Glühlampe adé – was nun?

Veranstalter: Bund Naturschutz, Arbeitsgruppe Neue Energie in Kooperation mit der VHS

Vortragende: Dr. Karl-Peter Frohmader, Heinz Horbaschek

in Zusammenarbeit mit Johannes Kollinger, Agenda 21, Herzogenaurach

Hervorgegangen aus einem Projekt mit dem Albert-Schweitzer-Gymnasium Erlangen für den Umweltschultag 2013

Updates 11.2.2014; 30.12.2017; 20.12.2020

Beleuchten im Haushalt – womit ?

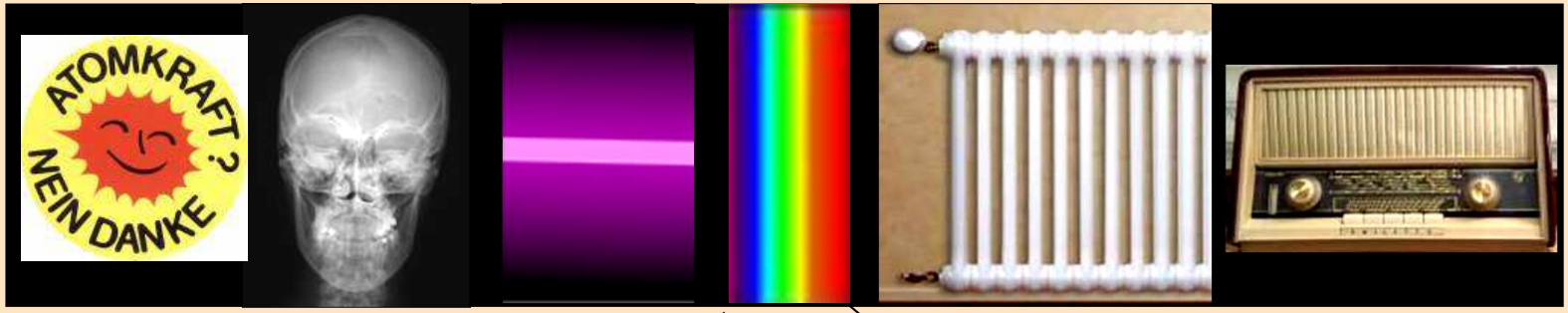
- **Die Glühlampe ist verboten !**
- **Die Alternativen:** Leuchtstofflampe
  Energiesparlampe
  „weiße LED"

  sind vielen noch

  ein ziemliches „Buch mit sieben Siegeln"

- **Wir wollen mit dieser Präsentation ein wenig <u>Licht</u> in dieses Dunkel bringen.**

Was ist Licht – was sehen wir



0,01 nm 1 nm 100 nm 1mm 1 cm 1 km

ca. 500 THz

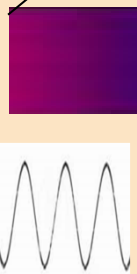
oder 500×10^{12} Hz

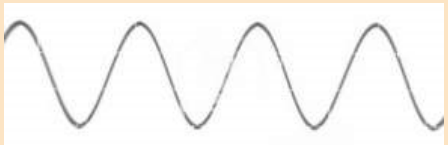
300 kHz

400 nm

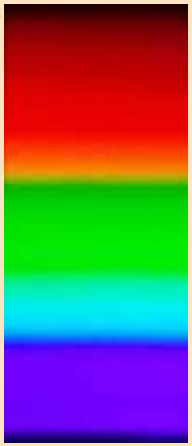
Sichtbarer Bereich

700 nm

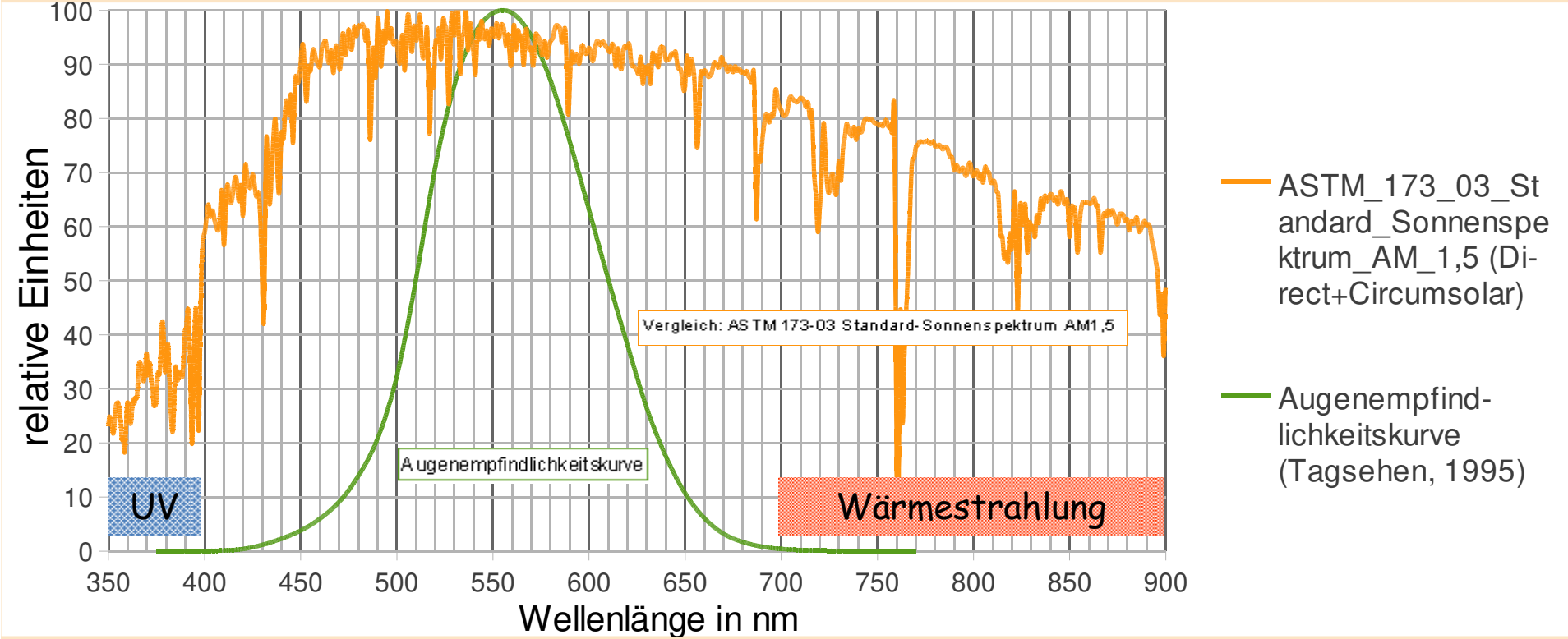


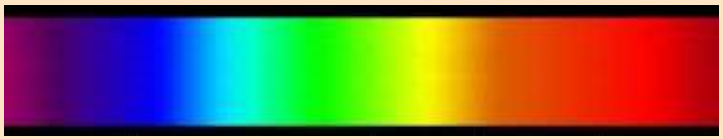


Spektrum des Sonnenlichts

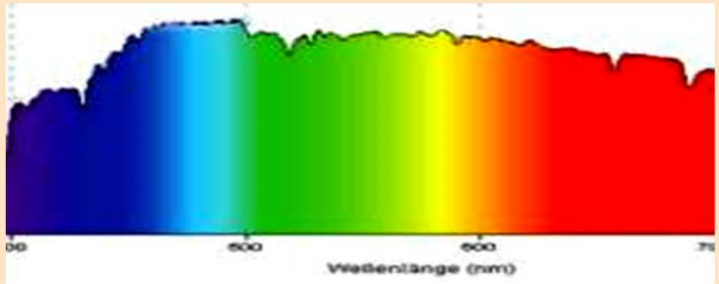


Spektrum des Sonnenlichtes u. Augenempfindlichkeit





Sichtbares Spektrum



Sichtbares Spektrum und Intensität

Allgemeine Informationen zur Beleuchtung

Mensch ist über die Evolution konditioniert auf:

Tag	=	Tageslicht	=	Wachzustand
Dämmerung	=	rötlicheres Sonnenlicht	=	Entspannung
Nacht	=	kein Licht	=	Schlaf

Kunstlicht spielt heute in unserem Leben eine wichtige Rolle:

- Es ermöglicht uns, nachts zu sehen
- Ist notwendig für die Arbeit und Freizeit
- Es beeinflusst Stimmung und Wohlbefinden

Also ergeben sich besondere Anforderungen an die Eigenschaften von Kunstlicht je nach Anwendung

nebenbei:

- Mit elektrischer Energie erzeugtes Licht kostet auch Geld
- Die Erzeugung elektrischer Energie belastet die Umwelt

Anforderungen an die Eigenschaften von Kunstlicht je nach Anwendung

Arbeitsstätten	=	Wachzustand	=	**Tageslicht**
Tagesausklang	=	Entspannung	=	**abgeschwächtes, rötlicheres Sonnenlicht**

Anforderungen an das Kunstlicht betreffen daher:

Lichtzusammensetzung (Lichtfarbe, Spektrum,...)

„Helligkeit"

Deshalb ist eine genauere Analyse der Leuchtmittel („Lampen") unerlässlich !

Wichtige Eigenschaften von Lampen

„Helligkeit"

Elektrische Leistung

Wirkungsgrad der Lichterzeugung

„Lichtfarbe"

Lampenarten und Abstrahlwinkel

Einschalt-Zyklenfestigkeit

Lebensdauer

Einschaltverhalten

„Helligkeit“ von Leuchtmitteln

Es gibt verschiedene Begriffe, welche die „Helligkeit“ einer Leuchte definieren (früher hat die Watt- Zahl gereicht !):

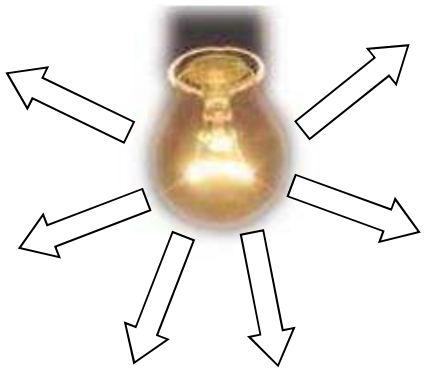
Lichtstrom	„Lichtleistung“ einer Lampe, gemessen in „Lumen (lm)“.
Lichtstärke	Teil des Lichtstromes, der in eine bestimmte Richtung strahlt, Einheit Candela (cd). 1 cd = 1 lm/(Einheits-Raumwinkel sr=1)
Beleuchtungs-stärke	Sie gibt an, wie viel Licht (Lichtstrom) auf eine bestimmte Fläche (m^2) fällt in Lux (lux) = (lx = lm/m^2)

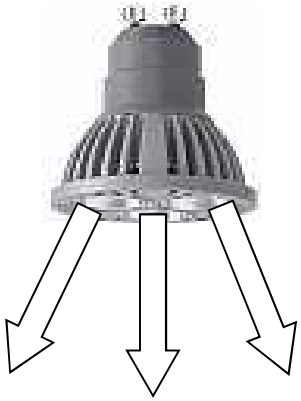
Um verschiedene Leuchtmittel vergleichen zu können wird der **Lichtstrom,** gemessen in Lumen (lm), verwendet.
Dieser Wert wird häufig auf der Verpackung der Lampen angegeben.
Er ist ein guter Vergleichswert, wenn verschiedene Lampen hinsichtlich der Helligkeit verglichen werden sollen.

Bei Strahlern (z.B. Reflektorlampen) wird häufig die **Lichtstärke** in Candela (cd) angegeben.
Für Vergleiche muss dann aber auch der Strahlwinkel berücksichtigt werden.

Lichtstrom

Der **Lichtstrom** beschreibt die gesamte abgegebene Lichtleistung (in lm), die in die gesamte Umgebung von der Lichtquelle abgegeben wird.



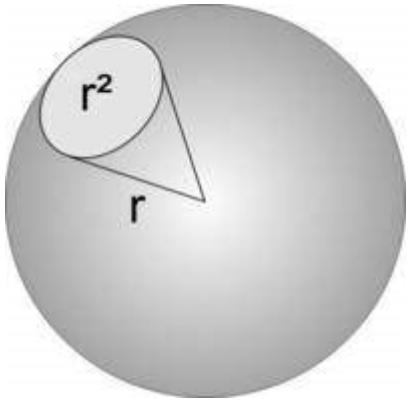


Lichtstärke (cd) und Raumwinkel (Steradiant sr)

Die **"Lichtstärke"** wird in der Einheit Candela (cd) gemessen. **Sie sagt aus, wie hoch der Lichtstrom in (lm) einer Lichtquelle in einem bestimmten Raumwinkel (gemessen als „Steradiant sr") ist.** Also

x cd = y lm /„Steradiant sr = z"

(1 cd = d lm /„Steradiant sr = d")



Raumwinkel: Maßeinheit „Steradiant sr".

sr = 1, wenn das ausgeschnittene Oberflächenteil einer Kugel (mit Radius r) genau die Fläche r^2 hat.

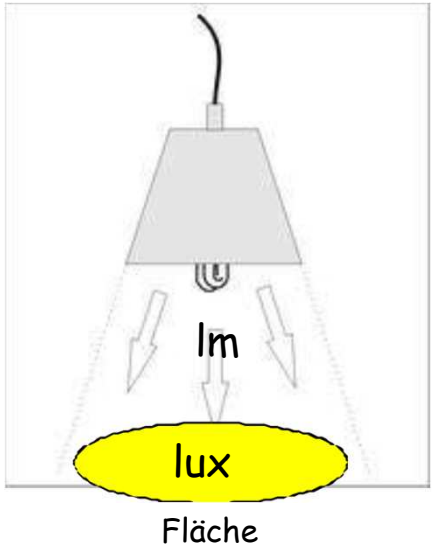
Beleuchtungsstärke (lx)

Die **Beleuchtungsstärke** beschreibt die Helligkeit an einem bestimmten Ort, z.B. an einem Arbeitsplatz.

Die Beleuchtungsstärke mit dem Formelzeichen E wird in der Maßeinheit Lux (lx) gemessen. **Sie gibt an, welcher Lichtstrom (lm), der von einer Lichtquelle ausgesendet wird, auf eine betrachtete Fläche (m^2) auftrifft.** Also

$$x \text{ lx} = y \text{ lm} / z \text{ m}^2$$

$$1 \text{ lx} = 1 \text{ lm} / \text{m}^2$$



Dabei entspricht ein Lux der Beleuchtungsstärke, die sich ergibt, wenn eine Lichtquelle mit einem Lumen eine Fläche (f) von einem Quadratmeter gleichmäßig mit ihrem Licht ausleuchtet.

