

Texte zu den geplanten neuen EU-Regelungen zur umweltgerechten Produktgestaltung und zur Energieverbrauchs-kennzeichnung in der Beleuchtung – Zusammenstellung \* des Umweltbundesamtes (UBA), Deutschland



## Anforderungen an die Stromeffizienz

Hintergrundtext:

**Ansatz und Anforderungsniveau für Stromeffizienz-anforderungen an Beleuchtung (Hintergrundinformationen für das Fachgespräch des Offenen Forums EU-Regelungen zur Beleuchtung am 20. Oktober 2016)**

**EN:** Information on the coming EU Lighting Regulations – Ecodesign and Energy Labelling – Compilation \* of the Federal Environment Agency (UBA), Germany

### Requirements on Energy Efficiency

**Background information: Approach and level of requirements on energy efficiency of lighting products (preparatory aid for the expert meeting, held on 20 October 2016 by the Open Forum EU Policies on Lighting)**

**FR:** Informations sur les futures réglementations de l'UE concernant l'éclairage – l'écoconception et l'étiquetage énergétique – Compilation \* de l'Agence Fédérale de l'Environnement (UBA), Allemagne

### Exigences d'efficacité énergétique

**Informations de fond: Approche et niveau d'exigences d'efficacité énergétique (assistance de préadhésion pour la discussion technique du 20 octobre 2016, organisé par le Forum ouvert sur le politique européenne de l'éclairage)**

*Indication: Veuillez noter que dans le présent texte la traduction en français se limite aux titres et à quelques indications.*

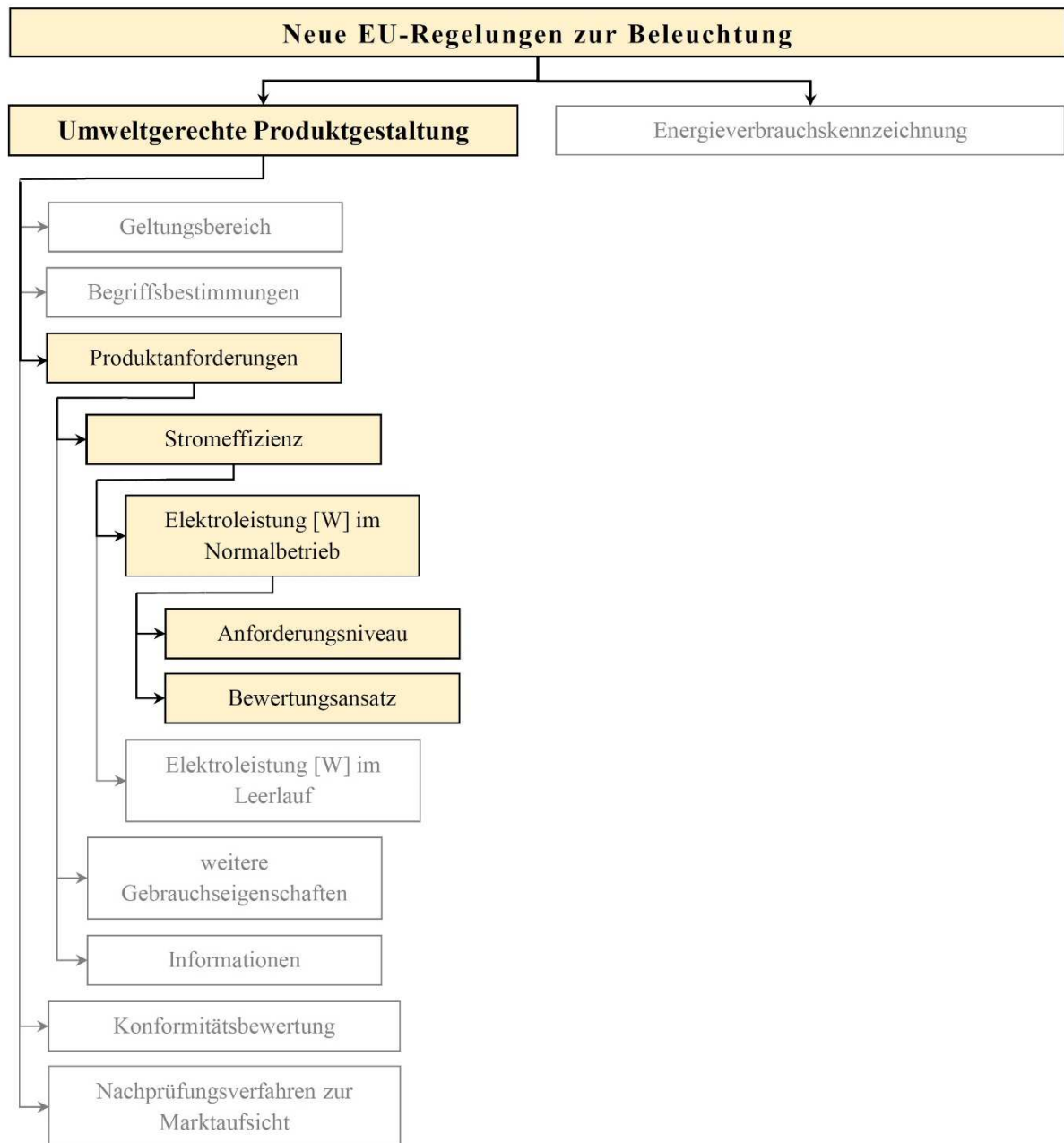
\* <http://www.eup-network.de/de/eup-netzwerk-deutschland/offenes-forum-eu-regelungen-beleuchtung/dokumente/texte/>

Das *Offene Forum EU-Regelungen zur Beleuchtung* veranstaltete am 20. Oktober 2016 das Fachgespräch „Ansatz und Anforderungsniveau für Stromeffizienzanforderungen an Beleuchtung“. Als Vorbereitungshilfe wurde der vorliegende Text in deutscher Sprache an die Teilnehmer des Fachgespräches versandt. In der vorliegenden Fassung ist er ergänzt um eine vollständige Übersetzung ins Englische sowie Übersetzung der Überschriften und Bildbeschriftungen ins Französische.

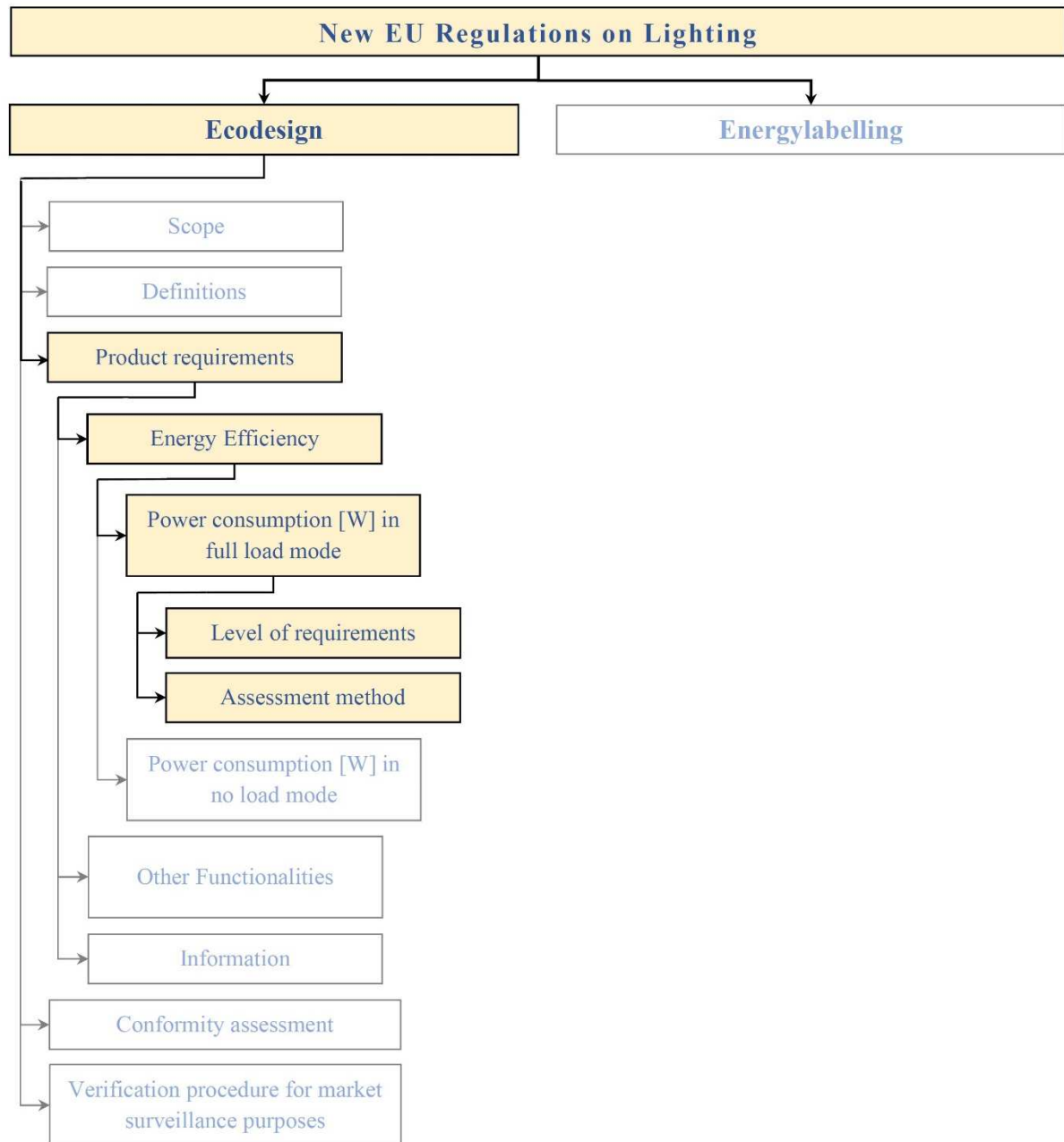
**EN:** On 20 October 2016 the *Open Forum EU Policies on Lighting* held an expert discussion on the topic “Approach and level of requirements on energy efficiency of lighting products”. In front of that meeting, this document was distributed to the participants as a preparatory aid in German language. In its present form, this document is supplemented by i) a complete translation into English and ii) translations of headlines and some image captions into French.

**FR:** Le *Forum ouvert sur le politique européenne de l'éclairage* a organisé le 20 octobre 2016 une discussion technique sur « Approche et niveau d'exigences d'efficacité énergétique ». Avant le discussion les participants ont reçu une assistance de préadhésion en allemand. En l'état présente, ce texte est complété par une traduction complète en anglais et par traductions partielles en français : titres et quelques indications.

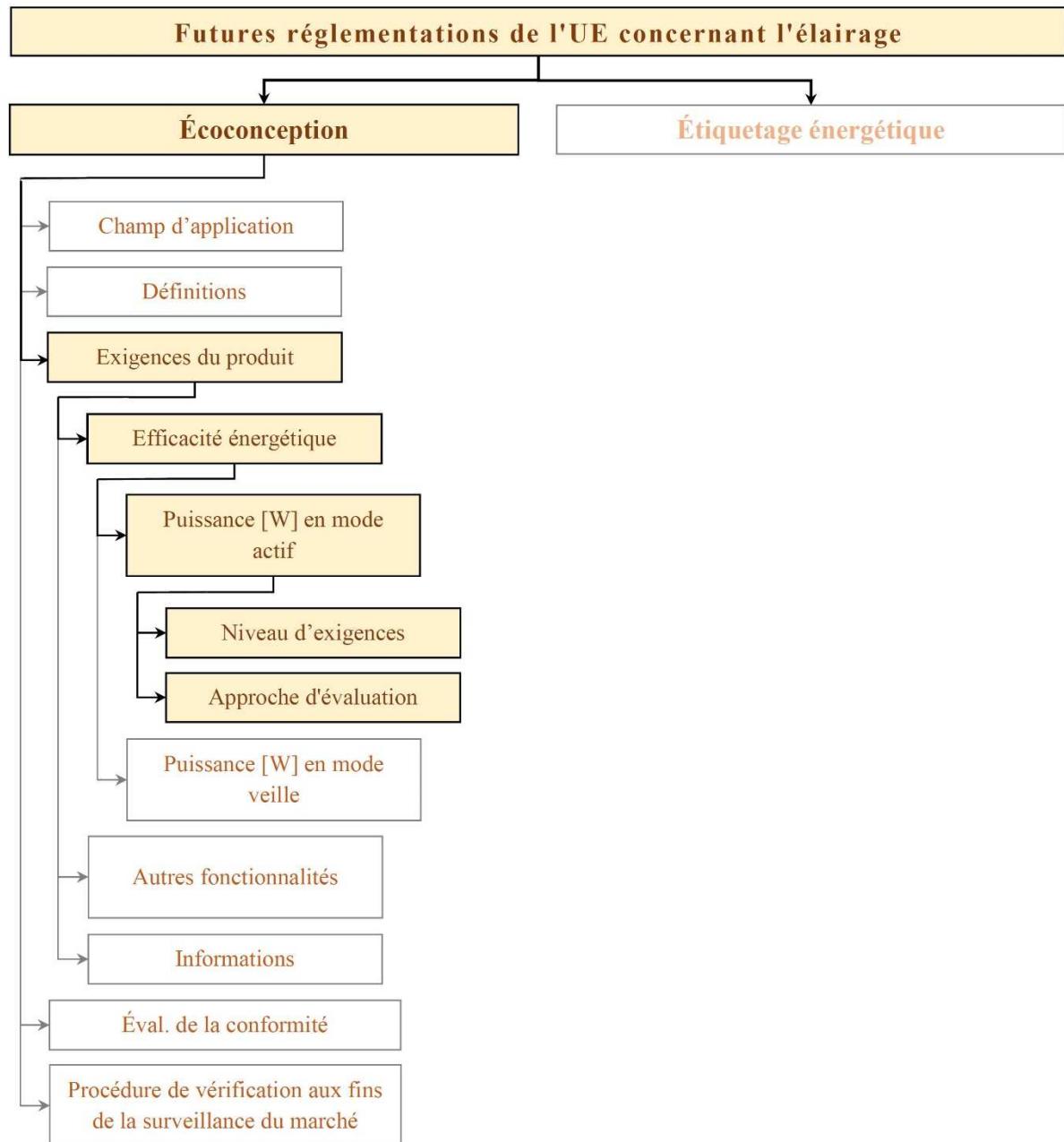
Das folgende Bild zeigt im Überblick, welche Themen der folgende Text **behandelt** und welche **nicht**:



The following picture shows which issues are **within** the scope of the following document and which are **not**:



L'illustration suivante montre les questions qui sont **abordés** dans le texte ou **ne sont pas** :



Es folgt ein unveränderter Originaltext.

