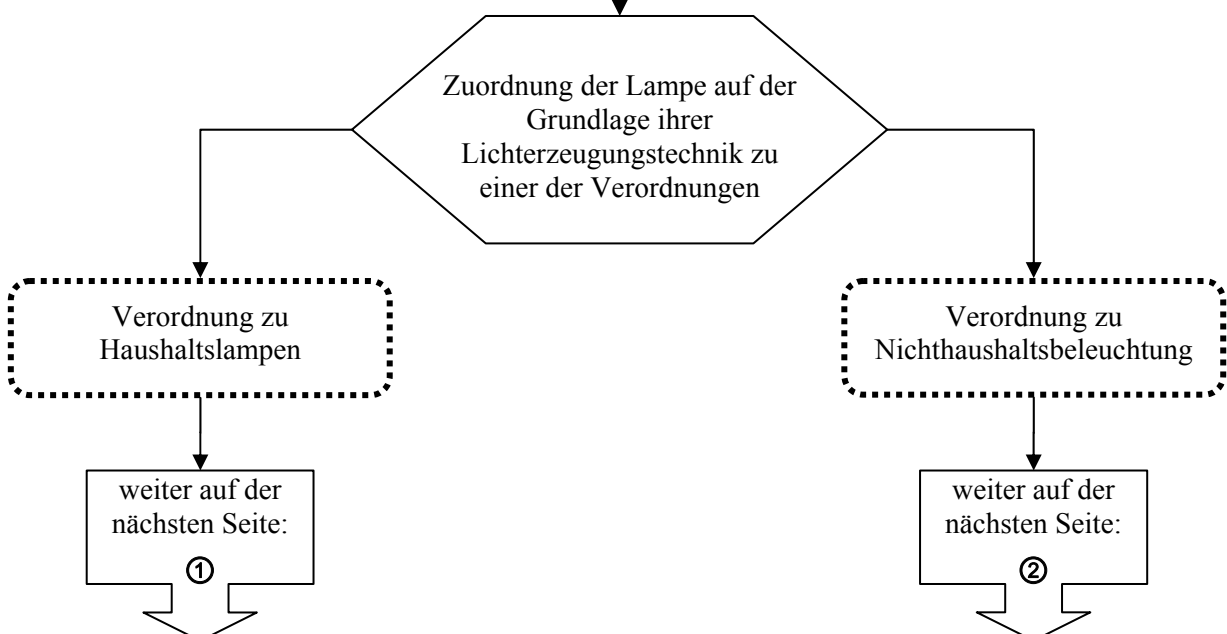
Teil D: Auslegung der EG-Verordnungen zur umweltgerechten Gestaltung von Beleuchtungstechnik – Lampen