Anzumerken ist, dass die Beleuchtungsstärke mit dem Quadrat der Entfernung von der Lichtquelle abnimmt.

Wichtige bekannte Eigenschaften von Lampen

„Helligkeit“

Elektrische Leistung

Wirkungsgrad der Lichterzeugung

„Lichtfarbe“

Lampenarten und Abstrahlwinkel

Einschalt-Zyklenfestigkeit

Lebensdauer

Einschaltverhalten

„Lichtfarbe"

Lichtfarbe	Das Maß für die **„Lichtfarbe"** eines Leuchtmittels ist die Farbtemperatur. Sie wird in der Maßeinheit „Kelvin" angegeben. Für übliche Lichtquellen bewegt sich ihr Wert zwischen 2500 und 6700 Kelvin. Je niedriger dieser Wert bei einer Lichtquelle ist, desto „wärmer" empfindet man das Licht.

Eine herkömmliche Glühbirne strahlt ein gelb- rötliches Licht aus und erreicht einen Wert von **ca. 2500 K.**

Energiesparlampen und LEDs sind mit Farbtemperaturen zwischen **2300** und **7000 K** erhältlich.

Eine Vergleichbarkeit der Energiesparlampen wird durch folgende Vereinfachung möglich:

2700 – 3300 K: „Warmweiß", „glühlampenlicht-ähnlich", als gemütlich und behaglich empfunden. (Geeignet für Wohn- und Schlafräume!)

4000 K: „Neutralweiß", sachliche Atmosphäre, schon „Kunstlichtcharakter".

6500 K: „Tageslichtweiß" oder **„Kaltweiß"**, kaltes Licht, wirkt „technisch", aber anregend. Zu hoher Blauanteil steht auch im Verdacht, das Einschlafen zu erschweren! (Also in Arbeits-/Büroräumen aber nicht in Schlafräumen verwenden)

Beispiel unterschiedlicher Farbtemperatur

Kompaktleuchtstoff-lampen mit unterschiedlicher Farbtemperatur

2700 K

6500 K

Farbwiedergabe

Farbwieder-gabe	Die Farbwiedergabe einer Lampe bezeichnet die Wirkung, die ihr Licht auf farbige Gegenstände hervorruft. Die Bewertung der Farbwiedergabe erfolgt durch den Index Ra

Je niedriger der Index, desto schlechter ist die Farbwiedergabe, d.h. z.B. Gesichter wirken fahl, Gemüse unappetitlich.

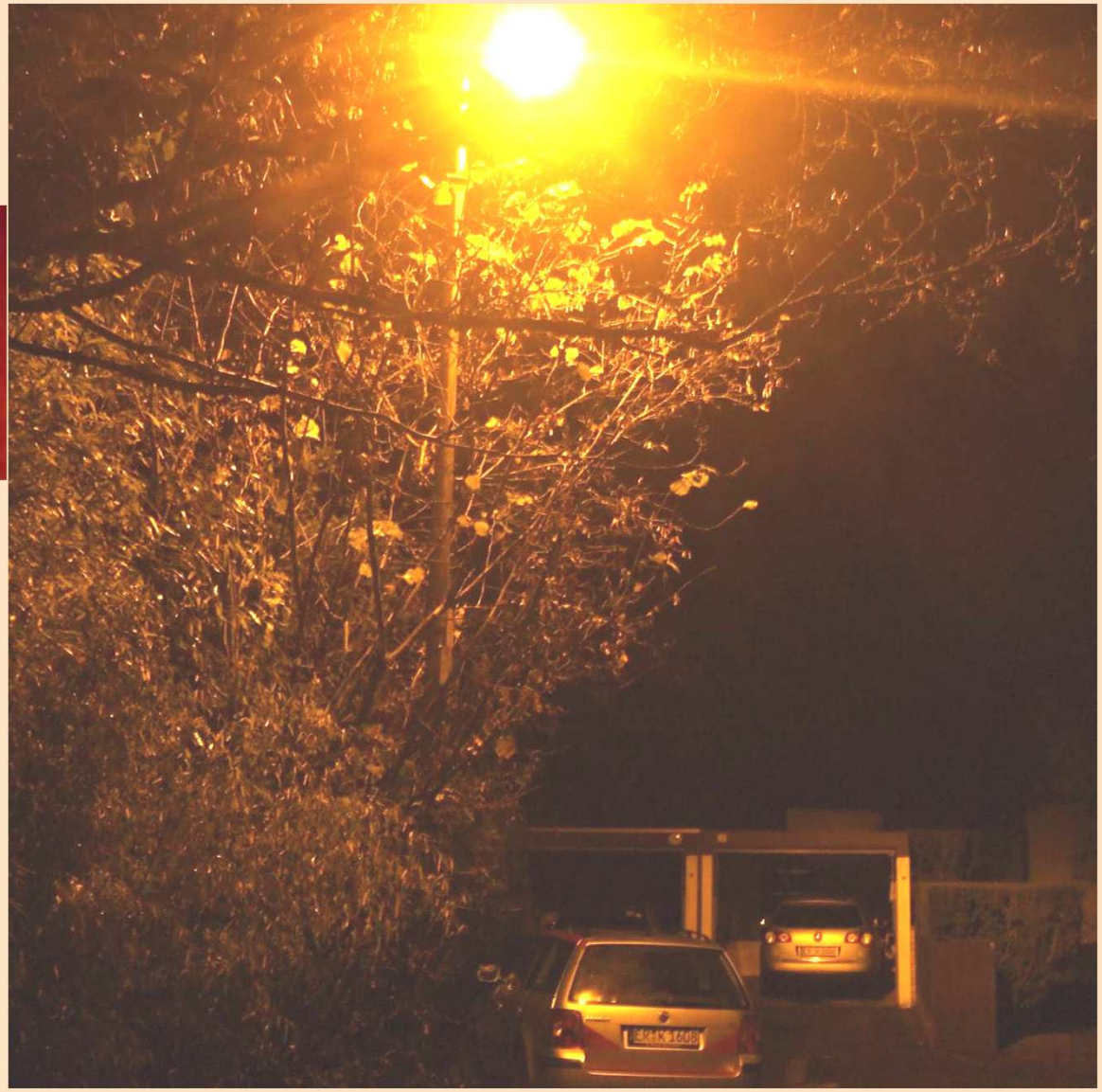
Ursache für eine schlechte Farbwiedergabe: Es fehlt im Lichtspektrum ein Teil oder ein Teil ist überbetont.

Eine Lichtquelle, deren Licht alle Spektralfarben enthält, z. B. das Sonnenlicht, lässt die Farben der beleuchteten Gegenstände natürlich aussehen - die Farbwiedergabe ist optimal.

Sonnenlicht, Glühlampen	Ra bis 100
Leuchtstofflampen	Ra 60 – 85
Kompaktleuchtstofflampen (Energiesparlampen)	Ra 80 - 89
LEDs	Ra 80 - 95

Beispiel der schlechten Farbwiedergabe : Natriumdampflampen

Kaum Blauanteile in dem eingeschränkten Spektrum !



Wichtige Eigenschaften von Leuchtmitteln

„Helligkeit"

Elektrische Leistung

Wirkungsgrad der Lichterzeugung

„Lichtfarbe"

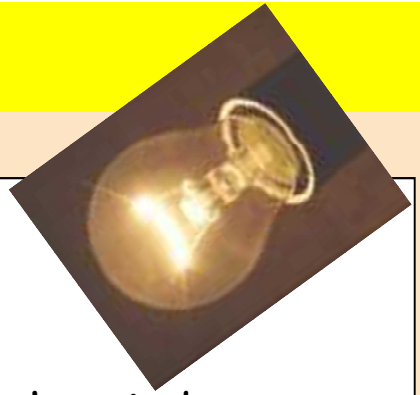
Lampenarten und Abstrahlwinkel

Einschalt-Zyklenfestigkeit

Lebensdauer

Einschaltverhalten

Glühlampen



Glühlampen sind das älteste und bisher am häufigsten verwendete Leuchtmittel.

Durch das Verfahren, dass die Glühwendel zum Glühen gebracht wird, erzeugt sie sehr viel Wärme, was zumindest im Sommer nicht gewünscht ist.

Nur 3% der Energie wird in Licht umgewandelt.

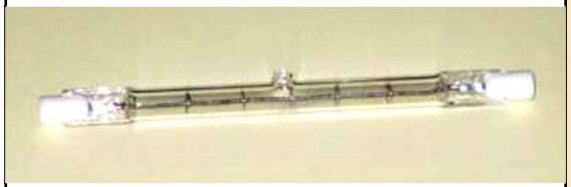
Elektrische Leistung	25 W	40 W	60 W	75 W	100 W
Kosten pro Lampe ca.	1 € - 2 €				
Mittlere Nennlebensdauer	1000 h				
Lichtstrom (Lumen)	180 - 290	360 - 550	550 - 710	650 - 800	890
Lichtausbeute (Lumen / Watt)	ca. **9 - 14 lm/W**				
Lichtfarbe	**Warmweiß (Lichtfarbe 2700 K)**				

Halogenlampen

Eine Weiterentwicklung der Glühlampe ist die Halogenlampe, bei der der Kolben mit Halogengas gefüllt ist.

Wesentliche Vorteile:
höhere Lichtausbeute bis zu etwa 15 - 25 lm/W,
längere Lebensdauer, z. B. 2.000 Stunden,
konstanter Lichtstrom,
weißere Lichtfarbe und kleine Abmessungen.

Trotzdem wird noch sehr wenig Energie in Licht umgewandelt.

		
Halogenstiftlampe mit Fassung GU 5.3	Halogenstrahler mit Fassung GU 4	Halogenbrennstab für Lampen-Fassungen R7s

„Sparsame“ Halogenlampen (IRC)

Seit etwa 2009 auf dem Markt, mit etwa 30% weniger Stromverbrauch bei gleichem Lichtstrom.

Erreicht durch eine Infrarotbeschichtung, durch die die Wärme im Glaskolben gehalten wird.

Als Abkürzung in der Typenbezeichnung findet man oft auf der Verpackung IRC, was „Infra Red Coated“, bzw. „Infrarot beschichtet“ bedeutet.

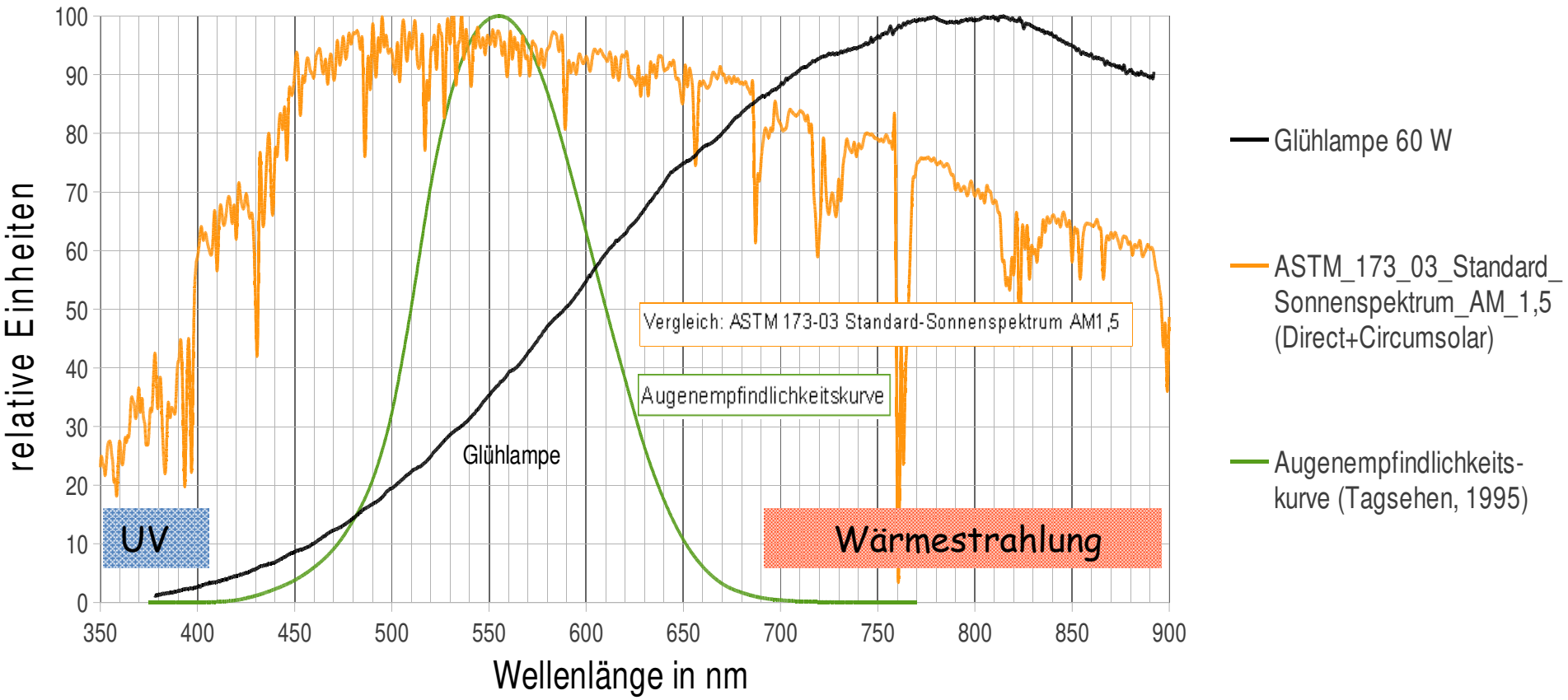
Angeblich etwa doppelt so lange Lebensdauer (4000-5000 h) wie Standard-Halogenlampen (2000 – 2500 h).

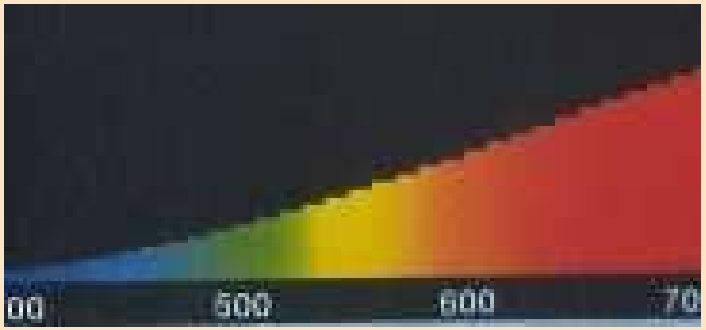
Wenn Sie Halogenlampen nicht durch sparsame Lampen ersetzen können, sollten Sie nur noch die IRC-Halogenlampen kaufen.