**EN:** The following is an unmodified original text.

**FR:** Ce qui suit est un texte original.



Offenes Forums EU-Regelungen zur Beleuchtung:  
Fachgespräch am 20. Oktober 2016  
— Hintergrundinformationen des Umweltbundesamtes —

EN:

Open Forum EU Policies on Lighting:  
Expert Meeting on 20 October 2016  
— Background information of the Federal Environment Agency (UBA) —

FR:

Forum ouvert sur le politique européenne de l'éclairage :  
Discussion technique du 20 octobre 2016  
— Informations de fond de l'Agence Fédérale de l'Environnement (UBA) —

**Inhaltsverzeichnis** ◇ **EN: Contents list** → page II ◇ **FR: Table des matières**  
→ page III

<b>1</b>	<b>Begriffe und Bezeichnungen.....</b>	<b>1</b>
1.1	Effizienz.....	1
1.2	Licht.....	7
1.2	Lichtausbeute.....	14
1.4	Farbwiedergabe .....	16
1.5	LED, ALED und OLED.....	21
1.6	Birne, Lampe und Leuchte .....	14
1.7	Lampe, Modul und Leuchte .....	24
<b>2</b>	<b>Bewertungsansätze .....</b>	<b>26</b>
2.1	Technikneutralität.....	26
2.1.1	Allgemeines .....	26
2.1.1	Bilanzgrenze.....	29
2.2	Produkteigenschaften.....	29
2.3	Formel .....	31
	Bildnachweis .....	32
	Kontaktdaten.....	33



## EN: Contents list

<b>1</b>	<b>Terms and designations.....</b>	<b>1</b>
1.1	Efficiency.....	1
1.2	Light.....	7
1.2	Luminous Efficacy.....	14
1.4	Colour rendering .....	16
1.5	LED, ILED and OLED .....	21
1.6	Bulbs, lamps and luminaires .....	14
1.7	Lamps, modules and luminaires .....	24
<b>2</b>	<b>Assessment methods .....</b>	<b>26</b>
2.1	Technology-neutral regulations .....	26
2.1.1	General information .....	26
2.1.1	Assessment boundary.....	29
2.2	Product properties.....	29
2.3	Formula .....	31
	Illustrations.....	32
	Contact data.....	33

## FR: Table des matières

<b>1</b>	<b>Termes et désignations .....</b>	<b>1</b>
1.1	Efficacité.....	1
1.2	Lumière .....	7
1.2	Efficacité lumineuse .....	14
1.4	Rendu des couleurs.....	16
1.5	DEL, DELi et DELo .....	21
1.6	Poire, lampe et luminaire.....	14
1.7	Lampe, module et luminaire .....	24
<b>2</b>	<b>Approches d'évaluation.....</b>	<b>26</b>
2.1	Neutralité technique .....	26
2.1.1	Remarques générales.....	26
2.1.1	Limites d'évaluation .....	29
2.2	Caractéristiques des produits.....	29
2.3	Formule .....	31
	Crédit photographique .....	32
	Cordonnées .....	33

# 1 Begriffe und Bezeichnungen ◇ Terms and designations ◇ Termes et désignations

Im folgenden wird eine Reihe von Begriffen erklärt, und ein Teil der der üblichen Bezeichnungen wird kritisch betrachtet.

Below, we shall explain different terms and critically review some common designations.

## 1.1 Effizienz ◇ Efficiency ◇ Efficacité

Im Zusammenhang mit Bemühungen um den Klimaschutz wird oft von *Energieeffizienz* oder vereinfachend nur von *Effizienz* gesprochen.

Effizienz drückt nur das Verhältnis zwischen (irgend) einem Aufwand und einem damit erzielten Nutzen aus:

When speaking about climate protection, we often speak about *energy efficiency* or simply about *efficiency*.

Efficiency, however, only describes the ratio between an (any) effort and resulting output:

$$\text{Effizienz} = \frac{\text{Nutzen}}{\text{Aufwand}}$$

EN:

$$\text{Efficiency} = \frac{\text{Output}}{\text{Effort}}$$

FR:

$$\text{Efficacité} = \frac{\text{Résultat obtenu}}{\text{Ressource utilisée}}$$

Bei dem Einsatz von Beleuchtungstechnik – und nicht nur dort – können verschiedene Aufwände und Nutzen und damit auch Effizienzen betrachtet werden:

- Kosteneffizienz,
- Materialeffizienz,
- Ressourceneffizienz,
- Energieeffizienz,
- ...

Using lighting technology - but not only lighting technology - we can see different types of efforts and their output and therefore different types of efficiencies:

- Cost efficiency,
- Materials efficiency
- Resource efficiency,
- Energy efficiency,
- ...

DE	EN   FR (première traduction)
<p>► Der Klarheit wegen sollte immer gesagt werden, welche Effizienz gemeint ist.</p>	<p>► For clarity, one should always explain what kind of efficiency is meant in a specific context.</p>

„Energieeffizienz“ ist eine Bezeichnung, die in der deutschen Sprache mit unterschiedlicher Bedeutung verwendet wird. Die Bandbreite reicht von Effizienz im engeren Sinne, also wie oben beschrieben, bis zu Effizienz im Sinne von „irgendwie“ Energiesparen. Auch bei zumindest einem Teil der anderen EU-Amtssprachen scheint es eine ähnliche Unschärfe im Sprachgebrauch zu geben.

Energieeffizienz im engeren Sinne drückt das Verhältnis von Nutzen zu Energieaufwand aus:

$$\text{Energieeffizienz} = \frac{\text{Nutzen}}{\text{Energieaufwand}}$$

EN:

$$\text{Energy efficiency} = \frac{\text{Output}}{\text{Energy input}}$$

FR:

$$\text{Efficacité énergétique} = \frac{\text{Résultat obtenu}}{\text{l'Apport énergétique}}$$

Je geringer der Energieaufwand bei gleichem Nutzen ist, umso höher ist die Energieeffizienz. Ebenso gilt: Je höher die Energieeffizienz ist, umso geringer ist der Energieaufwand – sofern der Nutzen gleichhoch bleibt, oder zumindest nicht stärker steigt als die Energieeffizienz.

Die zuvor genannte Einschränkung, daß eine höhere Energieeffizienz nur dann zu einem geringeren Energieaufwand führt, wenn der Nutzen gleichhoch bleibt oder zumindest

In German, “energy efficiency” is a term used to describe different meanings. It ranges from efficiency in the strict sense of the term, as described above, up to efficiency as in “somehow” capable of saving energy. At least some other official EU languages seem to be equally vague when using this term.

Energy efficiency in the strict sense of the term describes the ratio between output and energy input:

The lower the energy input with equal output, the higher the energy efficiency. The rule-of-thumb is: the higher the energy efficiency, the lower the energy input - provided the output remains at the same level, or at least does not increase faster than energy efficiency.

The qualification above is very important: a higher level of energy efficiency can only lead to a lower energy input if the output

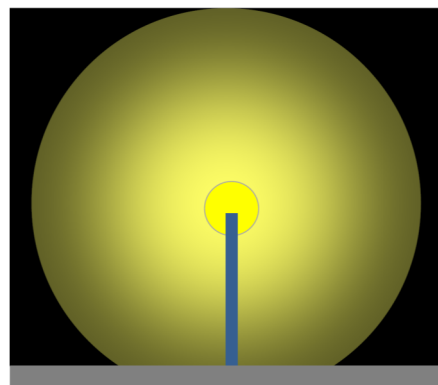
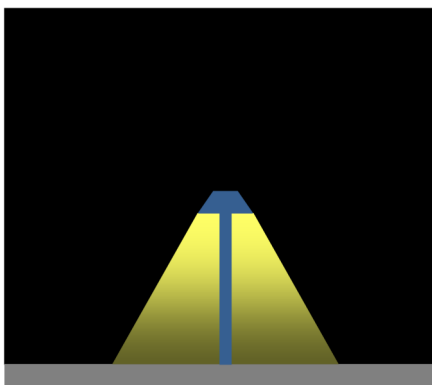
nicht stärker als die Energieeffizienz steigt, ist bedeutsam.

Gezeigt wird dies in den beiden folgenden Abschnitten: Zunächst exemplarisch für einen Einzelfall/eine Einzelanwendung und dann für eine Anwendung als ganzes.

remains at the same level or at least does not increase faster than the energy efficiency.

We will demonstrate this in the two following paragraphs: First taking an example for a single case/ application and then for an entire application.

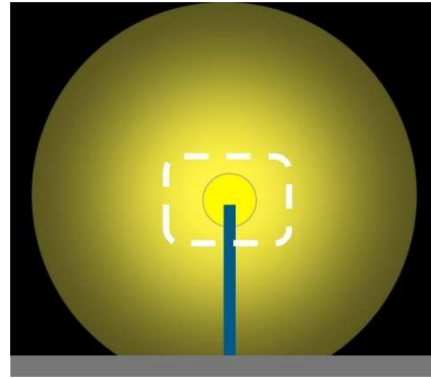
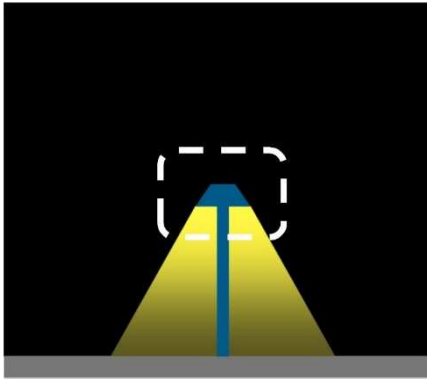
**Einzelanwendung** ◇ EN: Single application ◇ FR: Application individuelle



**Bild 1:** Ersatz einer verlustbehafteten Reflektorleuchte durch eine Leuchte mit einem hohen Wirkungsgrad ◇ EN: Replacing an inefficient reflector luminaire with a high efficiency luminaire ◇ FR: Remplacement d'une luminaire à réflecteur inefficace par une luminaire à meilleur rendement

Beispiel: Tauscht man, wie oben in Bild 1 vereinfacht dargestellt, eine Straßenleuchte mit Reflektor, die aufgrund der Verluste des Reflektors einen nicht sehr hohen Leuchtenwirkungsgrad hat, durch eine Kugelleuchte ohne Reflektor und deshalb sehr hohem Leuchtenwirkungsgrad, steigt zwar die Stromeffizienz – Stromeffizienz als Verhältnis von Lichtstrom der Leuchte (Lumen) zu aufgenommener Elektroleistung (Watt).