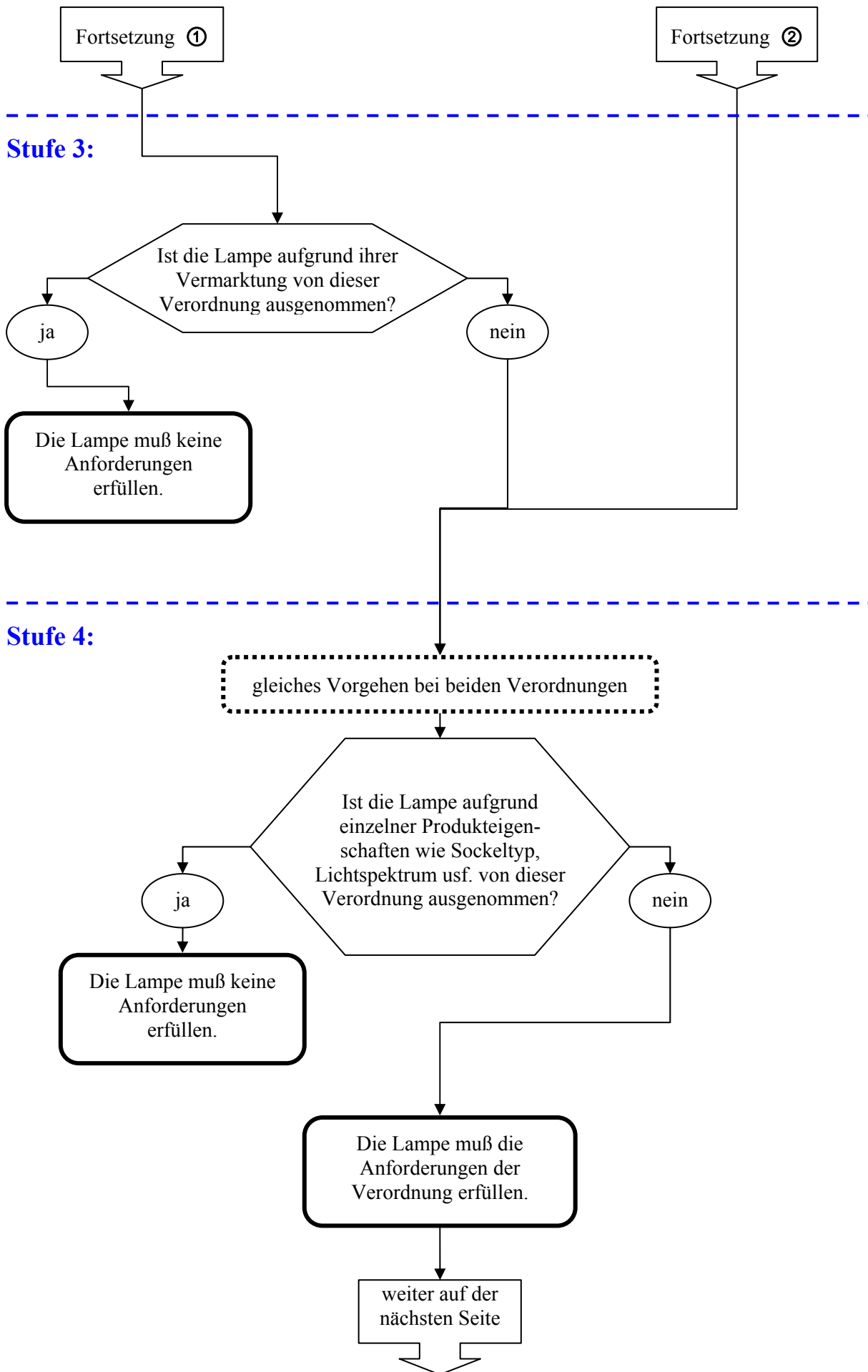
Ob eine Lampe aufgrund einer der EG-Verordnungen Anforderungen erfüllen muß und falls ja, welche und ab wann, hängt von einer Reihe von Bedingungen ab. Die Zusammenhänge erschließen sich aus den Texten der Verordnungen teilweise nur mühsam. Hilfreich kann ein stufenweises Vorgehen sein. Dieses ist im folgenden vereinfacht dargestellt:

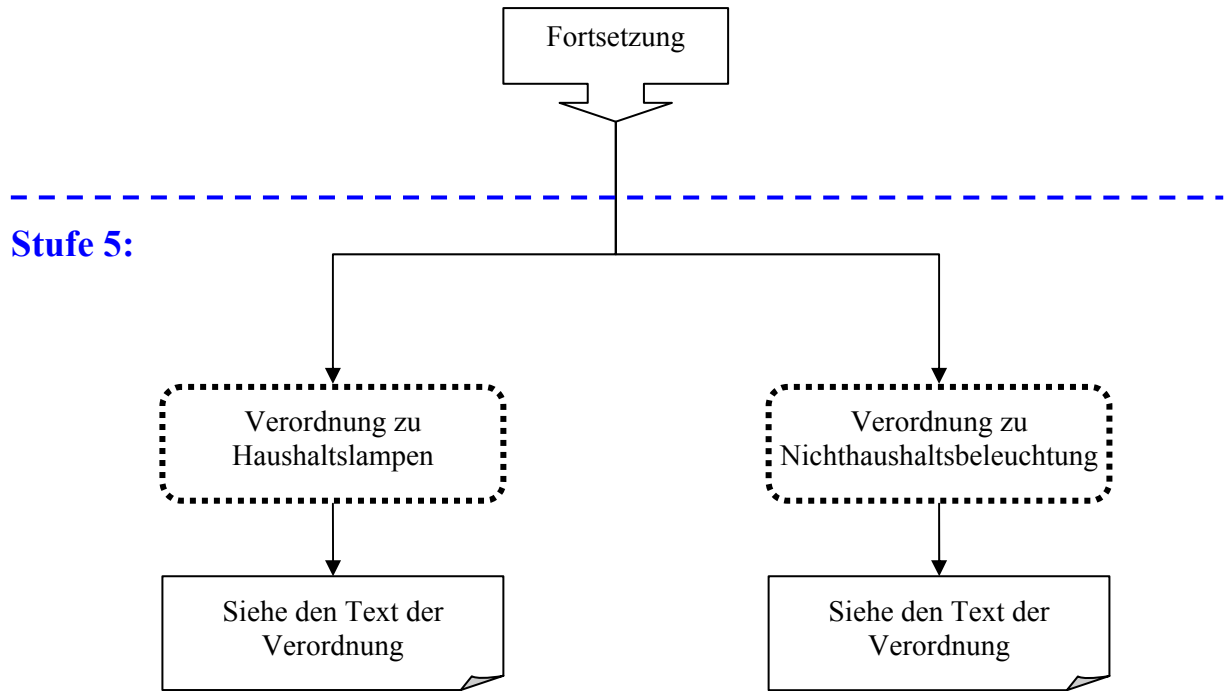
Stufe 1:



Stufe 2:







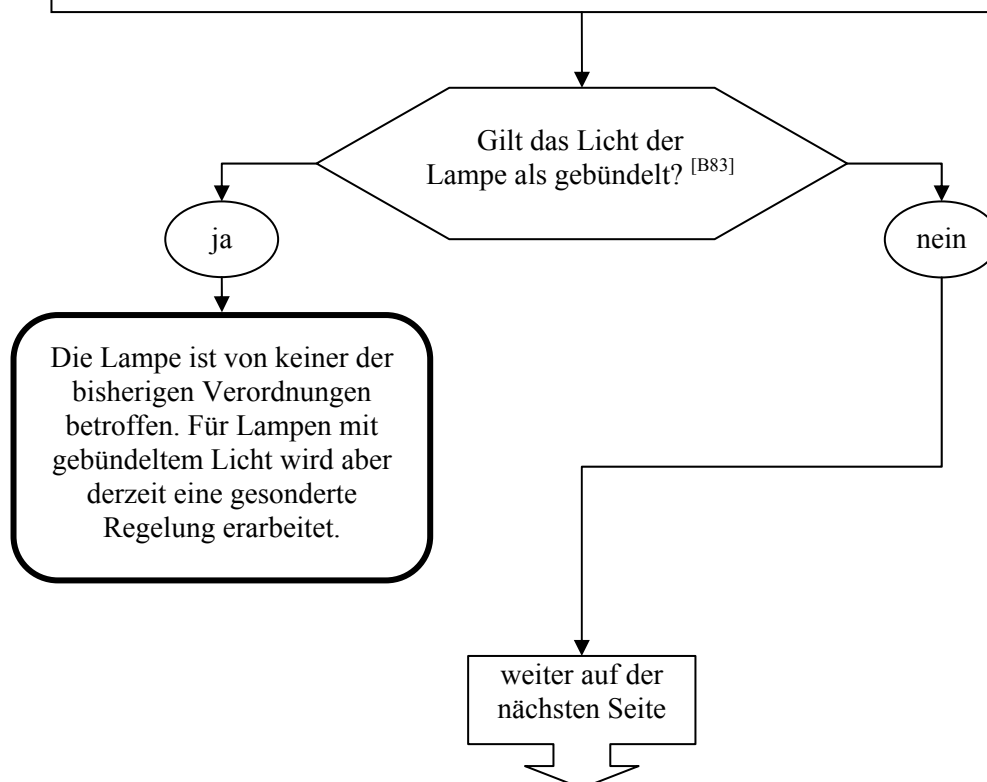
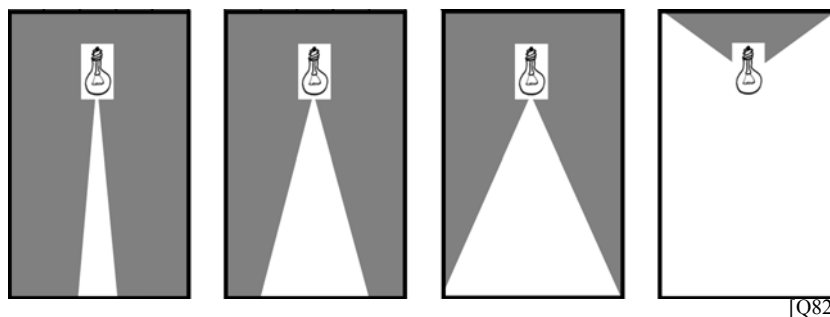
- Für die Stufen 1 und 2 zeigt das Schema ab Seite 50 welche Lampen unter welche Verordnungen fallen können.
- Die Stufen 3 und 4 sind für die Verordnung zu Haushaltslampen in Abschnitten D 2 und D 3 ab Seite 54 dargestellt.