IRC Halogenlampe in Glühlampenform mit E27 Fassung.	IRC Halogenlampe mit GY6.35 Sockel	IRC Halogenlampe in Kerzenform mit E14 Sockel.	IRC Strahler mit E14 Sockel.

Spektrum der Glühlampen

Glühlampen-, Sonnen-Emissionsspektrum und Augenempfindlichkeitskurve





Sichtbares Spektrum und Intensität

Leuchtstofflampen

Leuchtstofflampen gehören zu den Niederdruck-Gasentladungslampen. In dem Glasrohr, das mit einem fluoreszierenden Leuchtstoff beschichtet ist werden als Gasfüllung Quecksilber-Edelgas-Gemische verwendet.

Leuchtstofflampen sind um ein Vielfaches effizienter als Glühlampen. Je nach Modell setzen sie etwa 25 Prozent der Energie in sichtbares Licht um.

Gegenüber der Glühlampe sparen sie bis zu 80 Prozent Strom. Zudem ist die mittlere Lebensdauer um ein Vielfaches höher.

Da Leuchtstofflampen giftiges Quecksilber enthalten müssen sie sachgerecht entsorgt werden.

Kompaktleuchtstofflampe (Energiesparlampe)

Diese „Energiesparlampen" basieren auf den Leuchtstofflampen, nur dass sie wesentlich kompakter sind (Kompaktleuchtstofflampen).

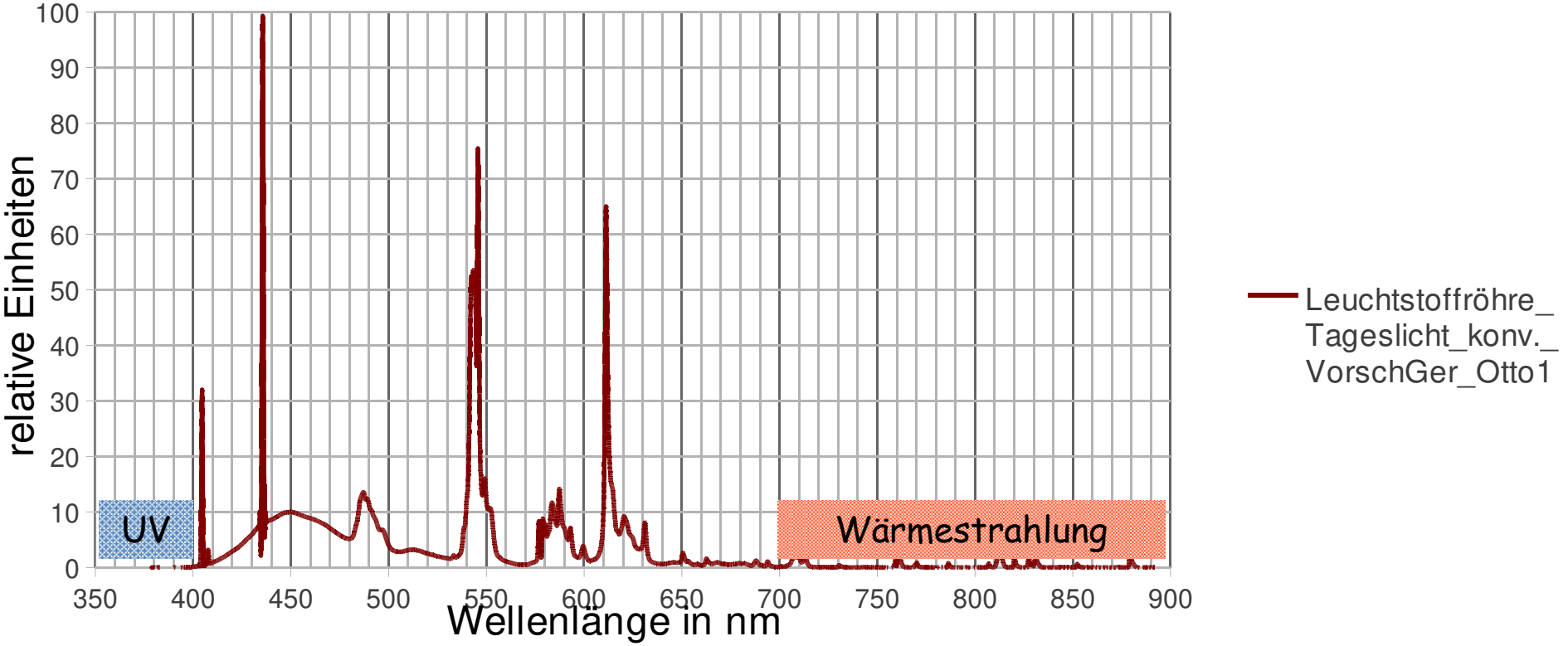
Sie verbrauchen erheblich weniger Energie als die Standardglühlampe. So entspricht eine 11 W Energiesparlampe in etwa einer 60W Glühlampe.

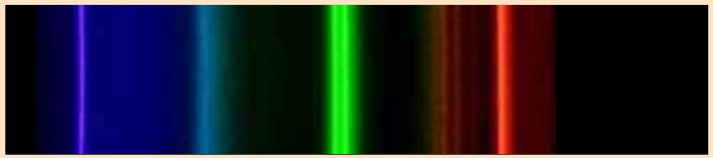
Neben den Vorteilen der Energieersparnis gibt es aber auch Nachteile, z.B.

- enthalten (flüssiges) Quecksilber
- Helligkeit steigt nach dem Einschalten erst langsam
- Häufiges Ein- und Ausschalten kann die Lebensdauer herabsetzen
- in der Regel nicht dimmbar

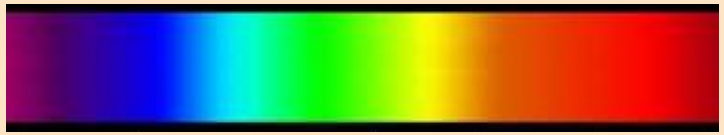
Gewendelte Lampe mit E27 Fassung	Gerade Lampe mit E27 Fassung	Lampe in Kerzenform mit E27 Fassung	Mini Globe Lampe mit E14 Sockel

Emissionsspektren von Energiespar- und Leuchtstofflampen



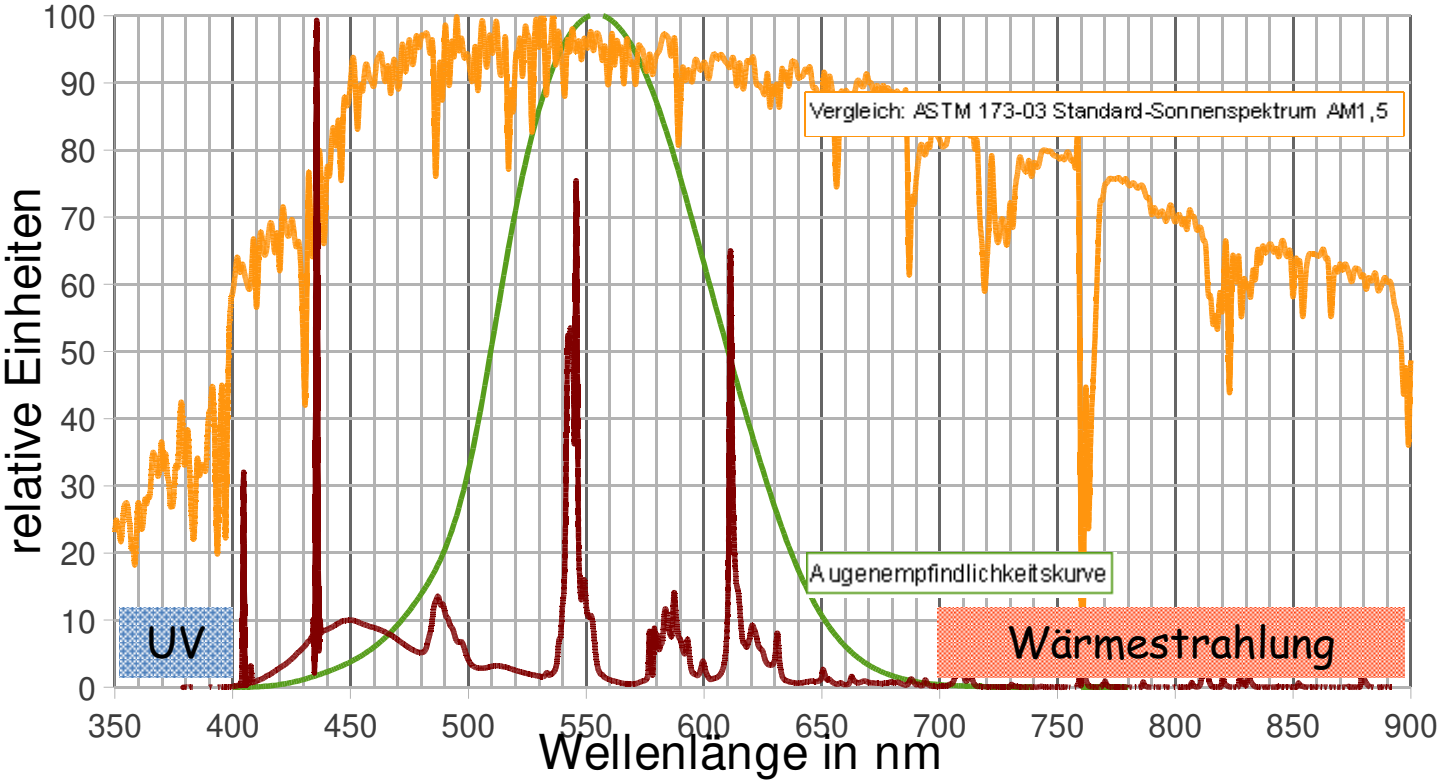


Spektrum im sichtbaren Bereich



Sichtbares Spektrum (Sonne)

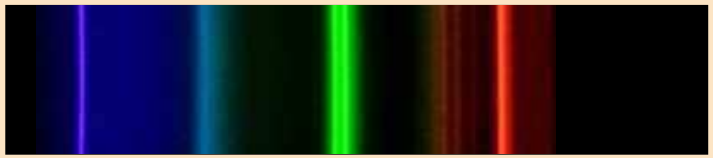
Emissionsspektren von Energiespar-, Leuchtstofflampen, der Sonne und die Augenempfindlichkeitskurve



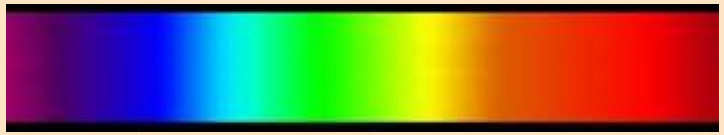
Leuchtstoffröhre_ Tageslicht_konv._ VorschGer_Otto1

ASTM_173_03_Standard_Sonnenspektrum_AM_1,5 (Direct+Circumsolar)

Augenempfind-lichkeitskurve (Tagsehen, 1933)



Spektrum im sichtbaren Bereich



Sichtbares Spektrum (Sonne)

LEDs (Light Emitting Diode)

Die neueste Entwicklung sind **LED-Lampen**.
Die Abkürzung LED heißt „Light Emitting Diode“,
(„Licht emittierende Diode“).

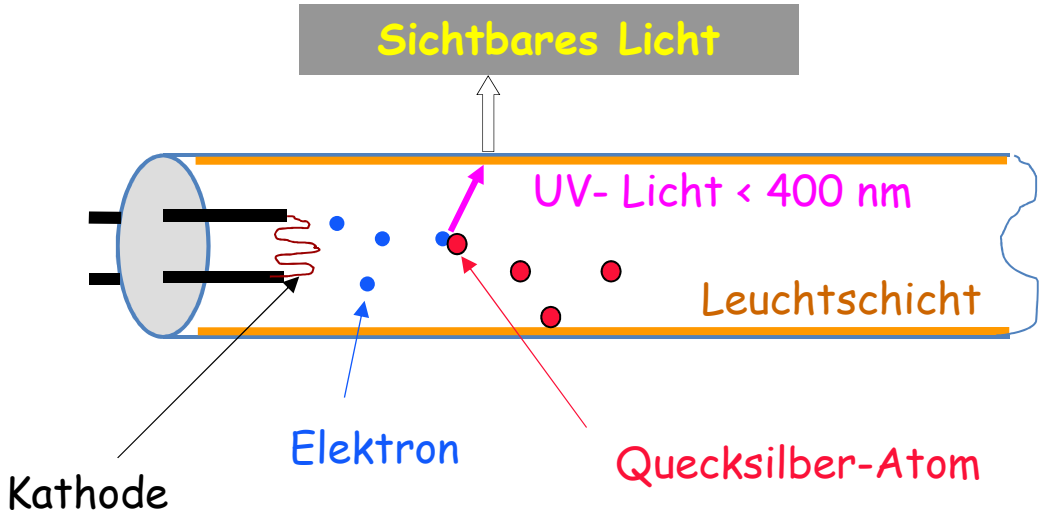
LED-Lampen sind sehr Strom sparend. Sie erreichen derzeit eine Lichtausbeute von ca. 50 bis über 100 Lumen pro Watt.
(Glühlampe ca. 10 lm/W)