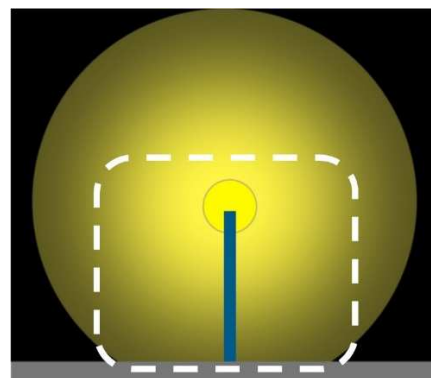
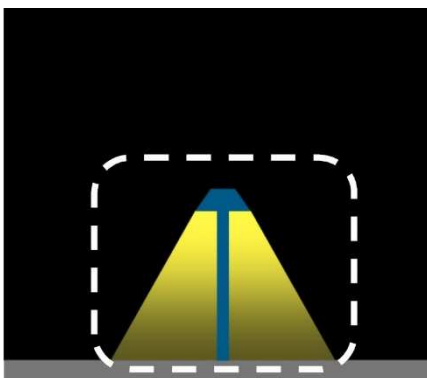
Example: If you replace a street luminaire, as shown simplified in picture *Bild 1*, that has a reflector and therefore does not have a very high light output ratio, with a ball light without reflector and therefore a very high light output ratio, you will reach higher power efficiency – power efficiency as a ratio between the luminous flux (lumen) of the luminaire and consumed electric power (watt).



**Bild 2:** Leuchteneffizienz (Leuchtenlichtausbeute) = Verhältnis Lichtstrom der Leuchte zu der von der Leuchte aufgenommenen Elektroleistung ◇ **EN:** Luminaire efficiency (luminous efficacy of the luminaire) = ratio between luminous flux of the luminaire and consumed electric power ◇ **FR:** Rendement du luminaire (efficacité lumineuse du luminaire) = Rapport de flux lumineux du luminaire à la puissance absorbée par la luminaire

Da die neue Leuchte das von ihr gelieferte Licht aber in einen großen Raum abstrahlt – und damit nur einen geringen Teil auf die Straße, muß insgesamt deutlich mehr Licht erzeugt werden, um auf der Straße die gleiche Helligkeit zu erreichen. In der Bilanz muß deshalb deutlich mehr Energieleistung aufwendet werden. Bezogen auf den benötigten Lichtstrom sinkt die Stromeffizienz.

However, since the new luminaire is lighting up a large space - and therefore only a small amount of light is directed onto the street, it needs to generate much more light in order to produce the same level of brightness on the street. Therefore, cumulatively, much more electricity needs to be consumed. Power efficiency is therefore low, if we look at the luminous flux necessary for this purpose.

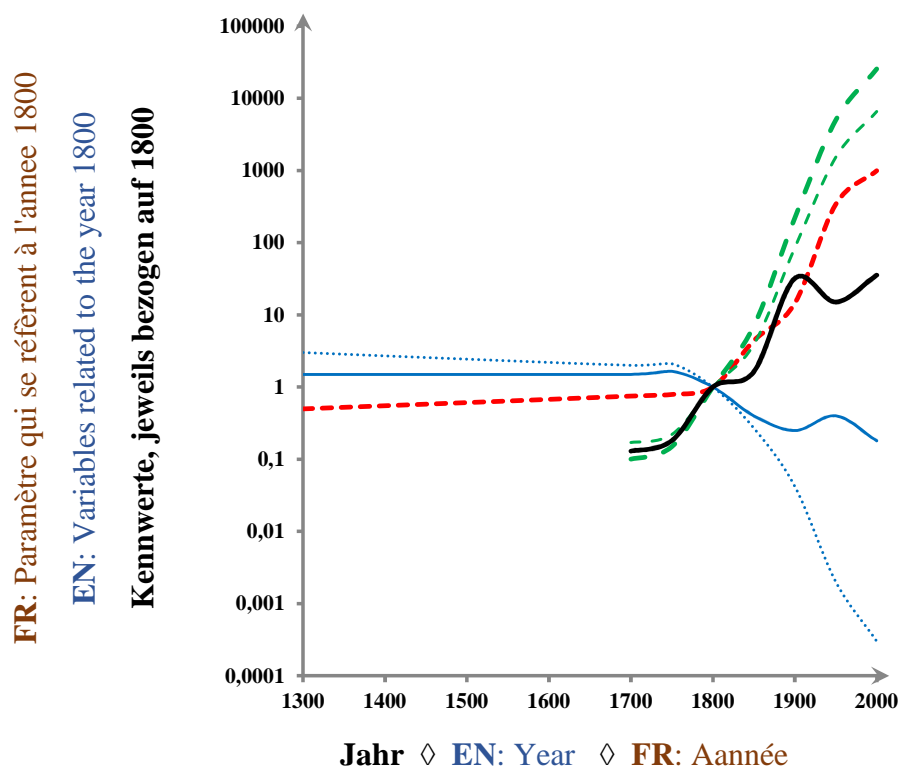


**Bild 3:** Effizienz, hier als Verhältnis des für die Beleuchtung der Fläche erforderlichen Lichtstromes zu der von der Leuchte aufgenommenen Elektroleistung ◇ **EN:** Efficiency, as a ratio of the luminous flux required to light up a specific area and the electricity consumed by the luminaire ◇ **FR:** Efficacité, ici considéré comme le rapport de la flux lumineux qui est nécessaire pour l'éclairage de la surface à la puissance absorbée par la luminaire

**Anwendungsgruppe/Gesamtheit der Anwendungen** ◇ EN: Application group/All applications ◇ FR: Ensemble d'applications

Beispiel Beleuchtung im Vereinigten Königreich: Bild 4 auf Seite 6 zeigt die Entwicklung in der Zeit von 1300 bis 2000. Während die Energieeffizienz der Beleuchtung in der Zeit von 1800 bis 2000 auf rund das tausendfache stieg [■ ■ ■], sanken die Preise: sowohl der für die Beleuchtungsenergie (Kerzen, Walöl, Gas, Petroleum und Elektrizität, jeweils in Penny/kWh) [—] als auch der für die Beleuchtungsdienstleistung [.....]. In Zusammenarbeit mit andern Faktoren ergab sich in der selben Zeit eine starke Zunahme des Lichtkonsumes (Lumenstunden, lmh) – sowohl je Kopf [■ ■] als auch, wegen der stark gewachsenen Bevölkerungszahl, in der Summe [■ ■]. Da der Lichtkonsum stärker stieg als die Energieeffizienz der Beleuchtung, ergab sich eine Zunahme der Gesamtenergie für die Beleuchtung [■ ■ ■].

An example of lighting systems in the United Kingdom: picture *Bild 4* on page 6 shows the development between 1300 and 2000. Prices fell when energy efficiency increased thousandfold between 1800 and 2000 [■ ■ ■]: that was true for lighting energy (candles, whale oil, petroleum and electricity, each in penny/kWh) [—] and for lighting services [.....]. In combination with other factors at the same time, we observe a high increase of light consumption (lumen hours, lmh) - per capita [■ ■] and, due to the high population increase, in total [■ ■ ■]. Since light consumption increased faster than lighting energy efficiency, the energy needed for lighting increased in total [■ ■ ■].



- Gesamtlichtkonsum [Mrd. Lumenstunden] \* ◇ **EN:** Total light consumption [bln. lumen hours] \* ◇ **FR:** Consommation totale d'éclairage [Mrd. lumen-heures] \*
- - Lichtkonsum pro Kopf der Bevölkerung [Millionen Lumenstunden pro Kopf] \* ◇ **EN:** Light consumption per capita [millions of lumen hours per capita] \* ◇ **FR:** Consommation d'éclairage par personne [millions lumen-heures par personne] \*
- - Energieeffizienz der Beleuchtung [Lumenstunden je kWh] \* ◇ **EN:** Lighting energy efficiency [lumen hours per kWh] \* ◇ **FR:** Efficacité énergétique de d'éclairage [lumen-heures par kWh] \*
- Gesamtenergie für Beleuchtung [TWh] \* ◇ **EN:** Total energy for lighting [tWh] \* ◇ **FR:** Consommation totale d'énergie pour éclairage [TWh]
- Bezugspreis für Beleuchtungsenergie [Penny (2000)] ◇ **EN:** Subscription price for lighting energy [penny (2000)] ◇ **FR:** Prix d'achat pour l'énergie d'éclairage [Penny (2000)]
- ..... Kosten der Beleuchtungsdienstleistung [£ (2000) je Mil. Lumenstunden] \* ◇ **EN:** Costs for lighting services [£ (2000) per mln lumen hours]\* ◇ **FR:** Coûts du service d'éclairage [£ (2000) par million Mil. lumen-heures] \*

\* bezogen auf den Wert von 1800 ◇ **EN:** with regard to levels in 1800 ◇ **FR:** par rapport à 1800

**Bild 4:** Entwicklung der Kennwerte zur Beleuchtung im Vereinigten Königreich in der Zeit 1300...2000 ◇ **EN:** Evolution of key figures for lighting in the United Kingdom between 1300...2000 ◇ **FR:** L'évolution des caractéristiques d'éclairage en le Royaume-Uni entre 1300 et 2000

Fortsetzung ◇ **EN:** Continuation ◇ **FR:** Poursuite →



Datenquelle:... ◇ EN: Data source: ... ◇ FR: Source de données:

“Seven Centuries of Energy Services: The Price and Use of Light in the United Kingdom (1300 – 2000)”, Roger Fouquet and Peter J. G. Pearson; Energy Journal; 2006, Vol. 27 Issue 1, p139-177

Hinweis: Die Werte der Gesamtenergie für Beleuchtung wurden aus Werten in der genannten Datenquelle errechnet, die anderen wurden dieser Quelle direkt entnommen. ◇ EN: Note: Figures for the overall energy spent on lighting were calculated on the basis of figures mentioned in the data source above, other figures were simply taken over from this source. ◇ FR: Note: Les valeurs de la consommation totale d'énergie pour éclairage ont été calculées à l'aide des valeurs de la source visée. Les autres valeurs proviennent de la source visée.

Daraus folgt:

This means that:

► Eine Erhöhung der Energieeffizienz führt nicht automatisch zu einer Verringerung des Energieaufwandes.	► An increase in energy efficiency does not automatically mean a decrease in energy input.
--	--

Daraus wiederum folgt:

All of this tells us that

► Der Klarheit wegen sollte von <i>Effizienz</i> nur dann gesprochen werden, wenn Effizienz im engeren Sinne gemeint ist. Geht es hingegen um das <i>Energiesparen</i> , sollte diese Bezeichnung verwendet werden.	► For clarity, one should only use the word <i>efficiency</i> in the strict sense of the term. One should use the term <i>energy savings</i> when talking about saving energy.
---	--

Bei dem Fachgespräch am 20. Oktober wird über Stromeffizienz gesprochen. Inwieweit deren Erhöhung zu einer Minderung des Stromverbrauches führen kann oder führen dürfte, ist nicht Thema des Treffens.

Expert discussions on 20 October will focus on power efficiency. Experts will not discuss to what extent an increase in power efficiency leads or could potentially lead to a decrease in power consumption.

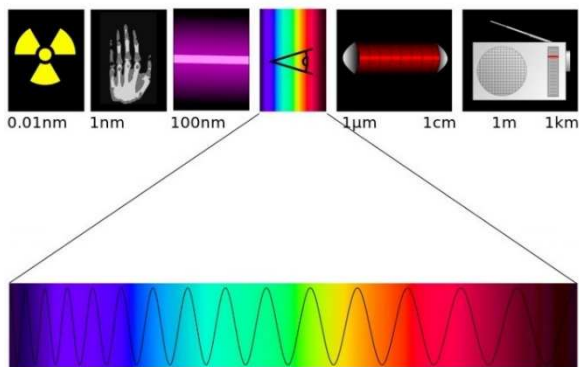
## 1.2 Licht ◇ Light ◇ Lumière

Die folgenden grundsätzlichen Erklärungen mögen als Hintergrund für das Fachgespräch am 20. Oktober 2016 etwas akademisch erscheinen. Sie betreffen aber Zusammenhänge, die für die Bewertung der

The general explanations below may appear slightly academic to be used as background information for the experts' discussion on 20 October 2016. They are, however, of immediate relevance for the evaluation of power efficiency in lighting products.

Stromeffizienz von Beleuchtungsprodukten grundlegend sind.

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



Teilweise wird in der Physik unter Licht die Gesamtheit aus der vom Auge des Menschen wahrgenommenen Strahlung sowie der UV- und IR-Strahlung verstanden. In der Lichttechnik wird nur die Strahlung betrachtet, die vom Auge des Menschen wahrgenommen werden kann. Dies ist etwa der Wellenbereich von 380 bis 780 nm; „etwa“ deswegen, weil die Empfindlichkeit des Auges in den Randbereichen von Mensch zu Mensch verschieden ist.

Innerhalb des Bereiches ist die Hellempfindlichkeit des Auges nicht für alle Wellenbereiche gleich. An den Rändern ist sie vernachlässigbar gering und etwa in der Mitte

Electromagnetic waves have a large bandwidth: it ranges from gamma and x-ray radiation with a wavelength of  $\leq 100$  nanometres (nm) to ultraviolet radiation (uv), to light that can be perceived by the human eye, infrared radiation (IR), radar, microwaves, mobile phone waves through to radio and TV waves and alternating currents in appliances with a wavelength of around 10'000 kilometres.