D 1 Stufen 1 und 2: Welcher Verordnung ist eine Lampe zuzuordnen?

Stufe 1:

Hintergrund:

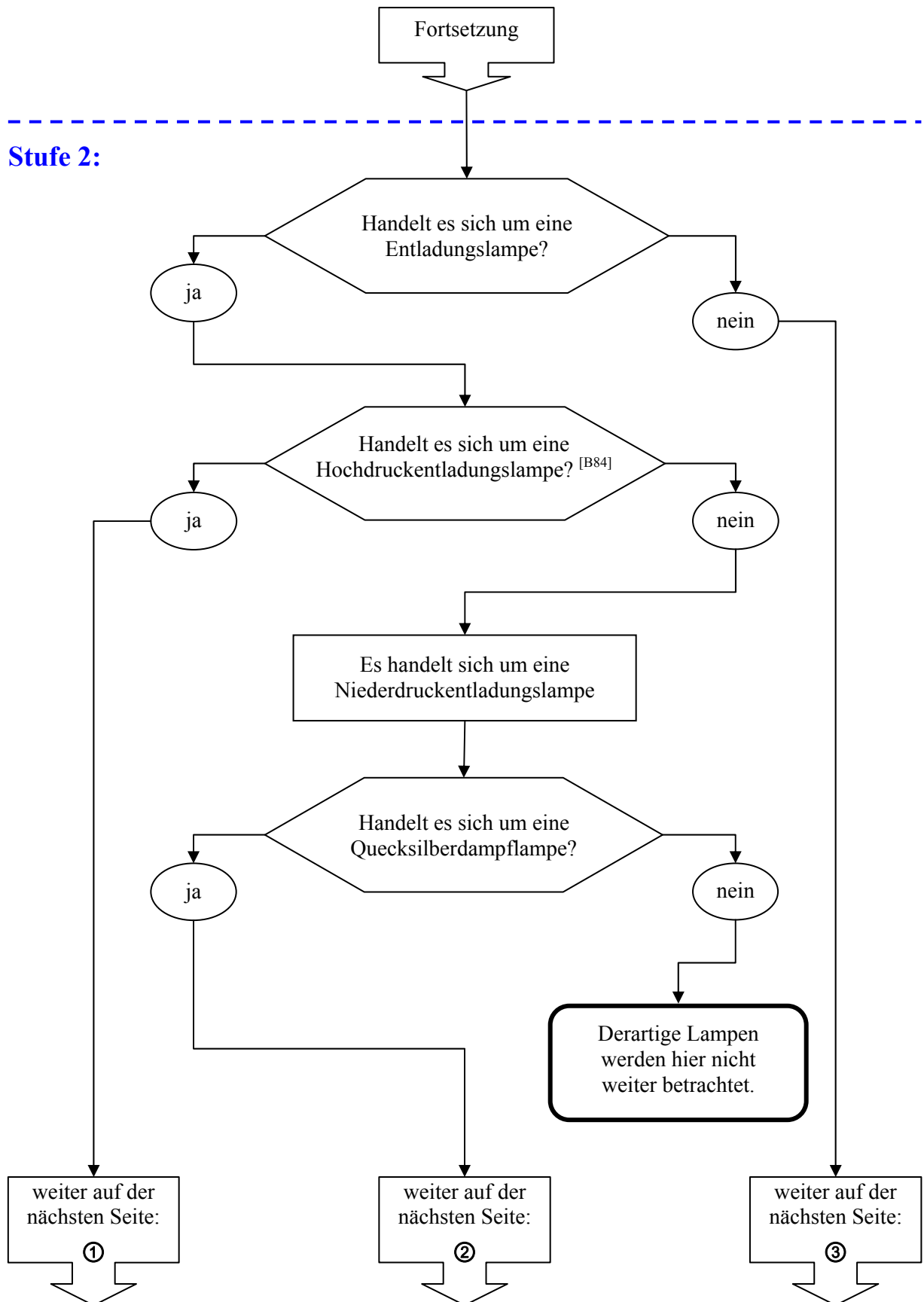
Lampen geben ihr Licht unter verschiedenen Winkeln ab. Manche Lampen bündeln das Licht unter einem sehr kleinen Winkel, beispielsweise viele LED-Lampen. Andere, darunter viele Reflektorlampen, geben das Licht unter einem Winkel von etwa 10 bis etwa 60 ° ab. Lampen, wie beispielsweise die herkömmlichen Glühlampen, geben ihr Licht nahezu rundum ab.