Die Kosten für LEDs sind derzeit noch etwas höher

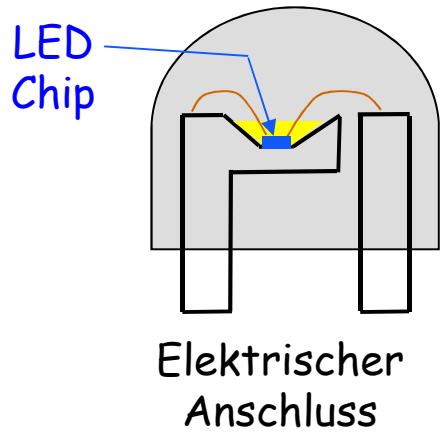
Vorteile

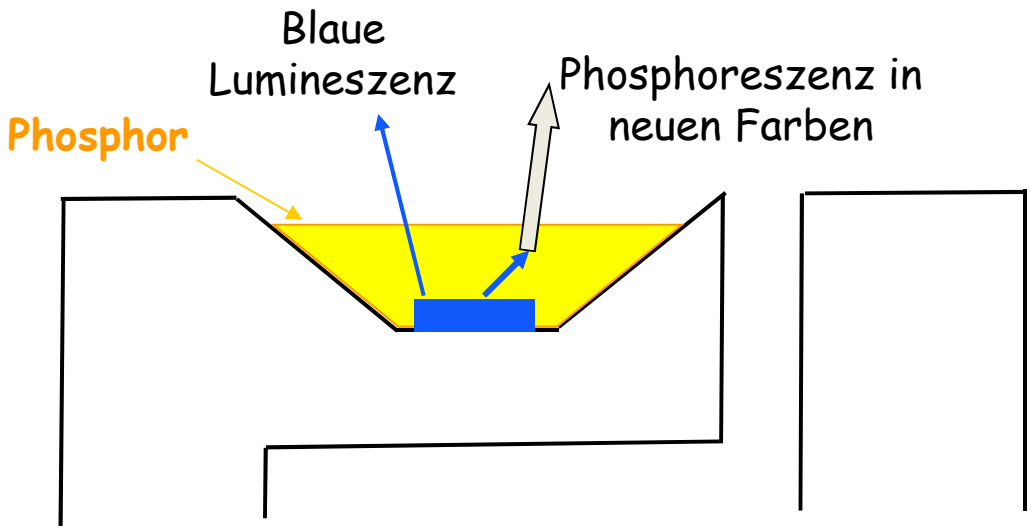
- sehr wenig Energieverbrauch
- in vielen Varianten und Formen erhältlich
- verschiedene Lichtfarben wählbar, kontinuierliches Spektrum ähnlich dem Sonnelicht bzw. der Glühlampe !
- Lebensdauer ein Vielfaches im Vergleich zur Glühlampe
- geringere Erwärmung im Vergleich zur Glühlampe
- enthalten kein (flüssiges) Quecksilber
- sofort nach dem Einschalten volle Helligkeit
- können sehr häufig Ein- und Aus geschaltet werden

Prinzip Leuchtstofflampe und LED



Beim Zusammenprall von Elektronen mit den Quecksilber- Atomen ensteht nicht sichtbare UV-Strahlung, die
über die Leuchtschicht in sichtbares Licht umgewandelt wird

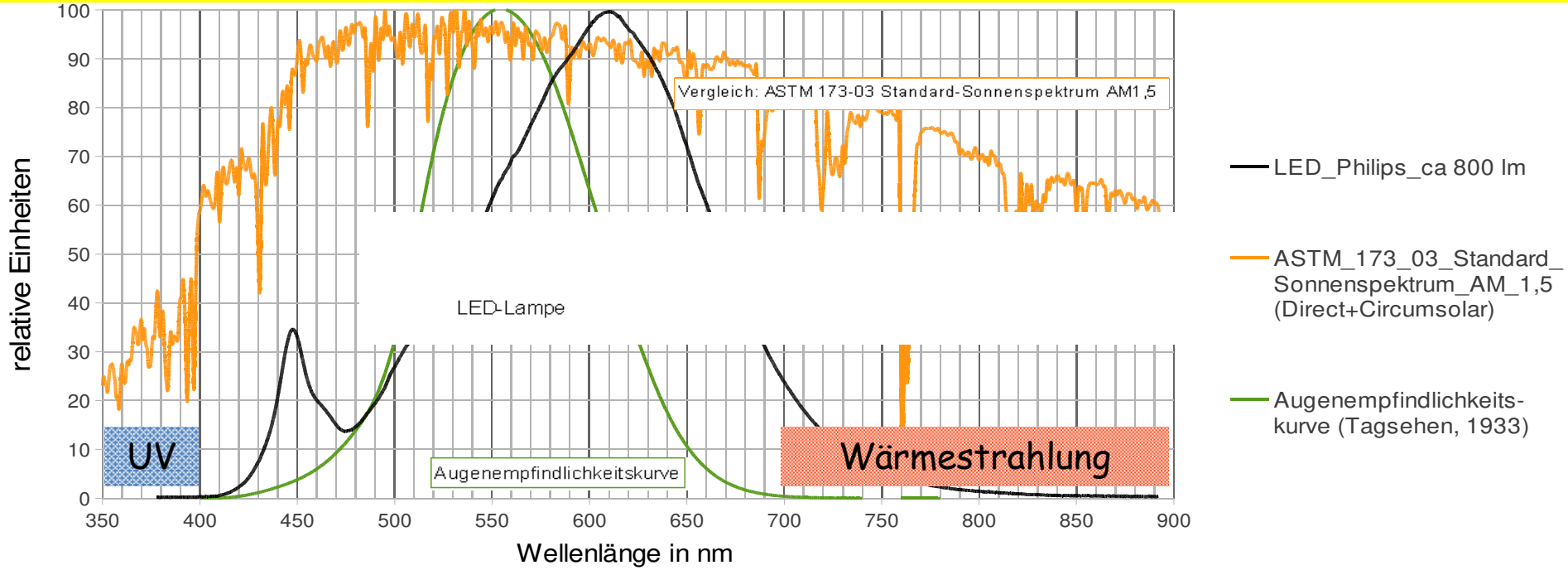


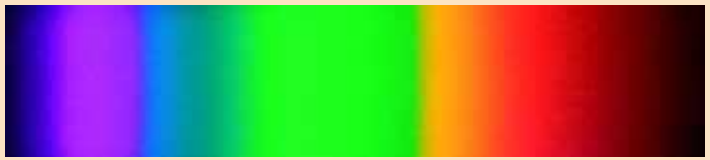


Verschiedene Bauformen und Fassungen von LEDs

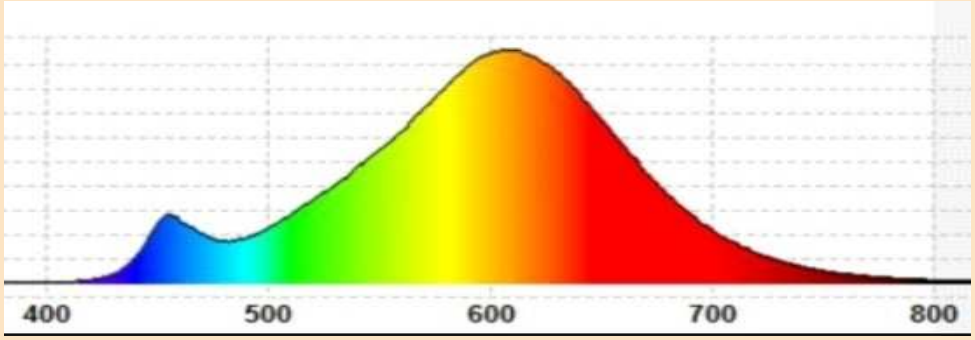
LED Kugeln, (Globes) E27 Fassung	LED Strahler 230 V, GU 10 Fassung	LED Kerze E14 Fassung	LED in Form einer Leuchtstofflampe
LED Strahler 12 V, GU 5.3 Fassung	Das Angebot an LEDs ist mittlerweile sehr groß. Daher sollte man die Kriterien kennen, nach denen man sie aussucht. (Kaum ganz kleine Lampen möglich.)		

Spektrum einer LED, des Sonnenlichtes und Augenempfindlichkeit

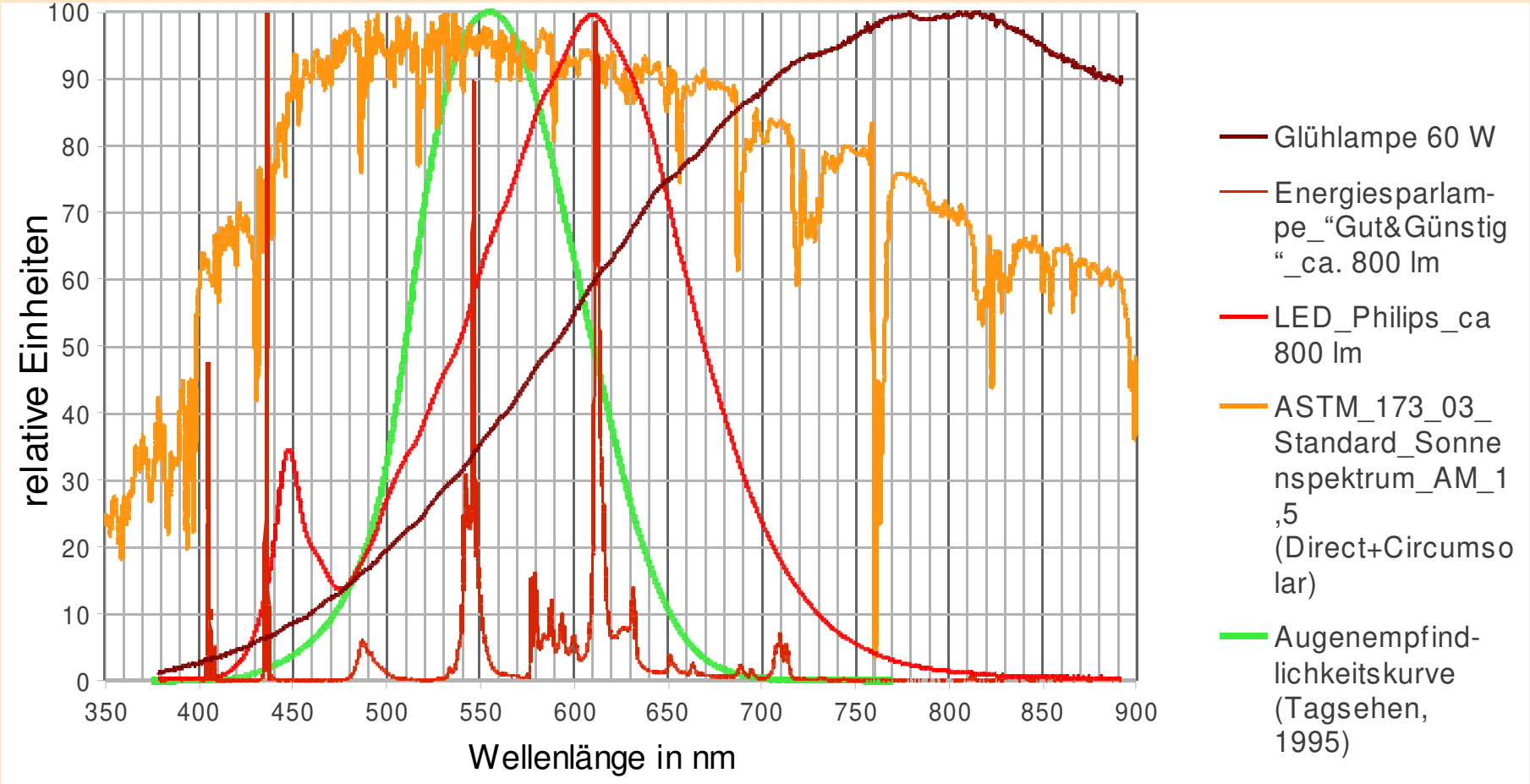




Spektroskopie Philips LED



Spektrenvergleich
Glühlampe - Energiesparlampe – LED
mit Augenempfindlichkeit



Beispiele von Angeboten für LEDs

Philips Globe, ersetzt 60 – 80 Watt Glühlampe, warmweiß

Energieeffizienzklasse	A+
Lichtleistung	806 lm
Stromverbrauch	9,5 watt
Farbtemperatur	warmweiß, 2700 K
Lebensdauer	10.000 Std (Homepage 15000 Std)
Schaltzyklen	50.000
Leuchtmittellänge	103 mm
Fassung	E 27
Farbwiedergabeindex	---

Von Homepage :

Abstrahlwinkel	150 °
Farbkonsistenz	6 SDCM

Stabilität der Farbe während der Lebensdauer

Bewertung:

Sehr zu empfehlen, nach unten gerichtet sehr hell

Preis aktuell 9,95 Euro

Beispiele von Angeboten für LEDs

Lighting EVER 12W A60 Sehr Helles LED Lampe, Samsung LED, Gleich 75W Glühlampe, 1080lm, Warmweiß, Leuchtmittel, Lampen

Leuchtmittel-Details

Lampentyp	LED
Fassung	E27
Energieeffizienzklasse	A
Lichtleistung	1080 lumen
Stromverbrauch	12 Watt
Stromverbrauch	12 Watt
Entspricht Glühlampe	75 Watt
Leuchtmitteleigenschaften	Schock- und Vibrationsresistent
Farbtemperatur	3000 Kelvin
Farbwiedergabeindex	80.00
Durchschnittliche Lebensdauer	30000 Stunden
Leuchtmitteldurchmesser	60 Millimeter
Leuchtmittellänge	128 Millimeter

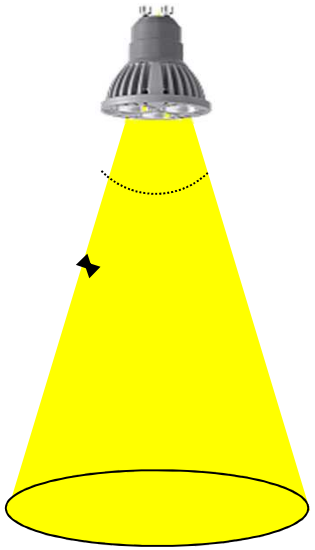
Was fällt bei diesem Angebot auf ?