**Bild 5:** Auszugsweise und vereinfachte Darstellung der Bandbreite elektromagnetischer Strahlung mit Angabe der Wellenlängen ◇ **EN:** Excerpts and a simplified picture of electromagnetic radiation bandwidth with wavelength indication ◇ **FR:** Spectre de rayonnement électromagnétique, sous forme simplifiée

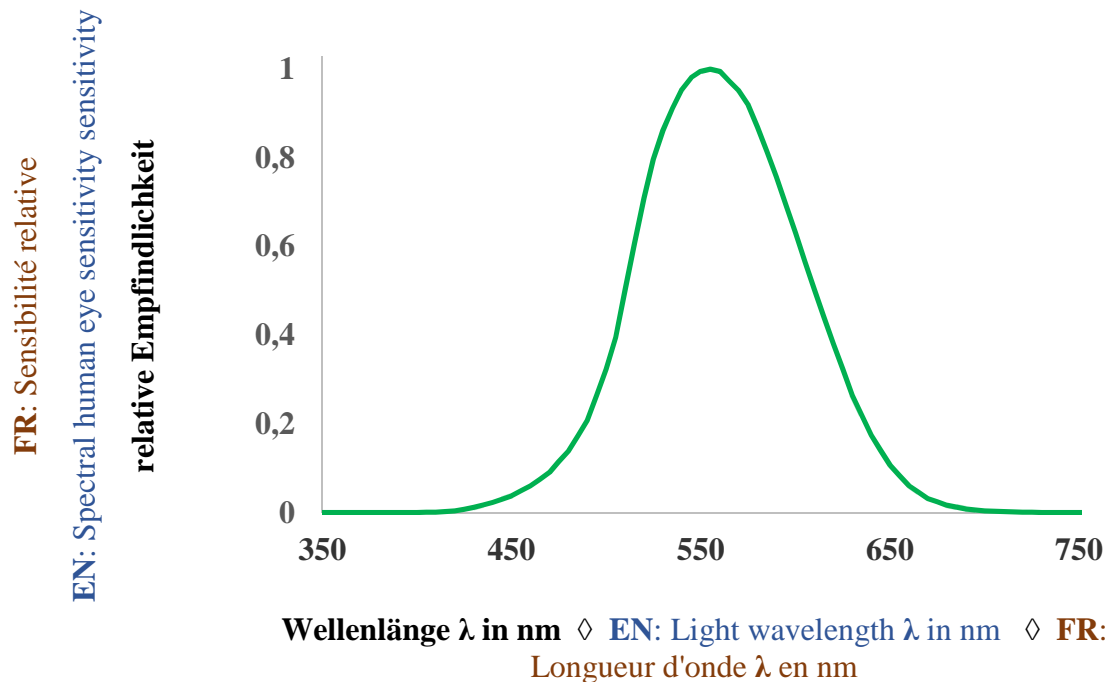
In physics, light is often described as the totality of light perceived by the human eye plus UV and IR radiation. Lighting engineering only considers radiation that can be perceived by the human eye. This roughly corresponds to a wave width of 380 to 780 nm; “roughly” simply because spectral human eye sensitivity varies.

Within this range, the brightness sensitivity of the eye varies from wave range to wave range. It is insignificantly small at the edges and reaches a peak in the midrange at a wavelength of 555 nm (green) (Picture *Bild 7*)<sup>[1]</sup>.

des Bereiches, bei einer Wellenlänge von 555 nm (grün), am größten (Bild 7) <sup>[1]</sup>.



**Bild 6:** Lichtspektrum ◇ EN: Light spectrum ◇ FR: Spectre lumineux



**Bild 7:** Relative Hellempfindlichkeit des Auges über der Wellenlänge des Lichtes beim Tagessehen (sogenanntes photopisches Sehen) ◇ **EN:** Relative spectral brightness sensitivity of the eye under daylight conditions (photopic vision) ◇ **FR:** Sensibilité visuelle relative spectrale de l'œil en vision photopique

Das Licht in den einzelnen Bereichen des Spektrum trägt also unterschiedlich stark zum „Helligkeitseindruck“ des Menschen

Light in different spectrum ranges therefore has a different influence on the “brightness perception” of the human eye. Example: 1

<sup>1</sup> 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 Bild 7 dargestellte sogenannte  $V(\lambda)$ -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. ◇ **EN:** It can be taken for granted that there are no two people with the same relative spectral brightness sensitivity of the eye. Possibly, brightness sensitivity of an individual varies over the day. It is the age of a person which has the greatest influence on brightness sensitivity. Picture *Bild 7* shows the so-called  $V(\lambda)$  function which is based on data, taken mainly from young probands. The retina in older persons receives less light. Furthermore the eye lens slowly takes on a yellow hue in age. As a result, older persons perceive color stimuli with strong blue parts less brightly.

bei. Beispiel: 1 Watt Strahlung roten Lichtes trägt deutlich weniger bei als 1 Watt Strahlung gelben Lichtes, das wiederum in seiner Wirkung von 1 Watt Strahlung grünen Lichtes noch übertroffen wird. Um den Beitrag einer Lichtquelle zum „Helligkeitseindruck“ des Menschen beschreiben zu können, wird das Spektrum dieser Lichtquelle mit der relativen Hellempfindlichkeit des Auges gewichtet. Das Ergebnis ist der **Lichtstrom**  $\Phi$  mit der Einheit **Lumen** (lm).

Der Lichtstrom ist also ein Maß für die Helligkeit einer Lichtquelle – nur dafür. Über die Qualität des Lichtes, sagt er nichts aus. Wie gut beispielsweise das Spektrum einer Lichtquelle Farben wiedergibt, kann man nicht aus dem Wert des Lichtstromes ableiten; das erfolgt über Kenngrößen der ab Seite 16 im Abschnitt 1.4 behandelten Farbwiedergabe.



watt of red light radiation is perceived as less bright than 1 watt of yellow light radiation, which again is weaker than 1 watt of green light radiation. In order to describe how much a specific light source influences the “brightness perception”, we compare the spectrum of this light source with the relative brightness sensitivity of the eye. The result is the **luminous flux**  $\Phi$  measured in **lumen** (lm).

This means that a luminous flux measures the brightness of a light source only. It does not describe light quality. Luminous flux data therefore do not reveal anything about the quality of colours produced by a specific light source; other parameters, which can be found in paragraph 1.4, page 16 et seq., are used to describe colour quality.

**Bild 8:**

Objekt(bild), das nur Helligkeitsunterschiede zeigt ◇  
 EN: Object, which provides nothing more than differences in brightness ◇  
 FR: Objet image, qui donne seulement différences de luminosité

Die Meinungen darüber, was in der Lichttechnik als Licht zu betrachten ist, gehen auseinander. Es gibt zwei Haltungen:

- „Licht ist elektromagnetische Strahlung im Wellenlängenbereich von 380 nm bis 780 nm.“

Light engineers often have different opinions as to what can be called light. There are two general positions:

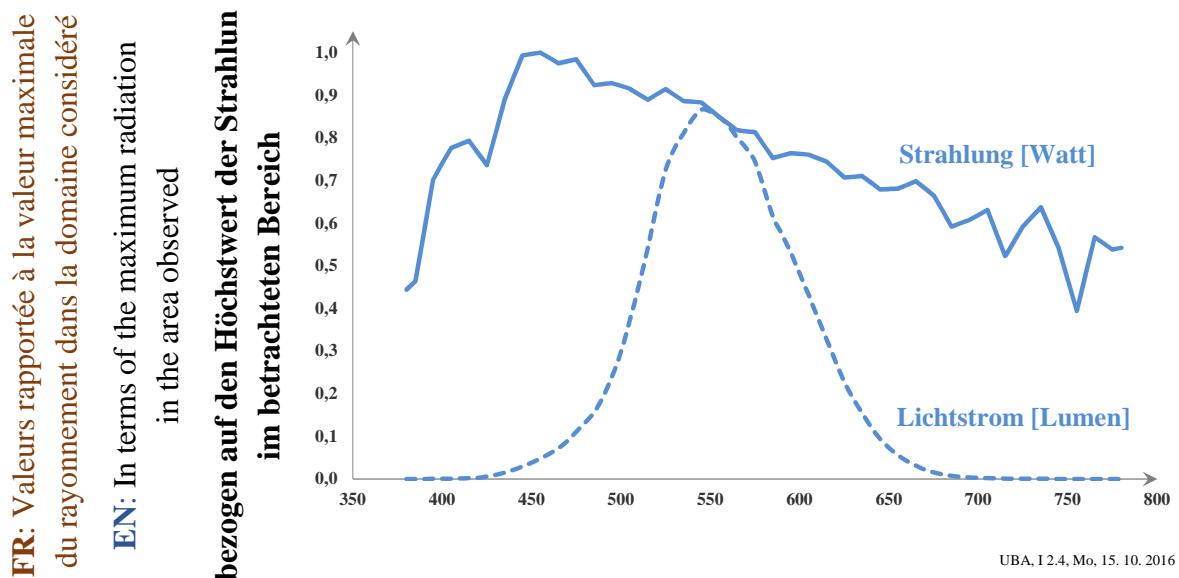
- “Light is electromagnetic radiation within a wave range of 380 nm to 780 nm.”
- “Light is electromagnetic radiation perceived by the spectral sensitivity of

- „Licht ist die mit der spektralen Empfindlichkeit des menschlichen Auges gewichtete elektromagnetische Strahlung.“<sup>[2]</sup>  
Also: Licht ist der Lichtstrom  $\Phi$  (Lumen).

the human eye.”<sup>[2]</sup> In other words: Light is luminous flux  $\Phi$  (lumen).

Bild 9 zeigt den Unterschied zwischen Strahlung und Lichtstrom und damit zwischen den beiden zuvor aufgeführten Haltungen am Beispiel eines Tageslichtspektrums<sup>[3]</sup>.

Picture *Bild 9* uses daylight spectrum parameters to demonstrate the difference between radiation and luminous flux and therefore also the difference between the two positions mentioned above<sup>[3]</sup>.



**Wellenlänge  $\lambda$  in nm** ◇ **EN:** Light wavelength  $\lambda$  in nm ◇  
**FR:** Longueur d'onde  $\lambda$  en nm

**Bild 9:** Tageslichtspektrum, hier CIE<sup>[4]</sup>-Normallichtart D65: Strahlung und Lichtstrom über Wellenlänge ◇ **EN:** Daylight spectrum, here the CIE Standard Illuminant D65: Radiation and luminous flux above wavelength (“Strahlung” = Radiation [watts]; “Lichtstrom” = luminous flux) ◇  
**FR:** Spectre de lumière naturelle, ici l’illuminant normalisé D65 de la CIE (« Strahlung » = rayonnement; « Lichtstrom » = flux lumineux)

<sup>2</sup> Dr.-Ing. Felix Serick, Fachgebiet Lichttechnik TU Berlin in der Zeitschrift LICHT, Ausgabe 11/12 2008, Seite 1051. ◇ **EN:** Dr.-Ing. Felix Serick, subject area light engineering TU Berlin published in LICHT magazine, issue 11/12 2008, page 1051.

<sup>3</sup> Das Spektrum des Tageslichtes ist nicht immer und überall gleich. Es hängt ab: von dem Breitengrad, dem Wetter sowie der Tages- und der Jahreszeit. ◇ **EN:** Daylight spectrum does not remain at the same level in different places. It varies, depending on the degree of latitude, the weather or the time of the day or the season.

<sup>4</sup> **CIE = Commission internationale de l’éclairage** ◇ **DE:** Internationale Beleuchtungskommission (IBK) ◇ **EN:** International Commission on Illumination

Künstliche Lichtquellen können mindestens auf folgende Arten über das Auge auf den Menschen wirken:

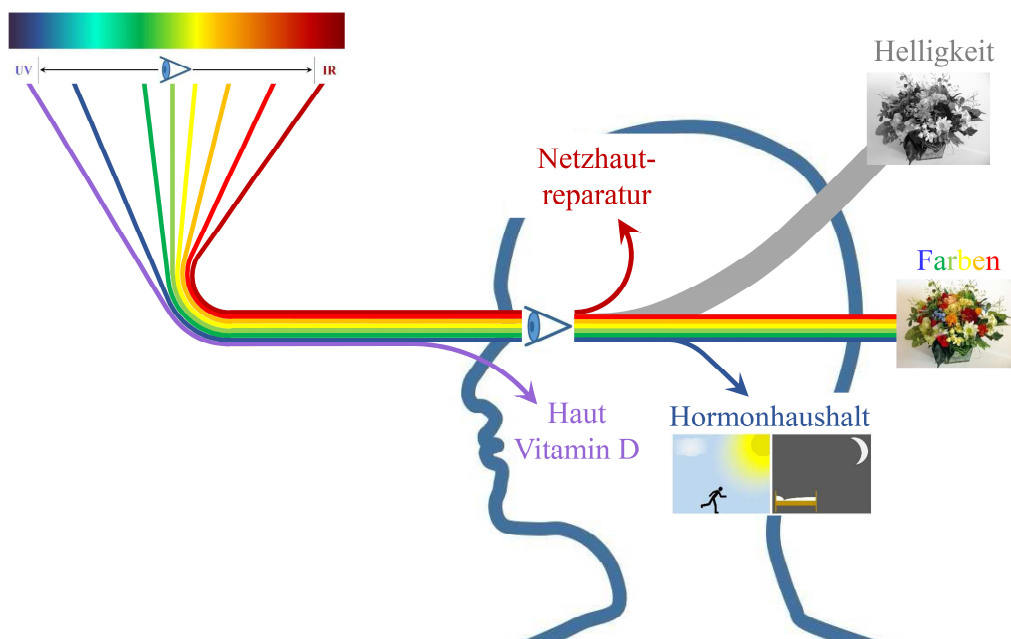
- Helligkeitseindruck (Lichtstrom in Lumen),
- Farbsehen,
- Wirkung auf den Hormonhaushalt des Menschen (Wachheit und Aktivität sowie Schlafneigung) sowie
- Unterstützung der Netzhautreparatur.