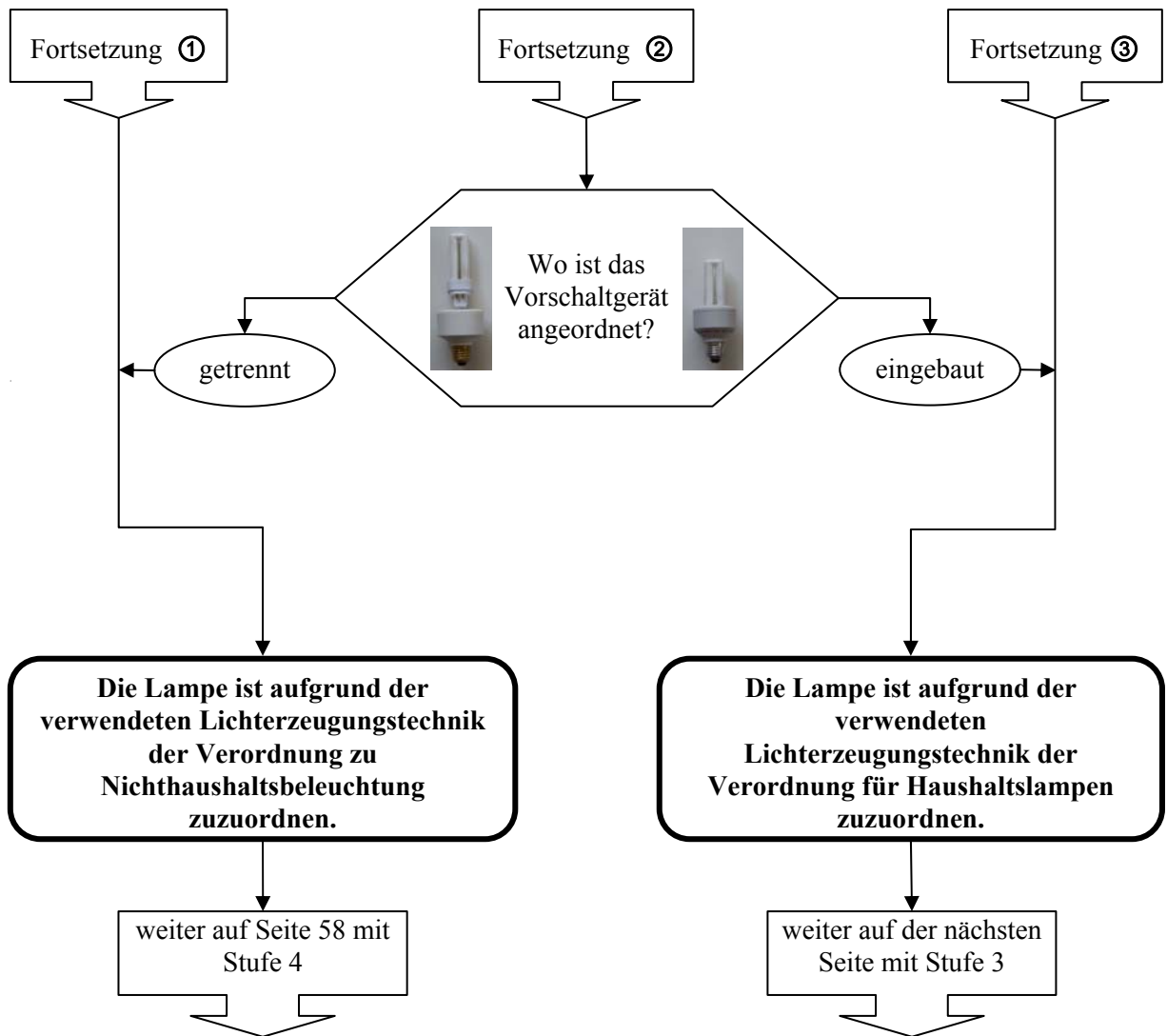
⁸² Umweltbundesamt

⁸³ Die Grenze zwischen gebündeltem und ungebündeltem Licht ist bei beiden Verordnungen gleich. Das Licht einer Lampe gilt dann als gebündelt, wenn sie mindestens 80 v.H. ihrer Lichtleistung in einem Raumwinkel von π sr (entspricht einem Kegel mit einem Winkel von 120 °) ausstrahlt.

Stufe 2:



⁸⁴ „Hochdruckentladungslampen“ im Sinne der Verordnung zu Nichtaushaltsbeleuchtung sind „Lampen mit elektrischer Entladung, in denen der Lichtbogen durch die Wandtemperatur stabilisiert wird und der Bogen eine Kolbenwandladung von über 3 Watt pro Quadratzentimeter aufweist“ (siehe Artikel 2, Punkt 9 dieser Verordnung).



D 2 Stufe 3 bei sogenannten Haushaltslampen: Ist eine Lampe aufgrund ihrer Vermarktung von der Verordnung ausgenommen?

Hintergrund:

Die Spanne der Anwendung ist bei Lampen sehr groß: Neben der Beleuchtung von Räumen, Arbeitsplätzen und Verkehrsflächen dienen Lampen Spezialanwendungen beispielsweise in Solarien, in der Medizin sowie bei Pflanzenzucht und Werkstoffbehandlung.

Ist das Licht einer Lampe für das Auge des Menschen gedacht, kann es weiß, leicht getönt oder kräftig farbig sein. Es kann tageslicht- oder kaltweiß sein, um die Konzentration der Menschen zu unterstützen. Es kann auch, dem Licht vor dem Sonnenuntergang ähnlich, eher gelblich sein und damit die Entspannung und den Übergang zum Schlaf fördern.