Lebensdauer 30.000 h:	akzeptabel
Helligkeit 1080 lm:	hell (entspricht ca. 75 -100 W Glühbirne)
Effizienz 90 Lumen/Watt:	sehr gut
Farbwiedergabe RA = 80:	OK

Empfehlung: als Ersatz für Glühbirnen kaufen, abhängig vom aktuellen Preis

Berechnung von Spotlampen

Lumen	Abstand in Meter	Abstrahlwinkel
350 lm	1,2 m	35°



Candela	1203
Beleuchtungsstärke lux	835
Durchmesser Fläche	76 cm
Fläche in qm	0,45 qm

Beispiel Leselampe:

Abstand 1,2 m
350 lm
Winkel 35 °

Durchmesser beleuchtete Fläche
0,76 cm

Beleuchtungs-stärke
835 lx

Lichtstärke
12o3 cd

Andere Maße:

1,8 m Abstand, 35°: 1203 cd; 371 lx; 1,14 m ⌀

1,2 m: Winkel 50° : 594 cd; 412 lx; 1,12 m ⌀

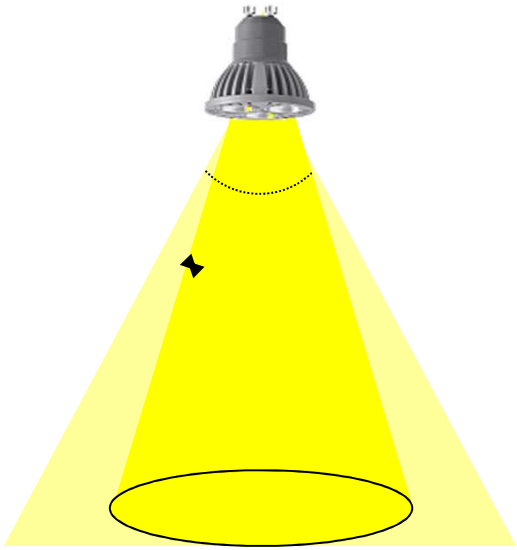
1,2 m Winkel 20° : 2349 cd; 1632 lx; 0,53 m ⌀

Einfache Berechnung unter: http://www.wirsindheller.de/

http://www.wirsindheller.de/Lumen-zu-Lux-Umrechnung.128.0.html

Berechnung von Spotlampen

Lumen	Abstand in Meter	Abstrahlwinkel
350 lm	1,2 m	35°



Candela	1203
Beleuchtungsstärke lux	835
Durchmesser Fläche	76 cm
Fläche in qm	0,45 qm

Beispiel Leselampe:

Abstand 1,2 m
350 lm
Winkel 35 °

Durchmesser beleuchtete Fläche
0,76 cm

Beleuchtungs-stärke
835 lx

Lichtstärke
12o3 cd

Andere Maße:

1,8 m Abstand, 35°: 1203 cd; 371 lx; 1,14 m ⌀

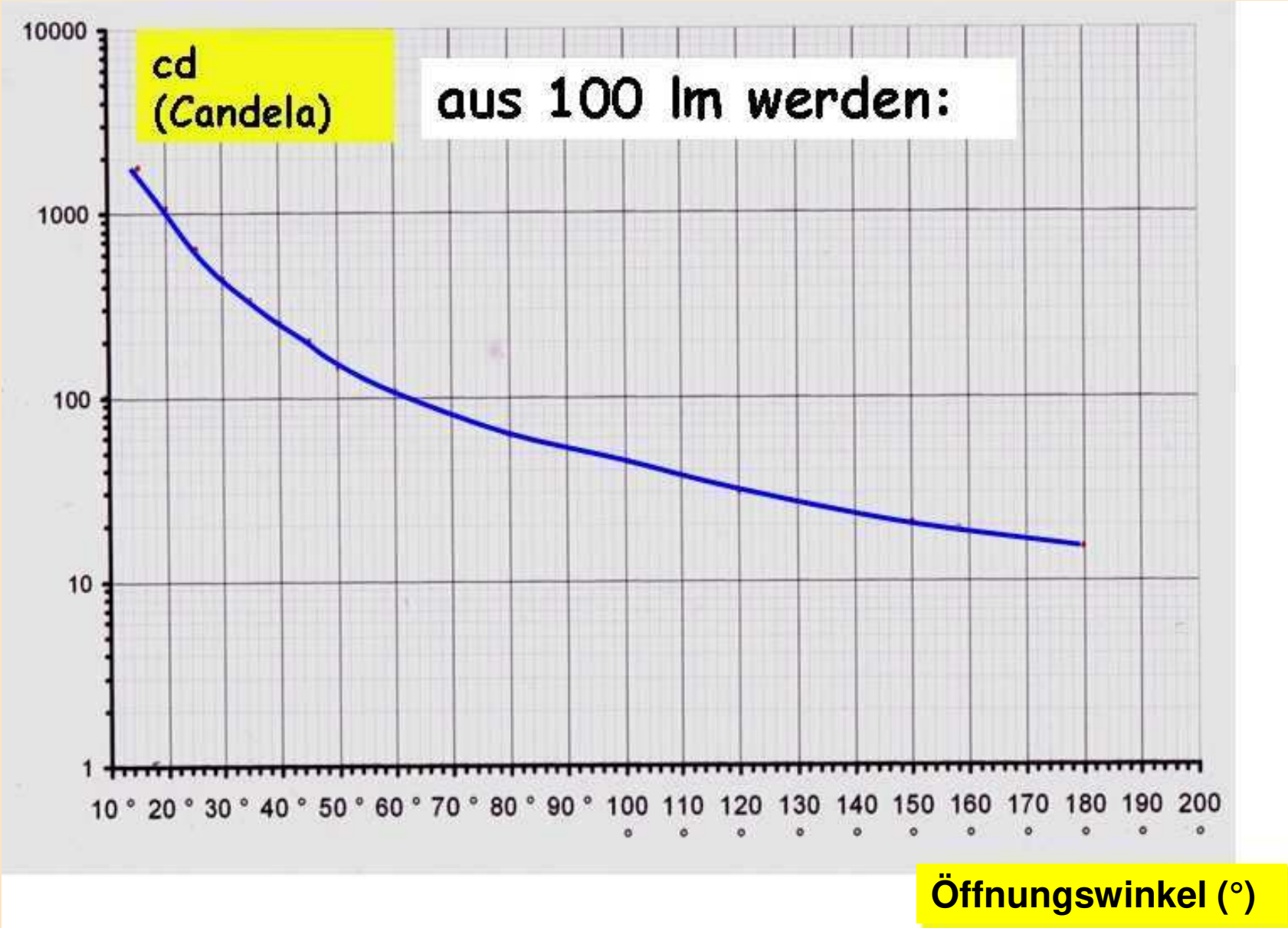
1,2 m: Winkel 50° : 594 cd; 412 lx; 1,12 m ⌀

1,2 m Winkel 20° : 2349 cd; 1632 lx; 0,53 m ⌀

Einfache Berechnung unter: http://www.wirsindheller.de/

http://www.wirsindheller.de/Lumen-zu-Lux-Umrechnung.128.0.html

Umrechnung lm in cd bei bestimmtem Winkel



Öffnungswinkel (°)

Lumen und Candela bei Abstrahlwinkel – stimmen die Angaben?

7,95 Euro

Hornbach Angebot eines guten LED-Strahlers, Lumen sind OK, 5 Jahre Garantie !, aber:

Referenz 60 Watt übertrieben,

Messungen ergeben tatsächlich nur **400 cd** statt theoretisch **1000 cd**,

Grund: wenig abgegrenzter Winkelbereich, Angabe der **lm** innerhalb 90° fehlt noch

Lumen und Candela bei Abstrahlwinkel – stimmen die Angaben?

Alle vorgeschrie-benen Angaben auf der Packung

5 Jahre Garantie !

Nachmessung bestätigt weitgehend die Richtigkeit der Angaben.

Optimales Lese-und Arbeitslicht in 1m Entfernung – 800 lux gemessen !

Einfache Abschätzung für Spotlampen

Beispiel

Ersatz einer vorhandenen Niedervolt- Halogenlampe mit 35 Watt und 35 ° Abstrahlwinkel durch LED :

- LED mit gleichem Abstrahlwinkel wählen
- LED wählen für Schlafzimmer mit ca. **3000** K „Warmton“,
  für Arbeitstisch-Lampe mit ca. **4500** K „Neutralweiß“ oder
  mit ca. **6000** K „Kaltweiß“
- Lumen der Halogenlampe sind zwar ca. 600 lm, jedoch hat sie Reflektor- und Front-Glasverluste. Daher sind bei der LED nur ca. 350 lm notwendig !
- Trafo ausprobieren, ob er mit der LED richtig funktioniert, sonst ggf. passenden kaufen.

Stimmen alle Angaben?

Preiswerte, gute LED mit langer Garantie,
sehr hohe Schaltfestigkeit

Angabe: entspricht 25 Watt Glühlampe

Messwerte:

entspricht aber sogar einer
30 Watt Glühlampe

Beispiel sehr effizienter Linearlampe (LED Röhre)

- 60 cm Version, alle Längen verfügbar
- Verschiedene Lichtfarben erhältlich
- sehr hohe Lichtausbeute > 100 lm/Watt entspricht 100 Watt Glühlampe
- Optimaler Abstrahlungswinkel
- Direkt wechselbar bei Standard Startersystem für Leuchtstofflampen
- Neu: auch LED Röhren für elektronische Vorschaltgeräte verfügbar

„Filament LED“

Neuerdings kommen klare LED Lampen auf den Markt, die beim Leuchten Glühlampen täuschend ähnlich sehen.

Hier sind viele kleine LED zu Fäden aufgereiht.

Das Glas ist mit Edelgas zur besseren Wärmeleitung gefüllt.

Es gibt sie bereits in vielen unterschiedlichen Bauformen

Die „Glühlampen“ LED, aus/an

Vergleich verschiedener Lampentypen

	Preis	Lebens-dauer	Strom-ver-brauch	Spektrum	Bewertung
Glühlampe	niedrig	kurz	sehr hoch	kontinuierlich, rotlastig	✶ ✶ ✶ ✶ ✶
Halogenlampe	niedrig	kurz	sehr hoch	wie Glühlampe	✶ ✶ ✶ ✶ ✶
Halogenlampe IRC	mittel	kurz	hoch	wie Glühlampe	✶ ✶ ✶ ✶ ✶
Energiesparlampe	mittel	lang	niedrig	Linienspektrum !	✶ ✶ ✶ ✶ ✶
Leuchtstofflampe	mittel	lang	niedrig bis sehr niedrig	Linienspektrum !	✶ ✶ ✶ ✶ ✶
LED Lampe	akzep-tabel	sehr lang	sehr niedrig	kontinuierlich, beliebige Lichtfarbe wählbar	✶ ✶ ✶ ✶ ✶

Vergleich weiterer praxisrelevanter Eigenschaften

Glühlampe	**Nicht mehr empfehlenswert**, Stromverbrauch zu hoch und Lebensdauer kurz.
Halogenlampe	**Nicht mehr verwenden**, da Stromverbrauch zu hoch und Lebensdauer relativ kurz.
Halogenlampe IRC	**Nur für kurze Nutzungszeiten verwenden**, z.B. im Heizungskeller, Lager oder Außenbeleuchtung, die durch Näherungssensor eingeschaltet wird. Mittelfristig durch LED-Lampe ersetzen.
Energiesparlampe	**Wenn vorhanden, noch verwendbar für längere Einschaltzeiten**, schlecht für kurze Einschaltzeiten. Vorsichtig behandeln, da bei Glasbruch giftiges Quecksilber austritt. Nur fachgerecht am Recyclinghof entsorgen. Aufbrauchen akzeptabel.
Leuchtstofflampe	**Noch verwendbar** wo es auf gleichmäßige, **großflächige Ausleuchtung** ankommt, z.B. Arbeitsbereich. Vorsichtig behandeln, da bei Glasbruch giftiges Quecksilber austritt. Keine Probleme mit kurzer Einschaltdauer. Ersatz durch LED Röhre
LED Lampe	**Verwendbar für kurze und lange Einschaltzeiten**. Mittlerweile geringe Kosten, Mehrkosten gleichen sich durch den geringen Stromverbrauch und lange Lebensdauer schnell aus. Nach **Lichtfarbe** auswählen und auf ausreichenden **Lichtstrom (lm)** achten.

Was ist beim Kauf von LEDs zu beachten ?

Ausreichend Helligkeit	Angaben (Lumen) auf der Verpackung mit bisher genutzten Lampen vergleichen.
Energieeffizienz	Auf Effizienz achten: Helligkeit im Vergleich zum Stromverbrauch sollte größer als 70 Lumen pro Watt sein.
Lichtfarbe	Gewünschte Lichtfarbe wählen: In der Regel warmweiß (3000K), selten neutralweiß.
Bauform, Sockel, Maße	Die richtige Bauform mit dem passenden Sockel auswählen. Auch die Abmessungen müssen beachtet werden. Wenn möglich, keine Beleuchtungskörper mit Spezial-LED Lampen kaufen! Kaum ganz kleine LEDs erhältlich, da Elektronik u. Wärmeabfuhr notwendig – deshalb auch keine zu kleine Lampen wählen
Strahler	Den richtigen Abstrahlwinkel wählen und damit Angaben zur Helligkeit (in Candela) vergleichen, jedoch lm glaubhafter!
Dimmen	Beachten, dass sich LEDs meist nicht dimmen lassen.
Vorschaltgeräte, Trafos	Mindestbelastung von elektronischen Trafos beachten, ggf. passenden Trafo für LEDs kaufen.
Lebensdauer	Angegebene Lebensdauer sollte mindestens 10.000, besser noch 20.000 – 50.000 Stunden betragen.
Preis	Teilweise Preis-u. Qualitätsunterschiede, Marken bevorzugen

Fragen

Und zum Schluss: Noch Fragen ?

Nur zu, vielleicht können wir sie beantworten.

Vielleicht aber auch nicht, dann gibt es noch die echten Profis ! ☺

Besten Dank für die Aufmerksamkeit.

Und nun auf zum Stromsparen mit gutem Licht !!!.

Noch ein paar Infos zum Herunterladen:

http://www.horbiradio.de/Dokumente%20Lampen/Kauf.pdf

Ende

Ende

Ende

Ergänzungsmaterial

Schaden LED Lampen den Augen?

Meldungen über die Schädigung der Netzhaut in mehren Medien, z. B. Pro Retina Deutschland, Link: http://www.pro-retina.de/newsletter/2017/led-lampen-schadet-blaues-licht-den-augen
Quelle: das französische Institut INSERM

Dagegen hat das Eidgenössische Institut für Metrologie (Metas) eigene Untersuchungen dazu gemacht, die Entwarnung geben:
https://www.nzz.ch/nzzas/nzz-am-sonntag/wissen-licht-und-schatten-von-led-lampen-ld.6216

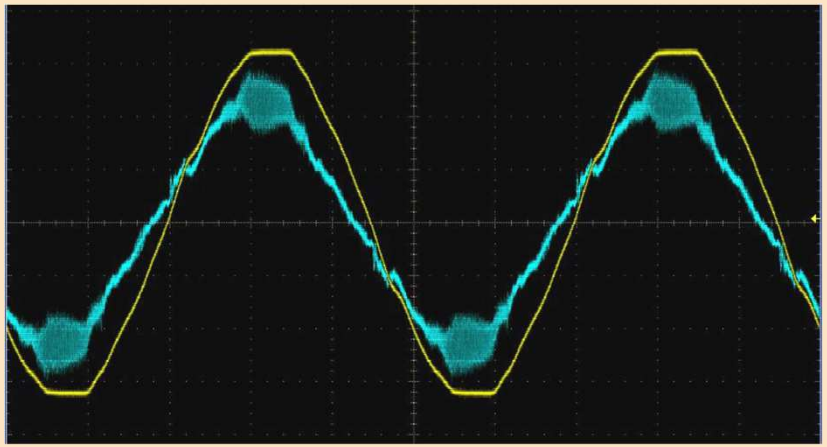
Auch die Bundesanstalt für Arbeitsmedizin und Arbeitssicherheit relativiert:
https://www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Berichte/F2115.html

Ebenfalls der Blog:
http://fastvoice.net/2015/10/19/leuchten-leds-meistens-blau-und-sind-led-leuchten-oekologisch-bedenklich/

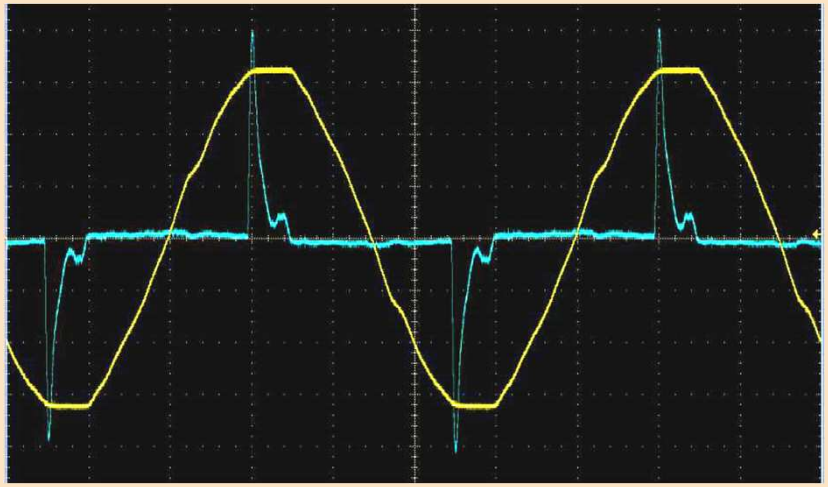
Resumee:
Andere Lampen wie Leuchtstofflampen, Energiesparlampen usw. haben ebenfalls Blauanteile, wie auch das Tageslicht!
Schädigungen gibt es nur bei längerem, direkten Blick in die Lichtquelle in kurzem Abstand, was für alle Lampen (und auch die Sonne auch gilt)!