Das folgende Bild 10 zeigt dies als Übersicht.

Artificial light sources can influence at least the following parameters through the human eye:

- Brightness perception (luminous flux in lumen),
- Colour vision,
- Influence on the human hormonal balance (alertness and activity as opposed to sleepiness) and
- Support retinal regeneration.

Picture Bild 10 gives you an overview.



Netzhautreparatur

EN: Regeneration of the retina ◇ FR: Régénération de la rétine

Helligkeit

EN: Brighthness ◇ FR: Luminosité

Farben

EN: Colours ◇ FR: Couleurs

Hormonhaushalt (circadianer Rhythmus) ◇ EN: Hormone balance (circadian rhythm) ◇  
FR: Équilibre hormonal (rythme circadien)

Haut: Vitamin D

EN: Skin: Vitamin D ◇ FR: Peau : Vitamine D

**Bild 10:** Mögliche Wirkungen des Lichtes künstlicher Lichtquellen auf den Menschen ◇ EN: Possible effects on man by light from artificial light sources ◇ FR: Éventuels effets de lumière / à partir des sources de lumière artificielle sur l'homme



► Der Lichtstrom beschreibt nur einen Teil der Wirkung des Lichtes auf den Menschen

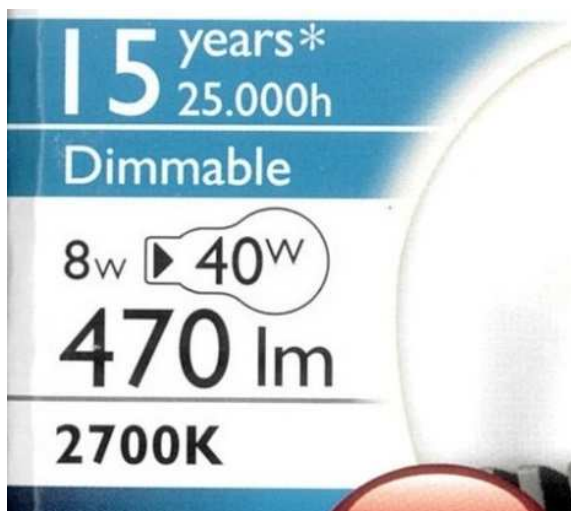
► Luminous flux only partly describes the effect light has on a human being.

Trotz dieser Einschränkung spielt der Lichtstrom in der Lichttechnik eine sehr große Rolle.

Die Privathaushalte haben zu „Glühlampenzeiten“ Lichtquellen vor allem anhand der Wattage ausgewählt. Zur (Um-)Orientierung sieht die EG-Verordnung 244/2009 vor, daß dort, wo auf einer Verpackung Elektroleistung (Watt) und Lichtstrom (Lumen) gleichzeitig angegeben werden, der Lichtstromwert in mindestens der doppelten Schriftgröße zu nennen ist. Dies ist gegenüber der vorigen Orientierung an der Elektroleistung ein Fortschritt. Eine Überbewertung der Kenngröße Lichtstrom und der von ihr abgeleiteten Kenngrößen kann aber in eine Sackgasse führen, wie sich dies bei der im folgenden Abschnitt behandelten „traditionellen“ Sicht auf die Stromeffizienz von Beleuchtungsprodukten zeigt.

In spite of this qualification, luminous flux plays a very important role in light engineering.

In the “era of light bulbs”, private households used to choose light sources depending on their wattage. For guidance, EC regulation 244/2009 stipulates that packages indicating both electric input (watt) and luminous flux (lumen) print the luminous flux data in at least double the font size. This is a step forward compared to the electric input based evaluation used before. Overstating the importance of luminous flux figures and data derived from these, can however be misleading. A “traditional” interpretation of lighting products’ power efficiency demonstrates this in the paragraph below.



**Bild 11:**

Ausschnitt aus der Verpackung einer Leuchtdiodenlampe ◇ EN: Light Emitting Diode lamp packaging part ◇ FR: Partie d'un emballage d'une lampe à DEL

### 1.3 Lichtausbeute ◇ Luminous Efficacy ◇ Efficacité lumineuse

Die Bewertung der Stromeffizienz von Produkten der Beleuchtungstechnik erfolgt bislang überwiegend mittels der Kenngröße Lichtausbeute. Diese errechnet sich wie folgt aus der Elektroleistung und dem Lichtstrom:

So far, power efficiency of lighting products has mostly been measured in terms of light output. To calculate light output, you need to divide luminous flux by electric input.

$$\text{Lichtausbeute} = \frac{\text{Lichtstrom (Lumen)}}{\text{Elektroleistung (Watt)}}$$

EN:

$$\text{Luminous Efficacy} = \frac{\text{Luminous flux (lumen)}}{\text{Electric input (wattw)}}$$

FR:

$$\text{Efficacité lumineuse} = \frac{\text{Flux lumineux (lumens)}}{\text{Puissance électrique (watts)}}$$

Wie oben dargestellt, ist der Lichtstrom aber nur ein Maß für die Helligkeit; er ist keine erschöpfende Beschreibung für den von einer Lichtquelle erbrachten Nutzen. Einzelprodukte, wie Lampen und Leuchten, sowie Anlagen der Beleuchtungstechnik dienen unterschiedlichsten Sehaufgaben, deren Erfüllung meistens weit mehr als nur Helligkeit (Lichtstrom) erfordert, nämlich Lieferung von Licht mit der richtigen Helligkeit, dem richtigen Spektrum, der richtigen Verteilung und zur richtigen Zeit. Der Bedarf an Elektrizität nimmt mit dem Umfang der Einzelnutzen zu. Wird zur Bewertung der Stromeffizienz nur der Wert der Lichtausbeute herangezogen und damit nur der Einzelnutzen Helligkeit ins Verhältnis zu dem Gesamtbedarf an Elektrizität gesetzt, ergibt sich bei Produkten, deren Gesamtnutzen über Helligkeit hinausgeht, ein nie-

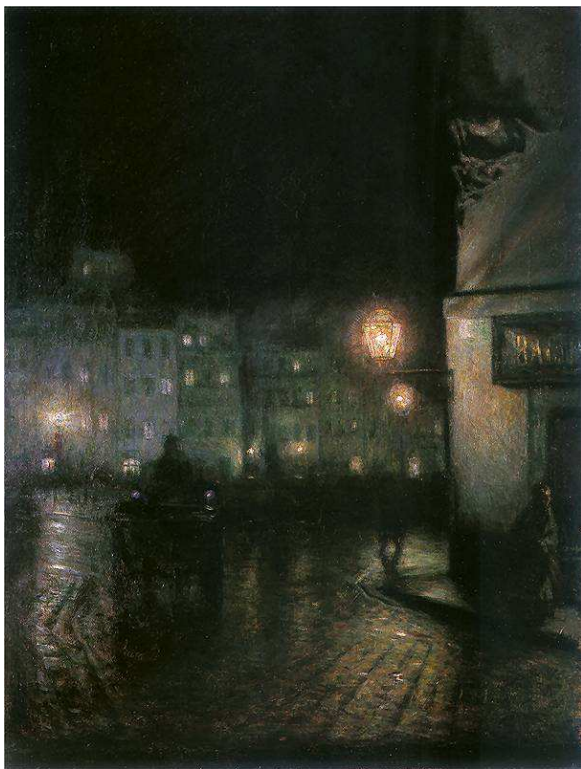
As described above, luminous flux is only used to measure brightness; it does not describe the benefits of a light source in detail. Individual products like lamps, luminaires and lighting technology appliances are used for different visual purposes, which usually is much more than producing brightness (luminous flux). They are meant to produce light with the right brightness, the right spectrum, the right distribution and at the right time. The more individual benefits, the higher the need for electricity. If you measure power efficiency by light output values only, and therefore compare only the brightness of a product with the total demand for electric power, products that are designed to do more than just produce brightness will achieve worse power efficiency rates. As long as the only yardstick is the light output of “simple” products, those products with greater overall



drigerer Effizienzwert. Sofern sich Anforderungen nach der Höhe der von „einfachen“ Produkten erreichten Lichtausbeutewerte richten, können Produkte mit erweitertem Gesamtnutzen diese Anforderungen schwerer oder gar nicht erfüllen. Im Falle gesetzlicher Vorgaben für die Produktgestaltung, beispielsweise der EU-Vorgaben, kann dies dazu führen, daß notwendige Produkte vom Markt verschwinden. Dies zeigt beispielsweise die Auswertung des Umweltbundesamtes vom Juni 2016.

→ Die Auswertung kann heruntergeladen werden unter

[http://www.eup-network.de/fileadmin/user\\_upload/Lichtquellen\\_UBA\\_Hintergrundtext\\_04d.pdf](http://www.eup-network.de/fileadmin/user_upload/Lichtquellen_UBA_Hintergrundtext_04d.pdf)



benefit will find it more difficult or impossible to meet the standard imposed. And where a product design is subject to specific legal provisions, e.g. EU rules, necessary items may simply disappear from the market. The Federal Environment Agency has analysed this in a study from June 2016.

→ The study (in German) can be downloaded here

**Bild 12:**

Straßenbeleuchtung im Jahre 1892 ♦ EN: Street lighting in 1892 ♦ FR: Éclairage public en 1892

Als Orientierungsgröße mag die Lichtausbeute dort genügen, wo es darum geht, überhaupt etwas zu sehen; wo es, wie in der Anfangszeit der Straßenbeleuchtung darum geht, „die Finsternis zu vertreiben“. Für

Light output as a benchmark might be sufficient if your goal is just to see anything at all and if you are operating in total darkness, as used to be the case in the early years of street lighting. However, for

DE	EN   FR (première traduction)
<p>Anwendung, die mit höheren Ansprüchen verbunden sind – und das ist meistens der Fall – genügt die Lichtausbeute nicht.</p> <p>→ Die Schwäche der Lichtausbeute hat das Umweltbundesamt schon früher thematisiert. Ein älterer Text beschreibt Schwächen und mögliche Verbesserungen. Er kann heruntergeladen werden unter</p> <p><a href="http://www.eup-network.de/fileadmin/user_upload/Lichtquellen_UBA_Hintergrundtext_04f.pdf">http://www.eup-network.de/fileadmin/user_upload/Lichtquellen_UBA_Hintergrundtext_04f.pdf</a></p> <p>Dennoch ist ihre Verwendung so weit verbreitet, daß die Diskussion über die Stromeffizienz in der Beleuchtung weitgehend von der Sicht auf Lichtausbeutewerte geprägt erscheint.</p>	<p>appliances that fulfil higher requirements - and that is most often the case - luminous efficacy is not sufficient as a parameter.</p> <p>→ The Federal Environment Agency has already focused in the past on the problem of using luminous efficacy as a standard. In an older document, they mention weaknesses and potential improvements. The document (in German) can be downloaded here</p> <p>Nevertheless, this approach is widespread, and the debate on the power efficiency of lighting products seems to be mostly focused on luminous efficacy values.</p>
<p>► Die Lichtausbeute sollte nicht als alleiniger Maßstab zur Bewertung der Stromeffizienz von Beleuchtungsprodukten dienen.</p>	<p>► Luminous efficacy should not be the only benchmark to measure the power efficiency of lighting products.</p>

## 1.4 Farbwiedergabe ◇ Colour rendering ◇ Rendu des couleurs

Eine Anforderung, die neben der Helligkeit wichtig ist, die die Wiedergabe von Farben.

Colour rendering is another important criterion in addition to brightness.



**Bild 13:** Von dem Bild in Graustufen ohne jegliche Farbwiedergabe über Varianten mit blassen Farben bis zum Original ◇ EN: Starting with a picture in grey without any colour rendering, to options with pale colours, to the original ◇ FR: A partir d'une image sans aucune rendu des couleurs en passant par variantes de couleurs pâles jusqu'à l'original

Üblicherweise wird der allgemeine **Farbwiedergabeindex Ra** verwendet. Dieser ist der Mittelwert aus den Werten einiger, für bestimmte Farben ermittelter sogenannter spezieller Farbwiedergabeindizes. Der Ra ist eine dimensionslose Kennzahl und kann Wert von kleiner 0 bis 100 annehmen.