Ist das Licht einer Lampe für Spezialanwendungen gedacht, kann es erhöhte Anteile an Ultraviolett (UV) oder Infrarot (IR) haben, oder in einem oder mehreren bestimmten Wellenbereichen konzentriert sein, beispielsweise um die Photosynthese und damit das Pflanzenwachstum zu fördern.



[Q2]

Regelung:

	Lampen, die von der Regelung <u>ausgenommen</u> sind	Lampen, die von der Regelung <u>betroffen sein können</u>
vereinfacht:	Lampen für Spezialanwendungen	alle anderen Lampen
genau:	Die Effizienzanforderungen der Regelung gelten nicht für Speziallampen. „Speziallampen“ bezeichnet Lampen, die aufgrund ihrer technischen Eigenschaften oder laut der ihnen beigefügten Produktinformationen nicht zur Raumbeleuchtung im Haushalt geeignet sind. Bei Speziallampen ist auf der Verpackung und in jeder Art von Produktinformation, mit der die Lampe in Verkehr gebracht wird, an gut sichtbarer Stelle und deutlich lesbar folgendes anzugeben: a) der vorgesehene Verwendungszweck der Lampe, und b) der Hinweis, daß die Lampe zur Raumbeleuchtung im Haushalt nicht geeignet ist.	alle anderen Lampen

D 3 Stufe 4 bei sogenannten Haushaltslampen: Ist eine Lampe aufgrund ihrer Produkteigenschaften von der Verordnung ausgenommen?