Spannung und Strom

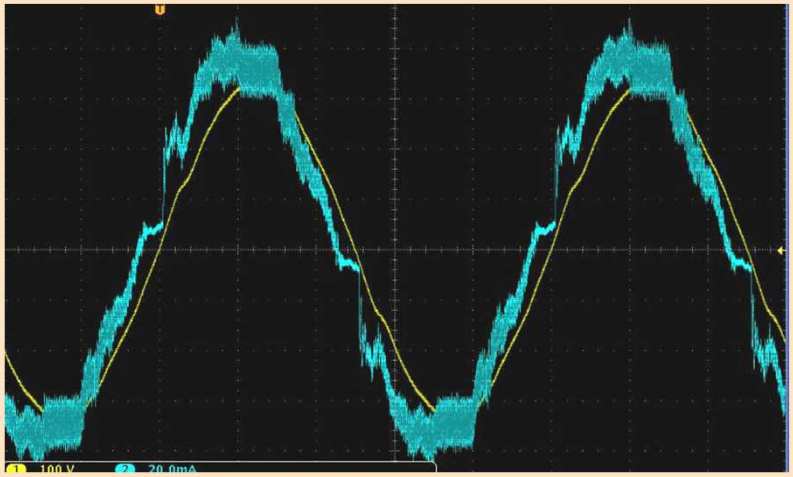
Leuchtstofflampe,
konventionelles Vorschaltgerät



Leuchtstofflampe,
elektronisches Vorschaltgerät



Linear-LED-Lampe,
separates Vorschaltgerät



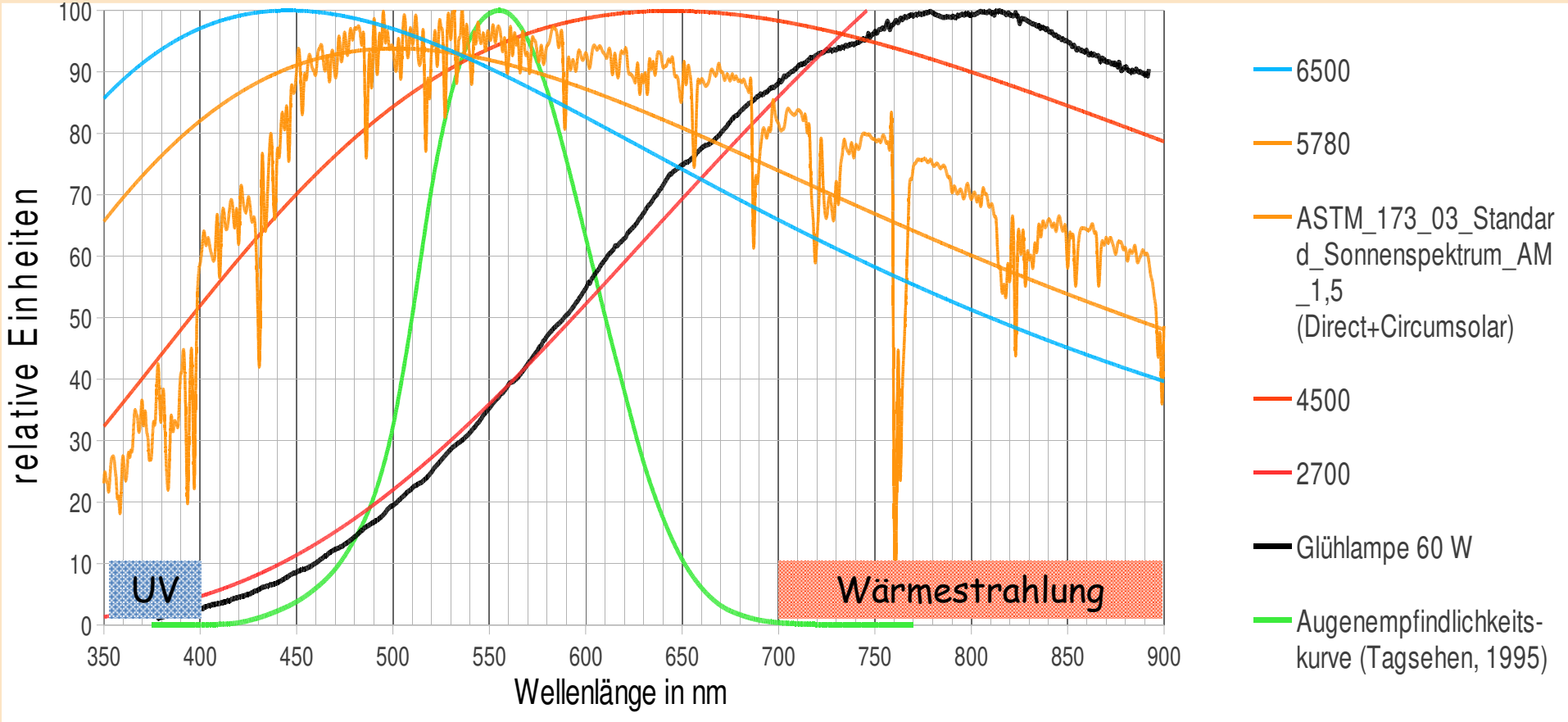
Linear-LED-Lampe,
Sylvania, integriertes
Vorschaltgerät

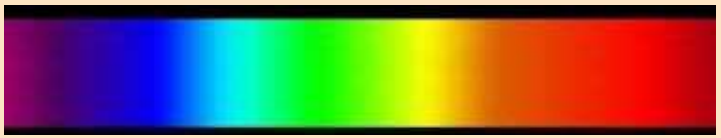
Zusammenhang Lichtstrom (lm) und Lichtstärke (cd)

Lichtfarbendefinition (Leuchtstofflampen)

Lichtfarben	Eigenschaften und Eignung	Internat. Kennzeichnung Ra/10 Farbtemp./100	Farbtem-peratur
Tageslicht wolkenl. Himmel	Büros, Klassenräume, Krankenzimmer	880	8000 K
Sonnenschein-ähnliches Licht	Natürliche Farbwiedergabe. Mit Tageslicht kombinierbar Volles Lichtspektrum wird wiedergegeben, besonders für das seelische Wohlbefinden von Mensch und Tier und für Pflanzen geeignet	765	6500 K
Tageslichtweiß "tw"	WieTageslicht bei bewölktem Himmel. Sehr kaltes Licht für den Einsatz in technische Bereiche.	865	6500 K
Neutralweiß "nw"	Sehr gute Farbwiedergabe. Bad, Küche, Flur, Büro, Blumenanstrahlung.	840	4000 K
Universal-Weiß	Mittlere Farbwiedergabe und mittlere Lichtausbeute. Mit Tageslicht kombinierbar (kein Zwielicht). Außer in Wohnräumen, universell verwendbar.	835	3500 K
Warmweiß (-ton) "ww"	Warmes, weiches Licht bei hoher Lichtausbeute und schlechter Farbwiedergabe. Kombinierbar mit Glühlampenlicht, da der Gelbanteil des Farbspektrums überwiegt. Bad, Küche, Flur, Büro, Keller, Garage.	830	3000 K
Warmweiß (-ton) de Luxe	Warmweiß (-ton) de Luxe	930	3000 K
Glühlampen-ähnliches LichtG	Warmweiß (-ton) de Luxe	827	2700 K

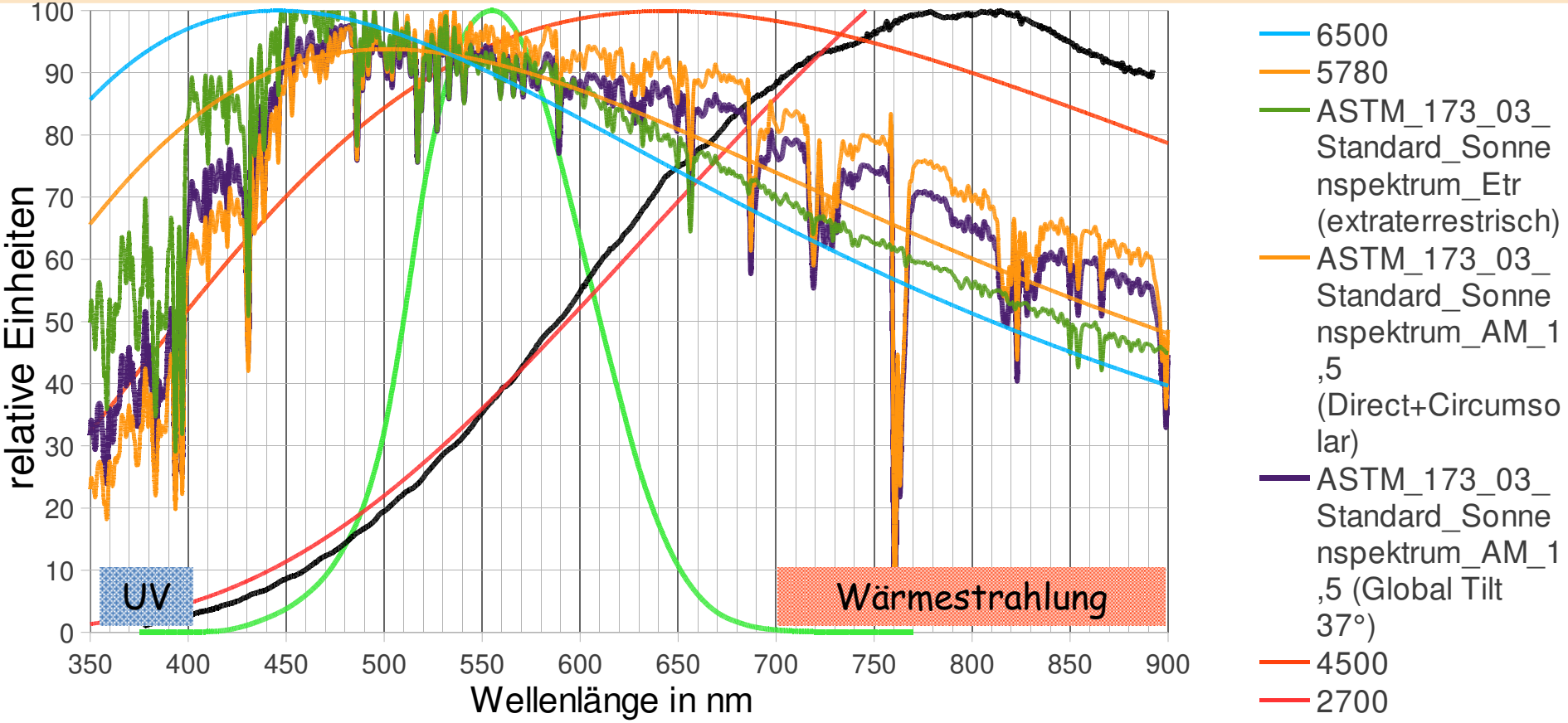
Spektrenvergleich: Schwarze Strahler verschiedener Temperatur, Glühlampe, Standard-Sonne und Augenempfindlichkeit

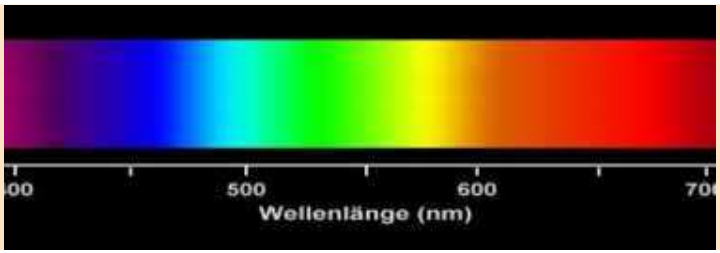




Sichtbares Spektrum

Spektrenvergleich: Schwarze Strahler verschiedener Temperatur, Glühlampe, Standard-Sonne und Augenempfindlichkeit

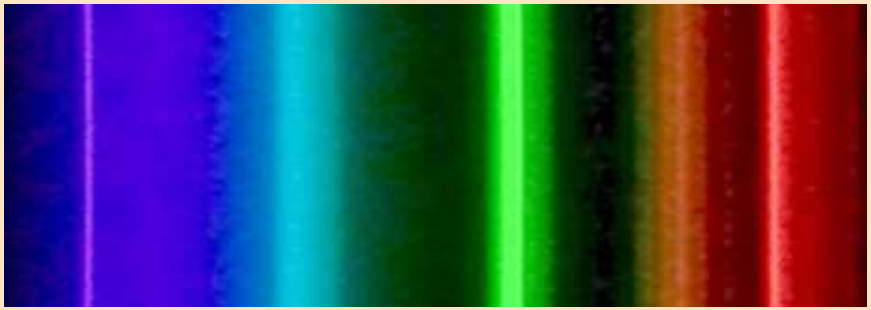




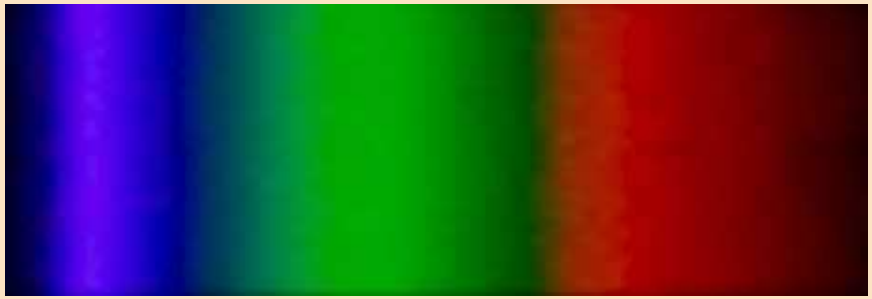
Sichtbares Spektrum

Spektren von PC- Monitoren

Monitor, ca. 3 Jahre alt,
Backlight Leuchtstofflampen



Monitor, ca. 2 Jahre alt,
Backlight LED



Gibt es Einschlafprobleme ?