Der Farbwiedergabeindex für eine einzelne dieser Farben wird bestimmt, indem die Farbwiedergabe, die sich in dem Licht der betrachteten Lichtquelle ergibt, mit der Farbwiedergabe verglichen wird, die sich im Licht einer Bezugslichtquelle ergibt <sup>[5]</sup>. Für den allgemeinen Farbwiedergabeindex Ra werden die speziellen Farbwiedergabeindizes der in Bild 14 dargestellten 8 Farben #1 bis #8 herangezogen. Die Farbwiedergabe für andere Farben, beispielsweise gesättigtes Rot – im Bild rechts: #9 –, oder gar die Güte der Weißwiedergabe gehen nicht in den allgemeinen Farbwiedergabeindex Ra ein. Darauf beruht ein Teil der Kritik an diesem Kennwert. Zudem haben Untersuchungen gezeigt, daß der Farbwiedergabeindex Ra die wahrgenommene Farbwiedergabeeigenschaft der Lichtquellen nicht einwandfrei beschreibt <sup>[6]</sup>.















The general **colour rendering index Ra** is commonly used. The index shows average values, calculated on the basis of special colour rendering indices for specific colours. Ra is a dimensionless figure and can vary between below 0 and 100.

The colour rendering index for each one of these colours is determined by how good the colour rendering is in the light of a specific light source compared with the colour rendering in the light of a reference light source <sup>[5]</sup>. For the general colour rendering index Ra, we compare specific colour rendering indices for the 8 colours #1 to #8 shown in picture *Bild 14*. Colour rendering for other colours, full red for instance- as shown in the picture on the right: #9 - or even the quality of the colour white, are not included in the general colour rendering index Ra. This is one of the criticisms made of these variables. In addition, studies have revealed that the colour rendering index Ra is not accurate at describing the perceived colour rendering of light sources <sup>[6]</sup>.

<sup>5</sup> Je nachdem welches Spektrum die betrachtete Lichtquelle aufweist, wird als Vergleichslichtquelle eine Glühlampe, siehe Bild 15, oder ein genormtes, tageslichtähnliches Spektrum verwendet, wie es beispielsweise in Bild 9 auf Seite 14 zu sehen ist, verwendet. ♦ EN: Depending on the spectrum of the light source, the reference light source may be an incandescent lamp, shown in picture *Bild 15*, or a normal spectrum similar to daylight, as shown in picture *Bild 9* on page 14.

<sup>6</sup> „Farbwiedergabe für moderne Lichtquellen“; LiTG Fachgebiet Farben, Schrift Nr. 28 ♦ EN: “Colour rendering for modern light sources”, LiTG Specialist area of colours, issue nr 28

#### Die 14 Testfarben nach DIN 6169

	# 1 Altrosa		# 9 Rot gesättigt
	# 2 Senfgelb		# 10 Gelb gesättigt
	# 3 Gelbgrün		# 11 Grün gesättigt
	# 4 Hellgrün		# 12 Blau gesättigt
	# 5 Türkisblau		# 13 Rosa (Hautfarbe)
	# 6 Himmelblau		# 14 Blattgrün
	# 7 Asterviolett		
	# 8 Fliederviolett		

**Bild 14:** Die 14 Prüffarben nach DIN 6169 ◇ **EN:** Text colour samples according to standard DIN 6169 ◇ **FR:** Échantillons de couleur selon la norme DIN 6169

Entwickelt wurde der allgemeine Farbwiedergabeindex Ra, nachdem Leuchtstofflampen auf den Markt gekommen waren und deren Farbwiedergabe bewertet werden können sollte. Mit dem Aufkommen der Leuchtdiodentechnik wurde weitere Kritik laut: dieser Index sei nicht geeignet, die Farbwiedergabequalität der ALED-Lampen<sup>[7]</sup> angemessen zu beschreiben. Die Bilder unten zeigen die Spektren und was als Lichtstrom bewertet wird, für eine herkömmliche Glühlampe in Bild 15, eine Kompaktleuchtstofflampe (KLL) in Bild 16 und eine ALED-Lampe in Bild 17. Die KLL und die ALED zeigen recht unterschiedliche Spektren, woraus man auf recht unterschiedlich gute Farbwiedergabe schließen könnte.

The colour rendering index Ra was developed after fluorescent lamps had been brought to the market and experts wished to evaluate their colour rendering. The technology of light-emitting diodes lead to further criticism: the index was not capable of accurately describing the colour rendering quality of ILED lamps<sup>[7]</sup>. The pictures below the right show the spectra and the evaluation of luminous flux for a conventional incandescent lamp in picture *Bild 15*, a compact fluorescent lamp (CFL) in picture *Bild 16* and an ILED lamp in picture *Bild 17*. The CFL and the ILED lamp show very different spectres on the right which leads to the conclusion that they differ in their colour rendering quality.

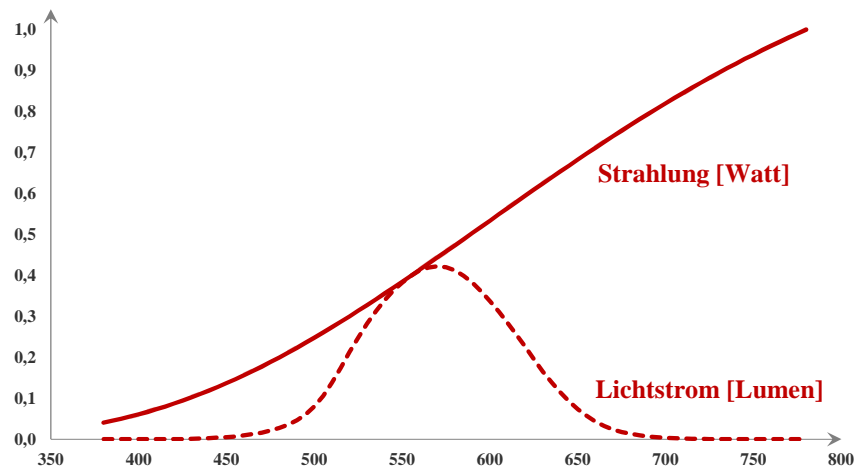
<sup>7</sup> ALED = Anorganische LED (Leuchtdiode), im Gegensatz zur OLED = Organischen LED ◇ **EN:** ILED = inorganic LED (light-emitting diode) as opposed to OLED = organic LED ◇ **FR:** DELi = diode électroluminescente inorganique, contrairement à la diode électroluminescente organique (DEL<sub>o</sub>).

Der Farbwiedergabeindex Ra ist aber für beide gleich: 81.

However, the colour rendering index Ra applies the same figure to both: 81.

**FR:** Valeurs rapportée à la valeur maximale du rayonnement dans la domaine considéré

**EN:** In terms of the maximum radiation in the area observed  
bezogen auf den Höchstwert der Strahlung im betrachteten Bereich



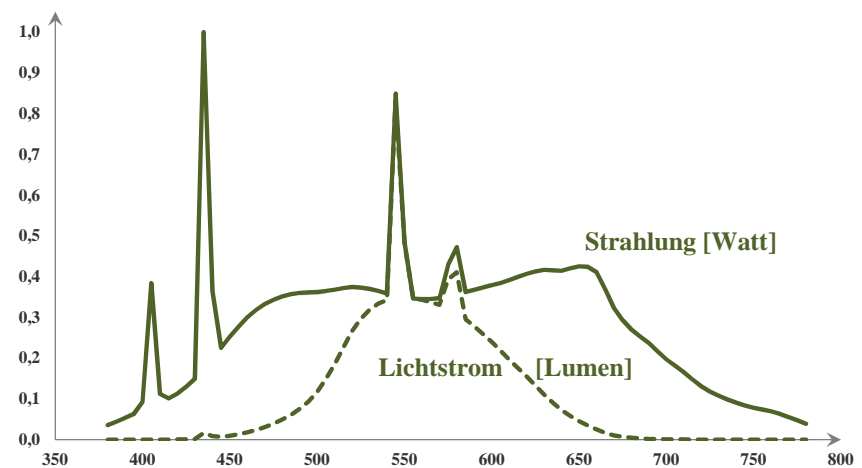
UBA, I 2.4, Mo, 15. 10. 2016

Wellenlänge  $\lambda$  in nm ◇ **EN:** Light wavelength  $\lambda$  in nm ◇  
**FR:** Longueur d'onde  $\lambda$  en nm

**Bild 15:** herkömmliche Glühlampe ◇ **EN:** A conventional incandescent lamp (“Strahlung” = Radiation [watts]; “Lichtstrom” = luminous flux) ◇ **FR:** Lampe à incandescence classique (« Strahlung » = rayonnement; « Lichtstrom » = flux lumineux)

**FR:** Valeurs rapportée à la valeur maximale du rayonnement dans la domaine considéré

**EN:** In terms of the maximum radiation in the area observed  
bezogen auf den Höchstwert der Strahlung im betrachteten Bereich



UBA, I 2.4, Mo, 15. 10. 2016

Wellenlänge  $\lambda$  in nm ◇ **EN:** Light wavelength  $\lambda$  in nm ◇  
**FR:** Longueur d'onde  $\lambda$  en nm

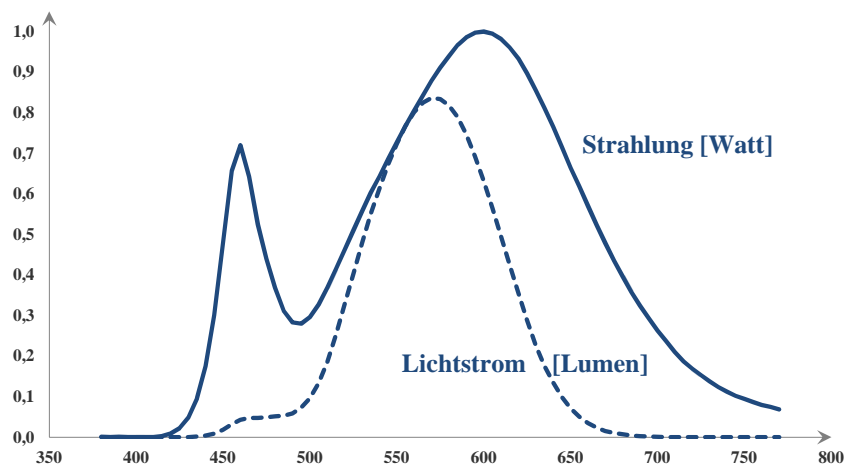
**Bild 16:** Kompaktleuchtstofflampe mit einem allgemeinen Farbwiedergabeindex Ra von 81 ◇ **EN:** Compact fluorescent lamp with a general colour rendering index Ra of 81 (“Strahlung” = Radiation [watts]; “Lichtstrom” = luminous flux) ◇ **FR:** Lampe fluorescente compacte avec un rendu des couleurs de Ra = 81 (« Strahlung » = rayonnement; « Lichtstrom » = flux lumineux)



**FR:** Valeurs rapportée à la valeur maximale du rayonnement dans la domaine considéré

**EN:** In terms of the maximum radiation in the area observed

**bezogen auf den Höchstwert der Strahlung im betrachteten Bereich**



UBA, I 2.4, Mo, 15. 10. 2016

**Wellenlänge  $\lambda$  in nm** ◇ **EN:** Light wavelength  $\lambda$  in nm ◇  
**FR:** Longueur d'onde  $\lambda$  en nm

**Bild 17:** ALED-Lampe mit einem allgemeinen Farbwiedergabeindex Ra von 81 ◇ **EN:** An ILED lamp with a general colour rendering index RA of 81 (“Strahlung” = Radiation [watts]; “Lichtstrom” = luminous flux) ◇ **FR:** Lampe à DELi avec un rendu des couleurs de Ra = 81 (« Strahlung » = rayonnement; « Lichtstrom » = flux lumineux)

Es liegen mehrere Vorschläge für eine Verbesserung der Farbwiedergabebewertung vor.

There are various suggestions of how to improve the colour rendering evaluation.

→ Siehe beispielsweise den in der jüngsten Vergangenheit vorgeschlagenen Index TM-30-15, beschrieben u. a. unter

→ Take for instance Index TM-30-15 that has recently been presented and is described here

<https://www.dial.de/de/article/tm-30-15-ein-neuer-farbwiedergabeindex/>

Diese Vorschläge sind noch in der Diskussion, und es liegen verhältnismäßig wenige entsprechende Produktdaten vor.

These suggestions are still being discussed and include relatively few data on products.