In den folgenden Punkten sind die drei Produkteigenschaften von Lampen aufgeführt. Zu jedem Punkt ist ausgeführt, ob eine Lampe von der Regelung ausgenommen ist oder ob sie von der Regelung betroffen sein kann. Nur dann, wenn sie in keinem der Punkte ausgenommen ist, fällt sie unter die Regelung.

D 3.1 Lichtleistung

Hintergrund:

Die Lichtleistung ist der Strahlungsfluß an elektromagnetischen Wellen, die der Mensch mit seinem Auge wahrnehmen kann. Gemessen wird die Lichtleistung in Lumen (lm).

Es gibt Lampen mit einer sehr kleinen Lichtleistung, zum Beispiel Lampen in Armaturen und solche mit sehr großer Lichtleistung, zum Beispiel für die Beleuchtung von Fußballplätzen.



[Q2]

Regelung:

	Lampen, die von der Regelung <u>ausgenommen</u> sind	Lampen, die von der Regelung <u>betroffen sein können</u>
vereinfacht:	Lampen mit sehr kleiner oder sehr großer Lichtleistung	alle Lampen, die üblicherweise in Privathaushalten für die Raumbeleuchtung eingesetzt werden sowie etwas größere Lampen
genau:	Lampen mit einer Lichtleistung $\Phi < 60 \text{ lm}$ oder $\Phi > 12'000 \text{ lm}$	Lampen mit einer Lichtleistung $60 \leq \Phi \leq 12'000 \text{ lm}$ ⁸⁵

⁸⁵ Zum Vergleich: Eine herkömmliche Glühlampe in Standardausführung ^[B86] und einer Lichtleistung von 60 Lumen hat eine Leistungsaufnahme von etwa 10 Watt. Standardglühlampen mit einer Lichtleistung von 12'000 Lumen gibt es nicht. Wenn es sie gäbe, hätten sie eine Leistungsaufnahme von etwa 650 Watt.

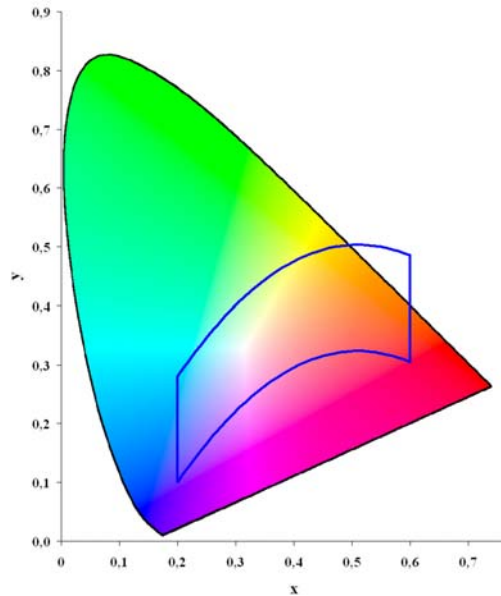
⁸⁶ Kolben der Standardform A, Füllung mit Schutzgas aus Argon und Stickstoff, nicht Krypton; Lebensdauer 1'000 Stunden

D 3.2 Farbwertanteile des abgegebenen Lichtes

Hintergrund:

Die Farbe des Lichtes einer Lampe läßt sich durch einen Punkt, „Farbort“ genannt, in dem nebenstehenden Bild ^[Q87] kennzeichnen ⁸⁸. Die Farborte aller Lampen verteilen sich über einen weiten Bereich. Auch die Farborte der Lampen, die als „weißes Licht abgebend“ vertrieben werden, verteilen sich über einen recht weiten Bereich. Lampen mit „warmweißes Licht“ liegen eher in dem gelben Bereich, Lampen mit „Tageslichtweiß“ eher in dem hellblauen Bereich.