Effizienz-Klassen für Lampen

Kostenrechnung 10 Jahre

	Glühlampe	Halogenlampe Standard	Halogenlampe (IRC)	Energiespar lampe	Leuchtstoff-lampen	LED Lampe
Elektrische Leistung	60 W	45 W	42 W	13 W	13 W	9 W
Kosten pro Lampe ca.	1,50 €	2,50 €	4 €	5 €	8 €	8 €
Mittlere Nennlebensdauer	1.000	2.000	3.000 h	8.000	10.000 h	30.000 h
Anschaffungskosten	15 €	12,50 €	13 €	6 €	8 €	8 (3) €
Stromverbrauch	600 kWh	450 kWh	420 kWh	130 kWh	130 kWh	90 kWh
Energiekosten	180 €	135 €	126 €	39 €	39 €	27 €
Gesamtkosten in 10 Jahren	**195 €**	**147 €**	**139 €**	**45 €**	**47 €**	**35 €**

Für die verschiedenen Leuchtmittel wurde ein Kostenvergleich über 10 Jahre aufgrund der Anschaffungskosten und Stromverbrauch durchgeführt.

Die Rechnung zeigt, dass die aktuell noch relativ teuren LEDs sich sehr schnell rechnen

Berechnung auf Basis folgender Daten:
Nutzung von 3h pro Tag an 333 Tagen pro Jahr (1000 h/a), Strompreis 0,30 € pro kWh

Was bedeuten lm bei 90° ?

Lampen mit ungebüdeltem Licht

Bei Lampen mit ungebündeltem Licht zeigt das Lumen das komplette Licht, das in alle Richtungen abgegeben wird.

Lampen mit gerichtetem Licht

Früher wurden Lampen mit gerichtetem Licht (also z.B. Spotlampen) nur in ihrer Lichtstärke (Candela) gemessen. Dies gab aber nur Aufschluss darüber, wie intensiv das Licht war und nicht wie hell (Menge an Licht = Lumen).

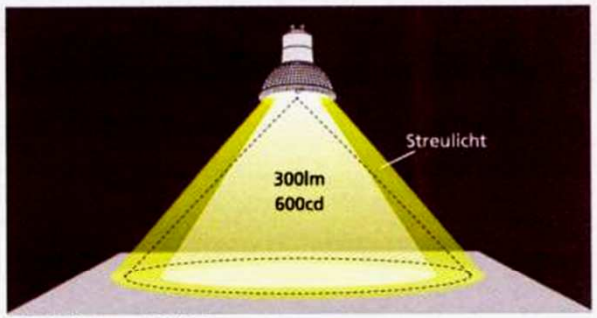
Die neue DIM*2 Regelung spezifiziert, dass sich die Menge an brauchbarem Licht in einem Winkel von 90° befindet. In Bezug auf gerichtete Lampen wurde jedes Licht ausserhalb dieses Kegels als nicht brauchbar definiert.

Die Lumenangabe bei Lampen mit gerichtetem Licht ist definiert als Lumen bei 90° Ausstrahlungswinkel.

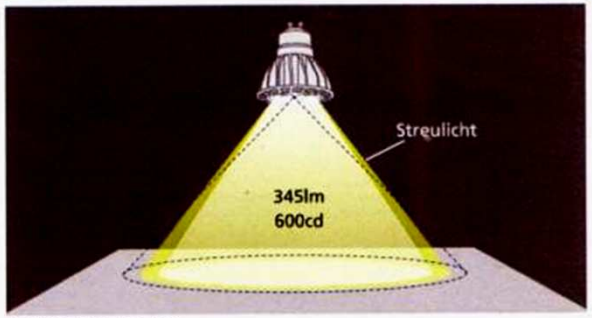
Lumen bei 90° Ausstrahlungswinkel - gerichtete Lampen

Die neue Gesetzregelung legt fest, dass der 90° Ausstrahlungswinkel zur Berechnung der Lichtleistung von Lampen mit gerichtetem Licht verwendet wird. Der Grund dafür ist, dass Halogenlampen mehr Streulicht verursachen als andere Reflektorlampen. Um optimal vergleichen zu können, wieviel Licht in eine Richtung abgestrahlt wird, können nur die Lumen bei 90° Ausstrahlungswinkel verwendet werden. Dies nennt man dann Lumen bei 90° Ausstrahlungswinkel (bzw. brauchbare Lumen).

Lumen bei 90° Ausstrahlungswinkel



GU10 Halogen 50W 36°

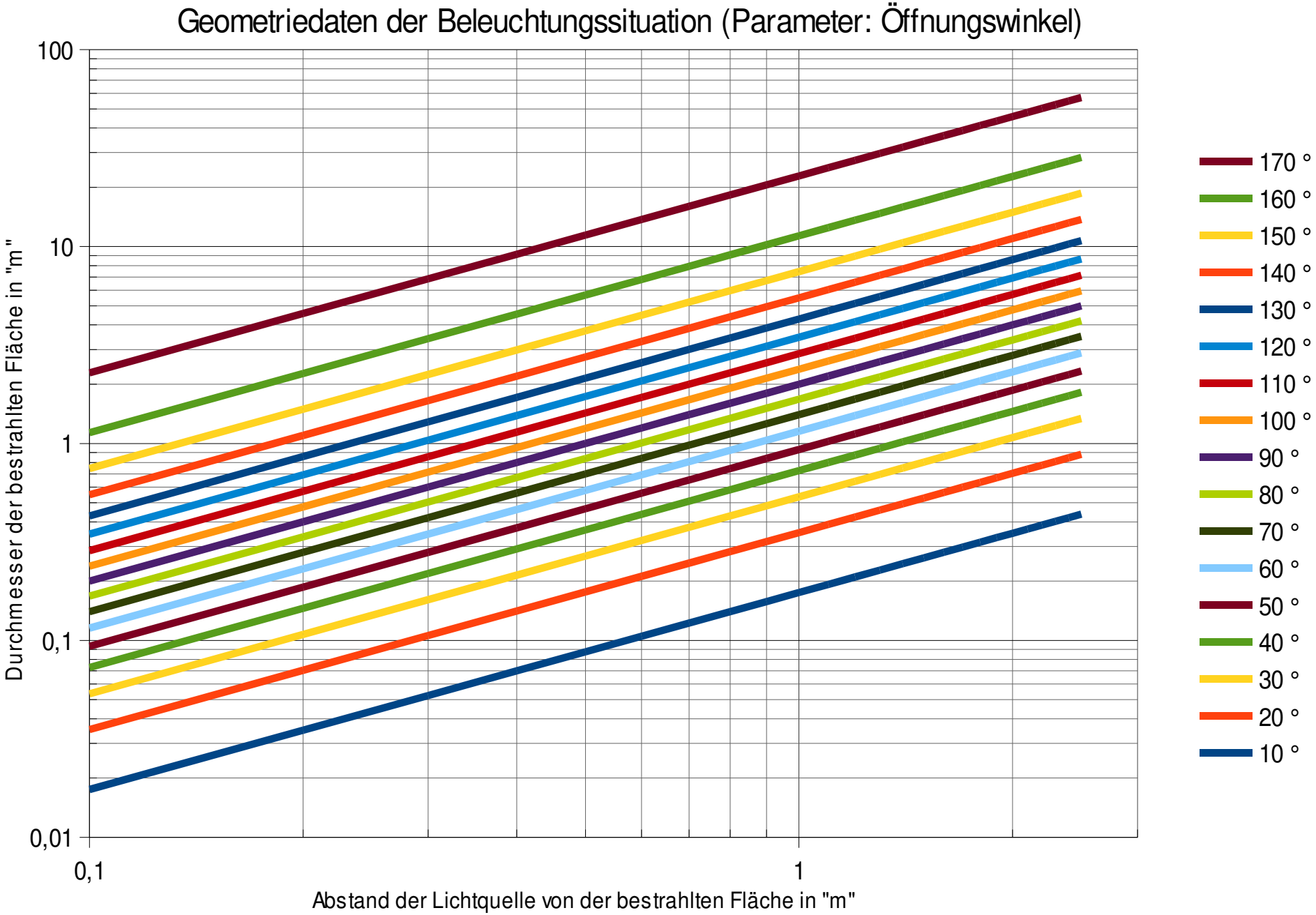


GU10 5,5W LED 40°

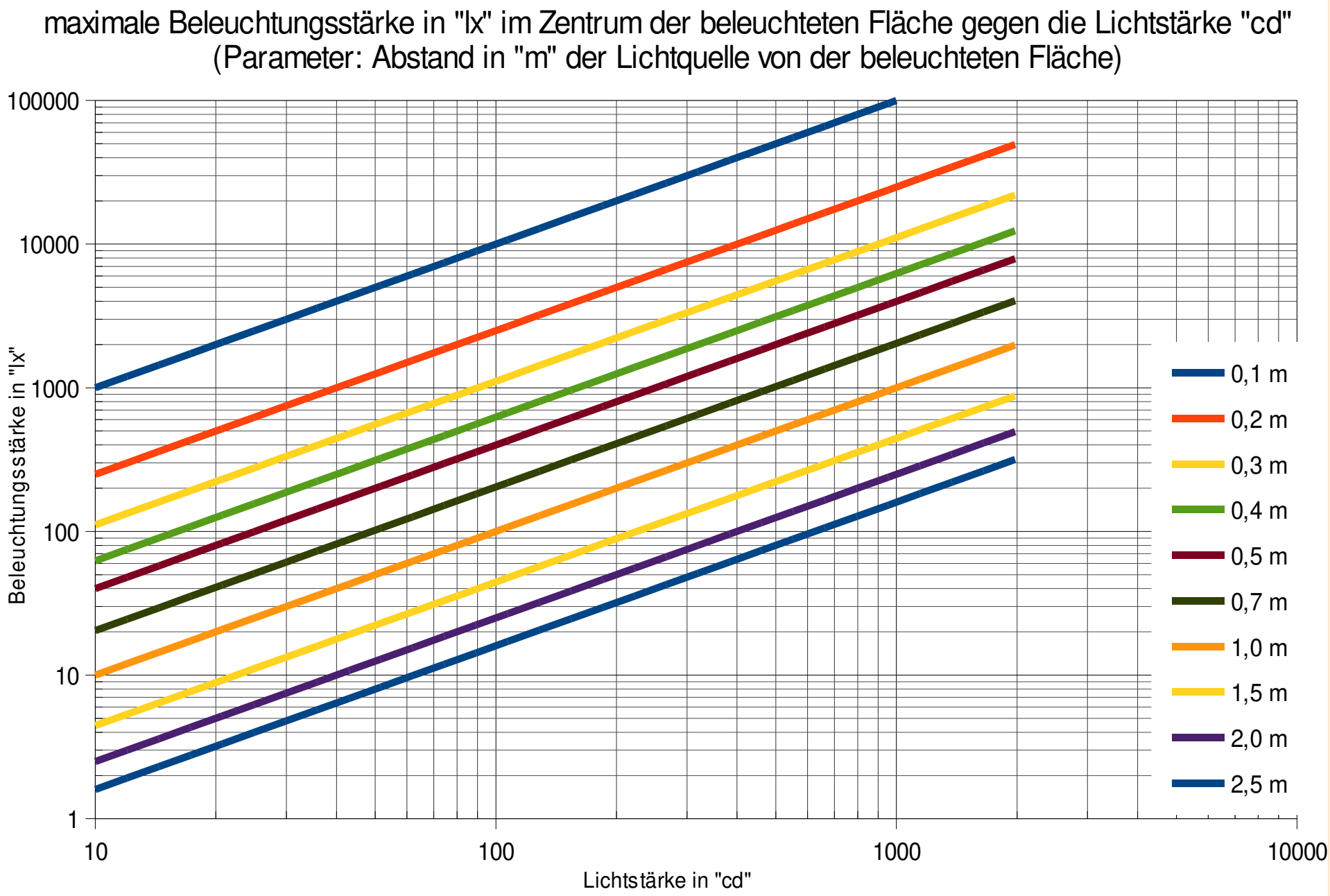
Aus Sylvania Prospekt
2013 „Von Watt zu Lumen"
Seite 5

*DIM = Innerstaatliche Durchführungsmaßnahmen

Berechnung von Spotlampen (I)