<p>► Der allgemeine Farbwiedergabeindex Ra beschreibt die Farbwiedergabe von Beleuchtungsprodukten nur ungenügend. Eine Diskussion über die Bewertung der Farbwiedergabe von Beleuchtungsprodukten im Zusammenhang mit der Bewertung der Stromeffizienz muß sich derzeit – Oktober</p>	<p>► The description of the general colour rendering capacity of lighting products by the general colour rendering index Ra is insufficient. Since we are lacking applicable data, however, discussions about the evaluation of the colour rendering capacity of lighting products in the</p>
--	---

DE	EN   FR (première traduction)
2016 – aber aus Mangel an geeigneten Daten weitgehend auf die zu den Produkten bekannten Ra-Werte beschränken.	context of power efficiency evaluation are today – in October 2016 – limited to the Ra data that are known for these products.

## 1.5 LED, ALED und OLED ◇ LED, ILED and OLED ◇ DEL, DELi et DELo

Leuchtdioden sind Halbleiter-Bauelemente, die Licht abgeben. Die Abkürzung LED steht für lichtemittierende Diode. Der Halbleiter in Leuchtdioden kann anorganisch oder organisch sein. Leuchtdiode oder LED ist also der Oberbegriff, während *anorganische LED* und *organische LED* Unterbegriffe sind.

Am weitersten verbreitet sind heute Leuchtdioden mit anorganischem Halbleiter. Sie werden vielfach als LED bezeichnet, obwohl sie nur eine Untergruppe der Leuchtdioden darstellen, die bereits mit der Abkürzung LED bezeichnet werden. Organische LED werden hingegen als OLED bezeichnet.

Light-emitting diodes (LEDs) are semiconductor devices emitting lights. The semiconductor of a light-emitting diode can be organic or inorganic. Light-emitting diode or LED is therefore a generic term while *inorganic LED* or *organic LED* is used as sub-concepts.

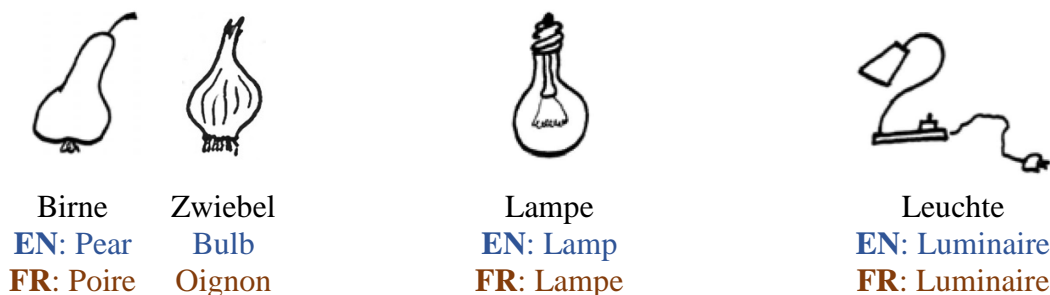
Today, light diodes with an inorganic semiconductor are most common. They are often described as LEDs, even though they are only a subcategory of the light-emitting diodes for which the abbreviation is already being used. Organic LEDs, however, are called OLEDs.

<p>► Der Klarheit wegen sollte zwischen der Obergruppe Leuchtdiode (LED) und den Untergruppen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- anorganische Leuchtdiode (<u>A</u>LED) und</li> <li>- organische Leuchtdiode (<u>O</u>LED) unterschieden werden.</li> </ul>	<p>► To be precise we should distinguish between the main group light-emitting diodes (LED) and the sub-groups</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- inorganic light-emitting diodes (<u>I</u>LED) and</li> <li>- organic light-emitting diodes (<u>O</u>LED).</li> </ul>
--	--

## 1.6 Birne, Lampe und Leuchte ◇ Bulbs, lamps and luminaires ◇ Poire, lampe et luminaire

Umgangssprache und Fachsprache klaffen bei den Bezeichnungen Birne, Lampe und Leuchte auseinander: im Deutschen, teilweise auch in anderen Sprachen <sup>[8]</sup>. Bild 18 zeigt den Sprachgebrauch der Fachsprache. Diesem folgt der vorliegende Text.

Colloquial language and technical jargon differ considerably when it comes to these terms: that goes for German but also for other languages <sup>[8]</sup>. Picture *Bild 18* shows the technical terms. This text is based on these pictures.



**Bild 18:** Umgangssprache und Fachsprache ◇ EN: Colloquial language and technical jargon ◇ FR: Langage familier et langage technique

Die folgenden Begriffsbestimmungen für „Lichtquelle“, „Lampe“ und „Leuchte“ sind der Verordnung 1194/2012/EU entnommen:

The definitions below for “light source”, “lamp” and “luminaire” are taken from regulation 1194/2012/EU:

- „Lichtquelle“ bezeichnet eine Oberfläche oder ein Objekt, die bzw. das dafür ausgelegt ist, hauptsächlich sichtbares Licht auszusenden, das durch die Umwandlung von Energie erzeugt wird. Der Begriff „sichtbar“ bezieht sich auf eine Wellenlänge von 380-780 nm.

**EN:** ‘light source’ means a surface or object designed to emit mainly visible optical radiation produced by a transformation of energy. The term ‘visible’ refers to a wavelength of 380-780 nm.

**FR:** «source lumineuse», une surface ou un objet conçu pour émettre des rayonnements optiques principalement visibles produits par transformation d’énergie. Le terme «visible» correspond à une longueur d’onde de 380 nm à 780 nm

<sup>8</sup> So wird beispielsweise im Englischen anstelle von „Lampe“ auch die Bezeichnung „bulb“ verwenden, die in der Botanik eine Zwiebel bezeichnet. ◇ EN: For example in English the term *bulb* is used instead of *lamp* (“in botany: a bulb is structurally a short stem with fleshy leaves or leaf bases that function as food storage organs during dormancy.” [https://en.wikipedia.org/wiki/Bulb]).



- „Lampe“ bezeichnet ein Gerät, dessen Eigenschaften unabhängig geprüft werden können und das aus einer oder mehreren Lichtquellen besteht. Es kann zusätzliche Einrichtungen einschließen, die für die Zündung, die Stromversorgung und den stabilen Betrieb der Einheit oder für die Verteilung, Filterung oder Umwandlung des Lichts erforderlich sind, sofern diese Einrichtungen nicht entfernt werden können, ohne das Gerät dauerhaft zu beschädigen.

**EN:** 'lamp' means a unit whose performance can be assessed independently and which consists of one or more light sources. It may include additional components necessary for starting, power supply or stable operation of the unit or for distributing, filtering or transforming the optical radiation, in cases where those components cannot be removed without permanently damaging the unit.

**FR:** «lampe», une unité dont la performance peut être évaluée séparément et qui est composée d'une ou plusieurs sources lumineuses. La lampe peut comporter des composants additionnels nécessaires pour l'allumage, l'alimentation électrique ou le fonctionnement stable de l'unité ou pour la répartition, le filtrage ou la transformation du rayonnement optique, dans le cas où ces composants ne peuvent pas être retirés sans que l'unité soit endommagée de manière irréversible

- „Leuchte“ bezeichnet ein Gerät zur Verteilung, Filterung oder Umwandlung des von einer oder mehreren Lampen übertragenen Lichtes, das alle zur Aufnahme, zur Fixierung und zum Schutz der Lichtquellen notwendigen Teile und erforderlichenfalls Hilfselemente zusammen mit den Vorrichtungen zu ihrem Anschluss an die Stromquelle umfaßt.

**EN:** 'luminaire' means an apparatus which distributes, filters or transforms the light transmitted from one or more lamps and which includes all the parts necessary for supporting, fixing and protecting the lamps and, where necessary, circuit auxiliaries together with the means for connecting them to the electric supply

**FR:** «luminaire», un appareil qui sert à répartir, à filtrer ou à transformer la lumière émise par une ou plusieurs lampes et qui comprend toutes les pièces nécessaires pour maintenir, fixer et protéger les lampes et, le cas échéant, les circuits auxiliaires avec leurs dispositifs de connexion à l'alimentation électrique

Die Begriffsbestimmung für Lampen grenzt diese nicht klar von ALED-Modulen ab.

The term definition for “lamps” does not distinguish clearly between lamps and ILED modules.

## 1.7 Lampe, Modul und Leuchte ◇ Lamps, modules and luminaires ◇ Lampe, module et luminaire

Bei der herkömmlichen Lichttechnik wird verhältnismäßig klar unterschieden zwischen Lampen und Leuchte sowie, falls vorhanden, dem Betriebsgerät, also dem Trafo bei der Halogenglühlampen, dem Vorschaltgerät bei der Kompaktleuchtstofflampe usw.

Eine Leuchte kann allein noch kein Licht abgeben; dafür bedarf es einer Lampe. Anders bei der ALED-Technik: Hier verschwimmen die Grenzen. Auf der einen Seite gibt es zwar auch die „klassische Lampe“ mit einem herkömmlichen Sockel, beispielsweise dem einer Standardglühlampe, die man wie eine Glühlampe in den Lampensockel der Leuchte schrauben kann. Auf der anderen Seite gibt es aber auch Leuchten, in die die ALED-Elemente und das Betriebsgerät fest eingebaut sind, so daß im Falle eines Defektes weder das Betriebsgerät noch das Leuchtmittel ausgetauscht werden können. Dazwischen gibt es zahlreiche Varianten mit unterschiedlich ausgeprägter Austauschbarkeit verschiedener Elemente, also Module. Dies betrifft vor allem Betriebsgeräte, ALED-Module und Optikbausteine. ALED-Module können festgeschraubt oder eingeklemmt werden. Eine klare und praktikable Trennung zwischen Lampen, Modulen und Leuchten, auch bei den Bezeichnungen, scheint noch nicht gefunden <sup>[9]</sup>.

In conventional lighting technology, there is a relatively clear distinction between lamps and luminaires or, if present, the operating unit, i.e. the transformer in halogen bulbs, the ballast unit in compact fluorescent lamps, etc.

A luminaire as such cannot produce light; it needs a lamp to do this. This is different with ILED-technology: there is no clear distinction here. On the one hand, there is the “classic lamp” with a conventional socket, for example the socket of a standard incandescant lamp that can be screwed like a light bulb into the lamp socket of a luminaire. On the other hand, there are luminaires with built-in ILED elements or a ballast unit, so that in case of a defect neither the ballast unit nor the lamps can be replaced. There are many options in between, with different possibilities to replace different parts or modules. This is particularly true for ballast units, ILED-modules and optical components. ILED-modules can be screwed tight or clicked in. When it comes to definitions, there seems to be no clear and practicable distinction between lamps, modules and luminaires <sup>[9]</sup>.

<sup>9</sup> Siehe auch den ersten Entwurf zu den Ergebnissen des Fachgespräches vom 2. September 2016, das vom Offenen Forum zur Austausch- und Ausbaubarkeit von ALED-Modulen veranstaltet wurde. Dieser Entwurf wurde am 12. 10. 2016 an die Teilnehmer des Fachgespräches zur Kommentierung versandt und kann Interessenten bei Bedarf zur Verfügung gestellt werden. ◇ EN: Cf. the first draft on expert discussions results from 2 September 2016, organised by the Open Forum focussing on replacing and upgrading ILED-

**Bild 19:**

ALED-Lampe mit E37-Schraubsockel ◇ **EN:** LED-lamp with an E37 screwbase ◇ **FR:** Lampe à DELi à culot E27

**Bild 20:**

mittels Bajonettverschluß einzudrehendes ALED-Modul ◇ **EN:** ILED-module is screwed in with a bayonet lock ◇ **FR:** Module à DELi avec verrouillage par baïonnette

**Bild 21:**

einzuschraubendes ALED-Modul ◇ **EN:** ILED module is screwed in ◇ **FR:** Module à DELi avec des trous des vis

modules. The draft was distributed to the Forum participants for commentaries on 12 October 2016 and is available for everyone interested.

## 2 Bewertungsansätze ◇ Assessment methods ◇ Approches d'évaluation

### 2.1 Technikneutralität ◇ Technology-neutral regulations ◇ Neutralité technique

Deutschland hat in Stellungnahmen zu Entwürfen der EU-Kommission für Regelungen zur umweltgerechten Produktgestaltung immer wieder auf die Notwendigkeit der Formulierung technikneutraler Anforderung hingewiesen.

Über Technikneutralität wird auch im Zusammenhang mit der kommenden EU-Regelung zur Beleuchtung diskutiert. Deshalb wird im folgenden betrachtet, inwieweit es sinnvoll ist, Anforderungen ungeachtet der Technik der betroffenen Produkte zu formulieren.

In its comments on EU Commission drafts regarding policies for ecodesign, Germany has always stressed the importance of formulating technology-neutral regulations.

Technology-neutral regulations are also discussed in the context of the future EU rules on lighting. This is why we now go on to discuss how much sense it makes to formulate requirements without considering product technology.

#### 2.1.1 Allgemeines ◇ General information ◇ Remarques générales

<p>► Eine technikneutrale Bewertung der Stromeffizienz von Produkten erscheint dann sinnvoll, wenn unter vergleichbaren Bedingungen eine Reihe von Produkten unterschiedlicher Technik einen vergleichbaren Nutzen bietet.</p>	<p>► A technology-neutral evaluation of products makes sense when a whole range of other products with different technologies deliver comparable benefits in similar conditions.</p>
--	--

Diese Bedingung ist in der Beleuchtung, wie nicht anders zu erwarten, nicht immer gegeben.