Die Übergänge zwischen den Farben sind fließend. Deshalb gibt es keine scharfe Trennung zwischen weißem und farbigem Licht.



[Q89]

Regelung:

	Lampen, die von der Regelung <u>ausgenommen</u> sind	Lampen, die von der Regelung <u>betroffen sein können</u>
vereinfacht:	Lampen mit farbigem Licht	Lampen mit weißem oder dem weißen ähnlichen Licht
genau:	Lampen, die aufgrund ihrer Farbwertanteile <u>außerhalb</u> des Bereiches liegen, der in dem Bild blau umrandet ist.	Lampen, die aufgrund ihrer Farbwertanteile <u>innerhalb</u> des Bereiches liegen, der in dem Bild blau umrandet ist.

⁸⁷ CIE-1931-Bild des Farbortes (CIE = Commission internationale de l'éclairage = Internationale Beleuchtungskommission)

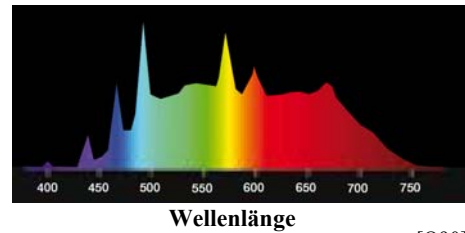
⁸⁸ Zu beachten ist, daß die Farben durch die Technik (Druck, Darstellung durch EDV-Bildschirme) verursacht nur bedingt richtig wiedergegeben werden.

⁸⁹ <http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:CIE1931simple.png> und UBA

D 3.3 Spektrum des Lichtes

Hintergrund:

Wie im Abschnitt D 2 beschrieben, kann das Spektrum des Lichtes einer Lampe je nach Anwendungsfall verschieden sein. Auch die Art der Lichterzeugung beeinflusst das Spektrum. Deshalb haben beispielsweise herkömmliche Glühlampen ein anderes Spektrum als Kompaktleuchtstofflampen.



[Q90]

Regelung:

	Lampen, die von der Regelung <u>ausgenommen</u> sind	Lampen, die von der Regelung <u>betroffen sein können</u>
vereinfacht:	alle anderen Lampen (vor allem Lampen mit erhöhtem UV-Lichtanteil)	alle Lampen, die üblicherweise in Privathaushalten für die Raumbeleuchtung eingesetzt werden
genau:	Lampen, bei denen: – mindestens 6 % der Gesamtstrahlung im Bereich 250...780 nm zwischen 250 und 400 nm liegen, – der Strahlungsgipfel zwischen 315 und 400 nm (UVA) oder 280 und 315 nm (UVB) liegt	alle anderen Lampen

⁹⁰ Umweltbundesamt

D 4 Stufe 4 bei sogenannten Nicht-Haushaltslampen: Ist eine Lampe aufgrund ihrer Produkteigenschaften von der Verordnung ausgenommen?

Von diesen Lampen sind aber solche ausgenommen, die zumindest eine der folgenden Eigenschaften haben:

- Es handelt sich um keine sogenannten Weißlichtlampen ^[B91].
- Das Licht wird gebündelt ausgesendet.
- Die Lampe ist nicht für die Allgemeinbeleuchtung bestimmt.
- Die Lampe ist in ein Produkt eingebaut, das nicht der Allgemeinbeleuchtung dient.
- Der Anteil der UV-Strahlung des Lichtes übersteigt bestimmte Werte.
- Es handelt sich um eine Leuchtstofflampe mit einem bestimmten Durchmesser; teilweise auch in Verbindung mit einem bestimmten Sockel oder bestimmten anderen Eigenschaften.
- Es handelt sich um eine Hochdruckentladungslampe mit einem bestimmten Sockel oder bestimmten anderen Eigenschaften.

→ Zu Einzelheiten siehe in dem Verordnungstext auf Seite 10 den Punkt I.1.

(a)

⁹¹ Hierfür ist eine Grenze mittels Koordinaten für den Farbbort (CIE) festgelegt.