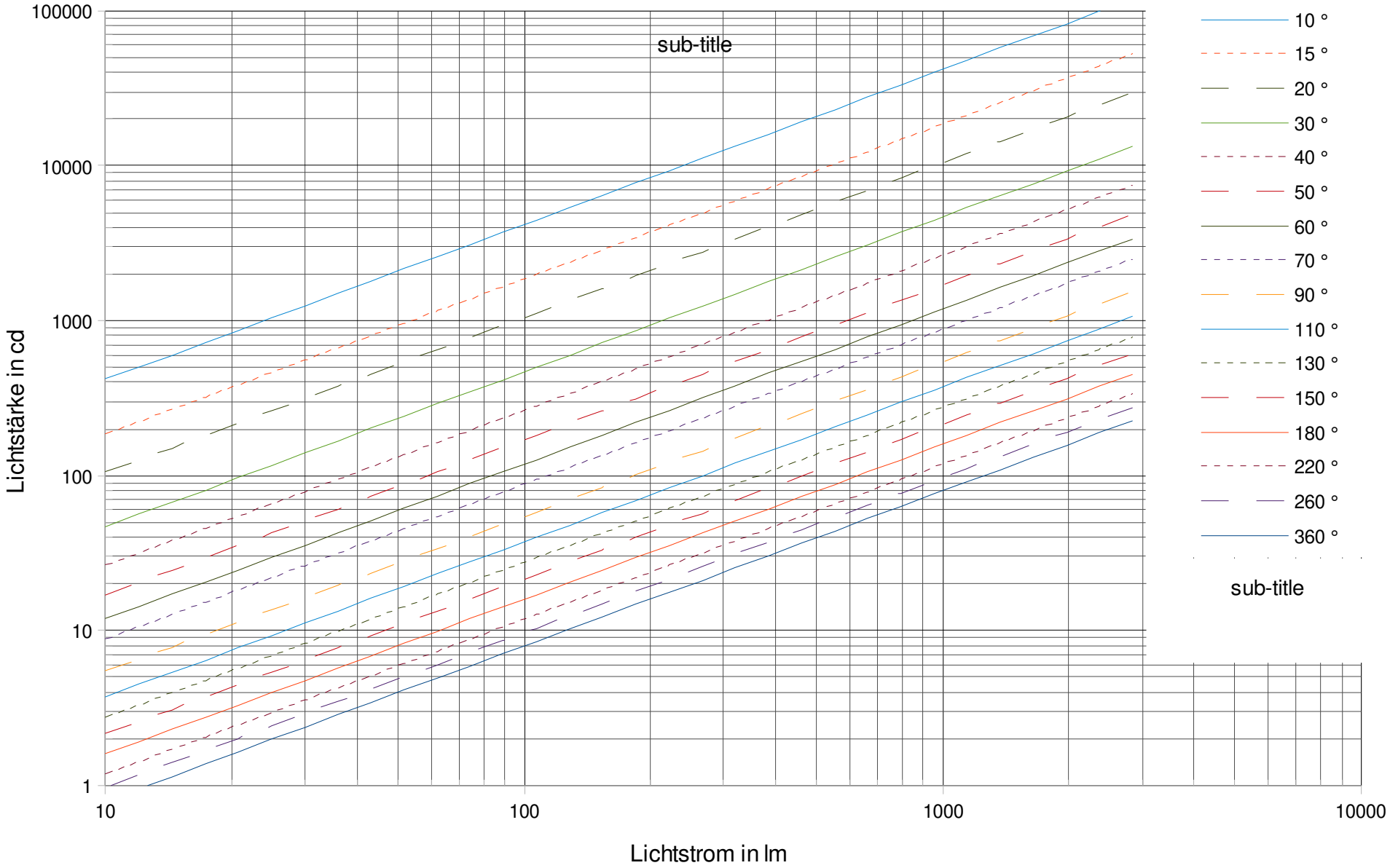


Berechnung von Spotlampen (II)

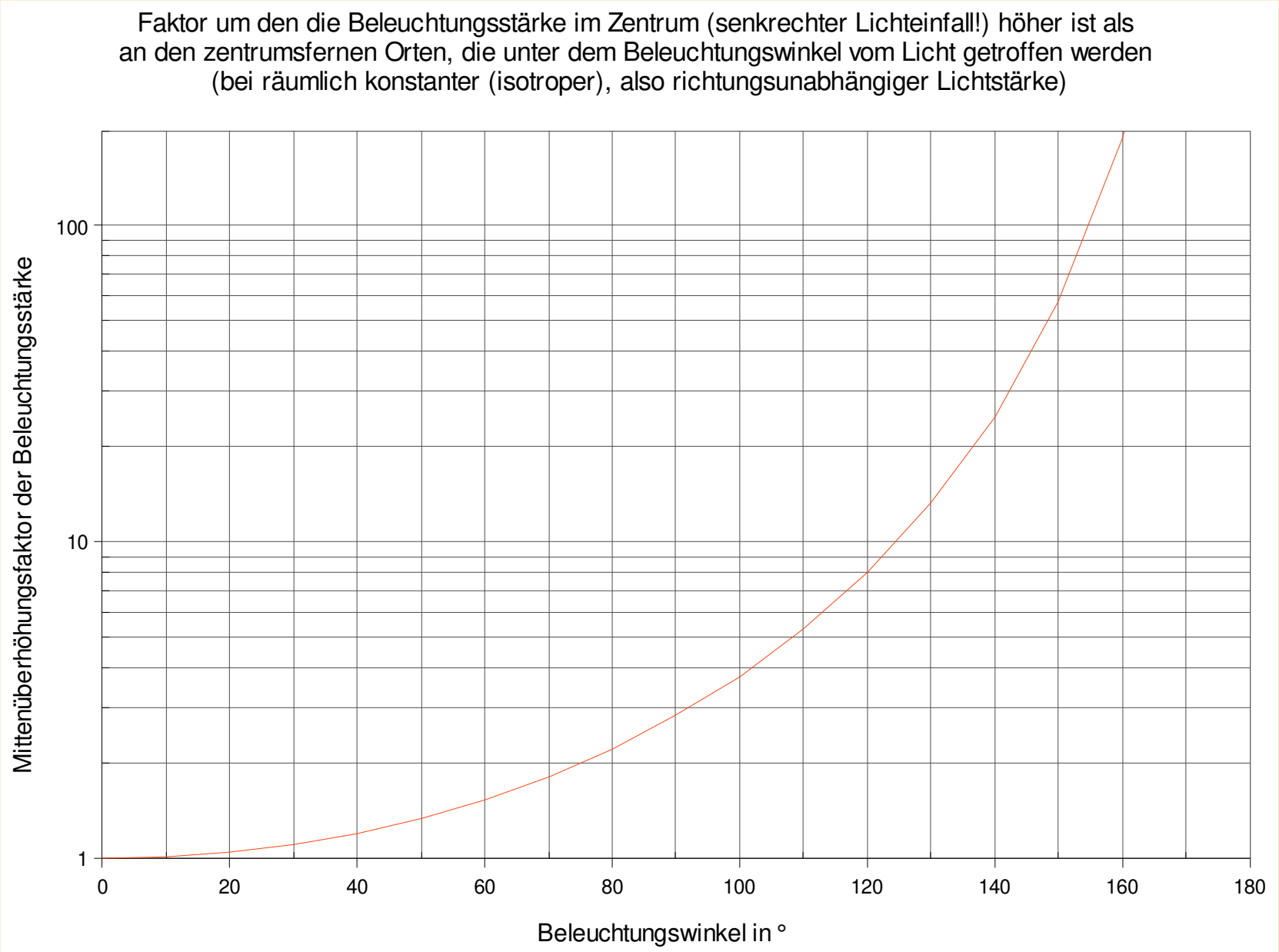


Berechnung von Spotlampen (III)

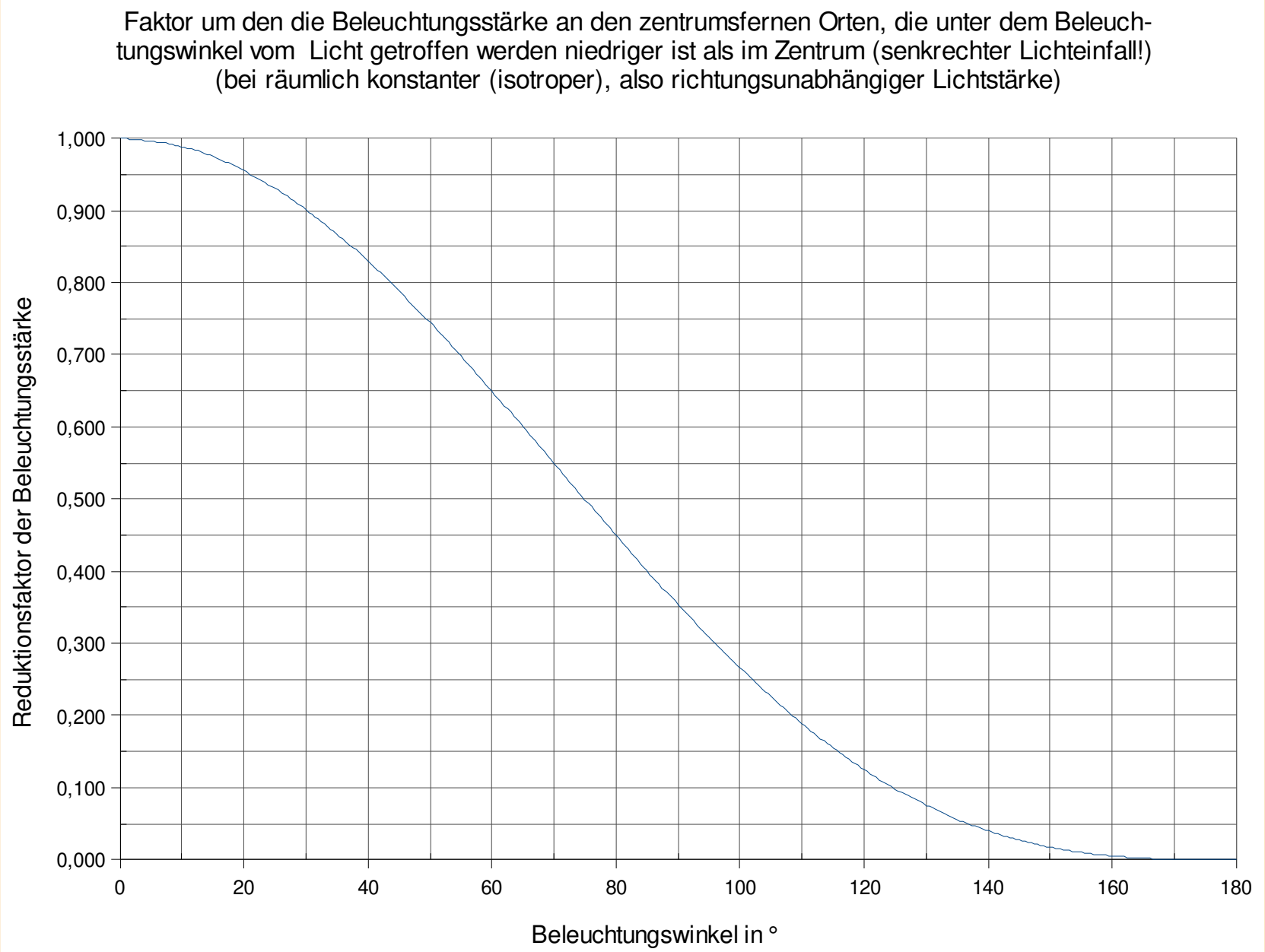
Mittlere, im gesamten Beleuchtungsöffnungswinkel richtungsunabhängige (isotrope) Lichtstärke in cd als Funktion des (gesamten) Lichtstroms in lm für verschiedene Beleuchtungsöffnungswinkel

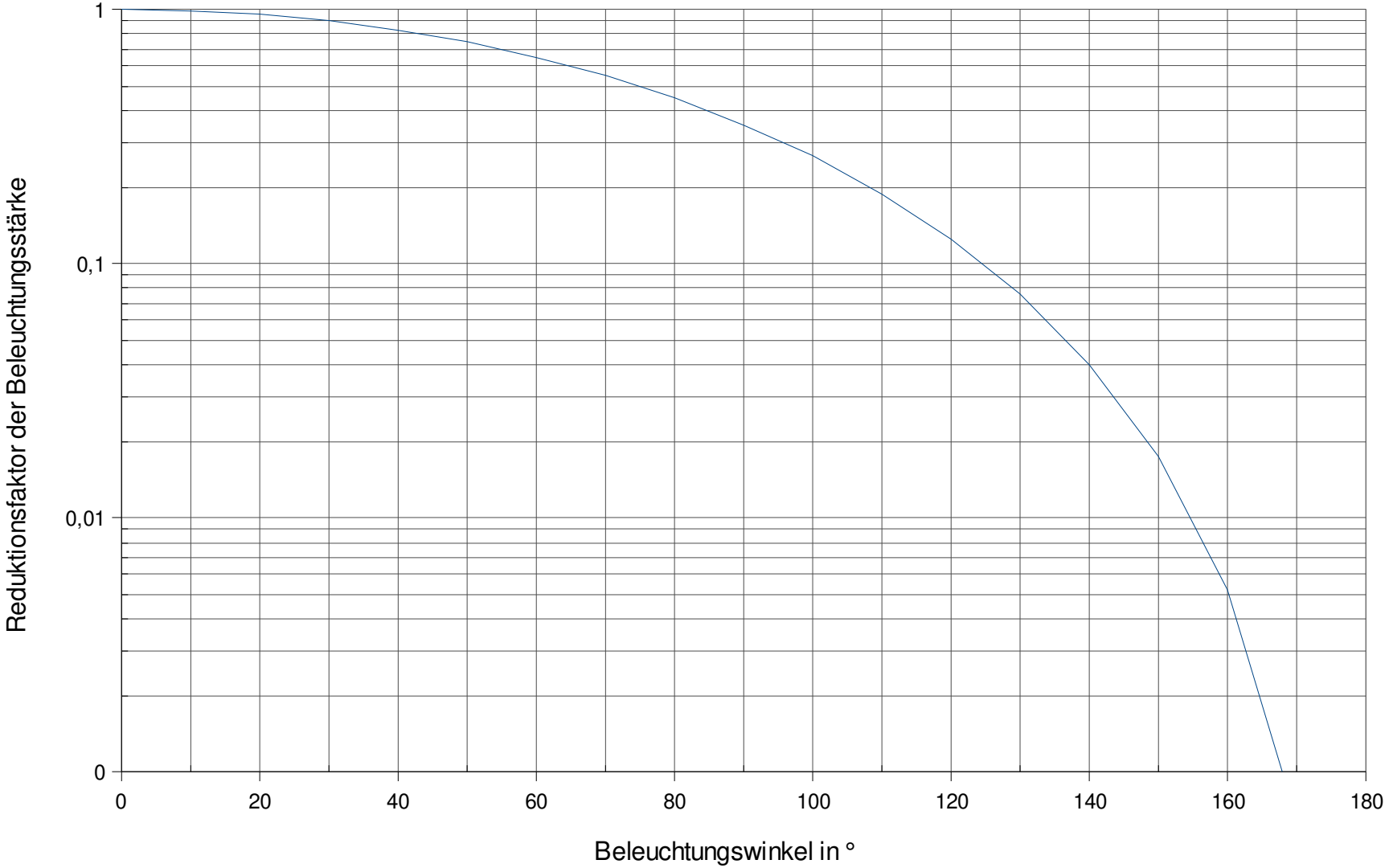


Höhere Beleuchtungsstärke zum Zentrum hin



Niedrigere Beleuchtungsstärke zum Rand hin



Niedrigere Beleuchtungsstärke zum Rand hin

Faktor um den die Beleuchtungsstärke an den zentrumsfernen Orten, die unter dem Beleuchtungswinkel vom Licht getroffen werden niedriger ist als im Zentrum (senkrechter Lichteinfall!) (bei räumlich konstanter (isotroper), also richtungsunabhängiger Lichtstärke)