Ein Positivbeispiel ist das folgende: Beleuchtung

- in einer offenen Leuchte,
- bei üblicher Raumtemperatur,

As you can imagine, in lighting products, this condition cannot always be met.

One positive example: Lighting

- in an open luminaire
- at normal room temperature

DE	EN   FR (première traduction)
----	-------------------------------

- |   |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• mit geringen Anforderungen an die Farbwiedergabe (hier <math>R_a \geq 80</math>) und</li> <li>• ohne Anforderungen an die Anlaufzeit.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• with low requirements as to colour rendering (here <math>R_a \geq 80</math>) and</li> <li>• without warm-up time requirements.</li> </ul> |
|---|--|



**Bild 22:**

Lampen in einem Kronleuchter ◇ EN: Lampen in a chandelier ◇ FR: Lampes dans un lustre

Hier können die Produkte, die dafür infrage kommen – herkömmliche Glühlampen, Halogenglühlampen, Kompaktleuchtstoff- und ALED-Lampen – ungeachtet der jeweiligen Lichterzeugungstechnik gegenübergestellt werden. als Ergebnis könnte ein Grenzwert vorliegen, den eine nennenswerte Zahl an Produkten einhalten kann, während die anderen im Falle einer gesetzlichen Regelung von Markt weichen müßten. Bei Betrachtung der Lampentechniken könnte sich dann zeigen, daß unter den Lampen, deren Werte unter dem Grenzwert liegen, nur ALED-Lampen sind. Dieser Grenzwert mag für die betrachtete Anwendung angemessen sein, aber was passiert, wenn man ihn auf andere Anwendungen überträgt?

#### Negativbeispiel:

Beleuchtung in der Industrie bei einer Wärmebehandlungsanlage

- mit einer Lufttemperatur  $> 80\text{ °C}$  an der Hallendecke.

In this instance, we can compare eligible products - conventional incandescent lamps, halogen lamps, compact fluorescent lamps and ILED lamps - regardless of their respective light production technology. The result could be a threshold that a considerable number of products can comply with, whilst the others would have to be taken off the market if rules are introduced which impose this threshold. When the various lamp technologies are tested against this benchmark, it might be the case that only the ILED lamps fall below the threshold. However, whilst that particular threshold may be applicable to the specific application, can it also be used for other applications?

#### Negative example:

Lighting of an industrial heat treatment plant

- with an air temperature of  $> 80\text{ °C}$  at the hall ceiling.



Bild 23:

Industriearbeitsplatz, hier Wärmebehandlung von Metallteilen ◇ **EN:** Industrial workplace, here heat treating of metal pieces ◇ **FR:** Emploi dans l'industrie, ici: Traitement thermique d'un métal

Ist der zuvor ermittelte Grenzwert so anspruchsvoll, daß nur ALED-Lampen ihn erfüllen können, würde der Einsatz von ALED-Technik in dem geschilderten Anwendungsfalle nicht zu einer Stromeinsparung führen. Grund: Die ALED-Technik kann bei solch hohen Umgebungstemperaturen nicht sinnvoll betrieben werden. Wegen ihrer Temperaturempfindlichkeit müßte die ALED gekühlt werden, was eine energieaufwendige Einrichtung bedingte und in der Bilanz zu einem schlechteren Ergebnis führen würde als bei Einsatz der bisher für solche Anwendungen verwendeten Lampen (v. a. Hochdruckentladungslampen).

If the threshold is set so high that only ILED-lamps can comply with it, then the use of ILED technology would not save electricity in this use case. This is because ILED technology cannot be properly used at such high ambient temperatures. Due to its temperature sensitivity, the ILED would have to be cooled and this would require an energy-intensive appliance and ultimately produce a less optimal result than that of the lamps usually used for these applications (especially high-intensity discharge lamps).



### 2.1.2 Bilanzgrenze ◇ Assessment boundary ◇ Limites d'évaluation

Eine Betrachtung von Produkten für „vergleichbare Bedingungen“ – siehe oben unter 2 auf Seite 26 – setzt auch voraus, daß eine vergleichbare Bilanzgrenze gezogen wird.

→ Siehe hierzu näheres im Abschnitt 3.3.1 des UBA-Hintergrundtextes vom Juni 2016 <sup>[10]</sup>

To assess products in “comparable conditions”, as described above on page 26 in section 3, we need comparable auditing parameters.

→ For more information, see paragraph 3.3.1 of the background text provided by the Federal Environment Agency in June 2016 <sup>[10]</sup>

## 2.2 Produkteigenschaften ◇ Product properties ◇ Caractéristiques des produits

Der Lichtstrom wurde oben im Abschnitt 1.2 und die Farbwiedergabe 1.4 behandelt. Es gibt weitere Produkteigenschaften, die einen Einfluß auf die Stromeffizienz haben können. Siehe hierzu in dem schon erwähnten UBA-Hintergrundtext vom Juni 2016 <sup>[10]</sup> die folgenden Abschnitte:

We have already focussed on luminous flux in paragraph 1.2 and on colour rendering in paragraph 1.4. There are, however, other product properties that also influence power efficiency. For more information see the following paragraphs from the above mentioned background text provided by the Federal Environment Agency in June 2016:

2.1 Lichtstrom

2.2 Lichtspektrum

2.2 Lichtverteilung

2.3.1 Lichtbündelung (Halbwertswinkel)

2.3.2 Lichtverteilung (~skurven, LVK)

2.3.3 Blendungsverringering

2.3.3.1 Blendschutzkappen

2.3.3.2 Blendungsbegrenzung bei Leuchten

2.3.3.3 Mattierung eines Teiles der Lichtabgabefläche

2.3.3.4 Mattierung der gesamten Lichtabgabefläche

2.4 Kompaktheit der Lichtquellen

<sup>10</sup> herunterladen unter ◇ EN: [download it at](http://www.eup-network.de/fileadmin/user_upload/Lichtquellen_UBA_Hintergrundtext_04d.pdf) ◇ FR: [et téléchargeable sous:](http://www.eup-network.de/fileadmin/user_upload/Lichtquellen_UBA_Hintergrundtext_04d.pdf)

**EN :**

- 2.1 Luminous flux (or luminous power)
- 2.2 Light spectrum
- 2.2 Light distribution
  - 2.3.1 Light concentration (beam angle)
  - 2.3.2 Light distribution (curves, ldc)
  - 2.3.3 Reduction of Glare
    - 2.3.3.1 Anti-glare shields
    - 2.3.3.2 Luminaires with glare reduction
    - 2.3.3.3 Partly matting the light output surface
    - 2.3.3.4 Matting of the entire light output surface
- 2.4 Light source compactness

**FR :**

- 2.1 Flux lumineux
- 2.2 Spectre lumineux
- 2.2 Distribution lumineuse
  - 2.3.1 Focalisation de lumière (l'angle de faisceau)
  - 2.3.2 Répartition de la lumière (courbe de répartition photométrique)
  - 2.3.3 Limitation de l'éblouissement
    - 2.3.3.1 Protection anti-éblouissement
    - 2.3.3.2 Limitation de l'éblouissement en cas de luminaires
    - 2.3.3.3 Surface lumineux avec un matage partiel
    - 2.3.3.4 Surface lumineux avec un matage complet
- 2.4 Compacité de la source lumineuse



## 2.3 Formel ◇ Formula ◇ Formule

In den bestehenden EG- und EU-Verordnungen mit Anforderungen an die umweltgerechte Produktgestaltung sowie die Energieverbrauchskennzeichnung wie auch dem Entwurf der EU-Kommission <sup>[11]</sup> und dem Gegenentwurf der Herstellervereinigung Lighting Europe <sup>[12]</sup> werden unterschiedliche Gleichungen/Formeln zur Formulierung von Grenz(werten) verwendet.

→ Siehe als kleine Verständnishilfe die Ausführungen im Abschnitt 3.4 in dem UBA-Hintergrundtext vom Juni 2016 <sup>[10]</sup>

Existing EC and EU regulations containing requirements as to the ecodesign and energy labelling, and the EU Commission draft <sup>[11]</sup> containing a counter draft by the manufacturers association Lighting Europe <sup>[12]</sup> - use different equations/formula to calculate limits (limit values).

→ For better understanding see the explanations in paragraph 3.4 of the background text provided by the Federal Environment Agency in June 2016 <sup>[10]</sup>

<sup>11</sup> siehe unter ◇ EN: cf. ◇ FR: confer:

[http://www.eup-network.de/fileadmin/user\\_upload/Lichtquellen\\_EK\\_2015\\_11\\_06\\_Ew\\_Produktgestaltung.pdf](http://www.eup-network.de/fileadmin/user_upload/Lichtquellen_EK_2015_11_06_Ew_Produktgestaltung.pdf)

<sup>12</sup> siehe unter ◇ EN: cf. ◇ FR: confer:

[http://www.eup-network.de/fileadmin/user\\_upload/Lichtquellen\\_Stellungnahme\\_LE\\_2016\\_02\\_01\\_Produktgestaltung.pdf](http://www.eup-network.de/fileadmin/user_upload/Lichtquellen_Stellungnahme_LE_2016_02_01_Produktgestaltung.pdf)

## Bildnachweis ◇ Illustrations ◇ Crédit photographique

Bildnummer ◇ <b>EN:</b> Picture number ◇ <b>FR:</b> Numéro d'image:	Bildquelle ◇ <b>EN:</b> Source of picture ◇ <b>FR:</b> Source d'image:
Bild 5	<a href="https://de.wikipedia.org/wiki/Licht#/media/File:Spectre.svg">https://de.wikipedia.org/wiki/Licht#/media/File:Spectre.svg</a> (Von Tatoute and Phrood - Unbekannt, CC BY-SA 3.0, <a href="https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=504689">https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=504689</a> )
Bild 8	<a href="https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Biedermeierstrau%C3%9F_aus_Seidenblumen_und_pr%C3%A4parierten_Rosen.JPG">https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Biedermeierstrau%C3%9F_aus_Seidenblumen_und_pr%C3%A4parierten_Rosen.JPG</a> ; das Original ist farbig; die gezeigte Version wurde vom UBA bearbeitet ◇ <b>EN:</b> the original is in colour; the version shown here was modified by the Federal Environment Agency
Bild 12	<a href="https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Old_Town_Market_Square_in_Warsaw#/media/File:Pankiewicz-Rynek_Starego_Miasta_w_Warszawie_noc%C4%85_1892.jpg">https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Old_Town_Market_Square_in_Warsaw#/media/File:Pankiewicz-Rynek_Starego_Miasta_w_Warszawie_noc%C4%85_1892.jpg</a>
Bild 13	<a href="https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Biedermeierstrau%C3%9F_aus_Seidenblumen_und_pr%C3%A4parierten_Rosen.JPG">https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Biedermeierstrau%C3%9F_aus_Seidenblumen_und_pr%C3%A4parierten_Rosen.JPG</a> ; die ersten drei Bilder sind vom UBA bearbeitete Varianten der als viertes Bild eingefügten Originaldatei. ◇ <b>EN:</b> the three first illustration are versions of the original picture number four that had been modified by the Federal Environment Agency.
Bild 14	<a href="https://de.wikipedia.org/wiki/Farbwiedergabeindex#/media/File:DI_N_Test_6169.svg">https://de.wikipedia.org/wiki/Farbwiedergabeindex#/media/File:DI_N_Test_6169.svg</a>
Bild 19, Bild 20 und Bild 22	Christoph Mordziol, Roßlau
Bild 21	<a href="http://www.zhagastandard.org/news/media-library/">http://www.zhagastandard.org/news/media-library/</a>
Bild 23	Goodwin Steel Castings ( <a href="https://de.wikipedia.org/wiki/W%C3%A4rmebehandlung#/media/File:Castings_fresh_from_the_heat_treatment_furnace.jpg">https://de.wikipedia.org/wiki/W%C3%A4rmebehandlung#/media/File:Castings_fresh_from_the_heat_treatment_furnace.jpg</a> )
alle anderen ◇ all the others ◇ toutes les autres	UBA ◇ <b>EN:</b> are provided by the Federal Environment Agency

## Kontakt Daten

Umweltbundesamt (UBA)  
Fachgebiet I 2.4 –  
Energieeffizienz

Christoph Mordziol  
Wörlitzer Platz 1  
06844 Dessau-Roßlau  
Deutschland

☎ +49 - 340 / 21 03-22 57  
christoph.mordziol@uba.de

<https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/energiesparen/licht>

## Contact data

Federal Environment Agency  
Section I 2.4 – Energy  
Efficiency

Germany

## Cordonnées

Agence Fédérale de  
l'Environnement  
Unité I 2.4 – Efficacité  
Énergétique

Allemagne