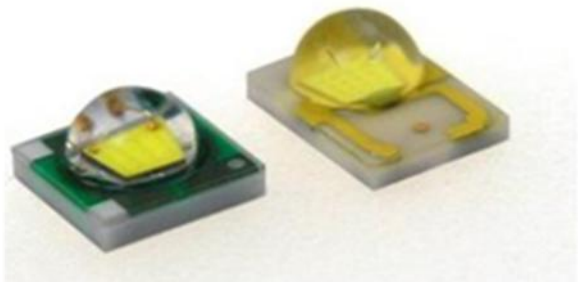
Willkommen zum Vortrag „Gehört der LED die Zukunft ?„

LED-Technik leicht verständlich.

Tom Reichelt, 16.10.12
www.ledclusive.de

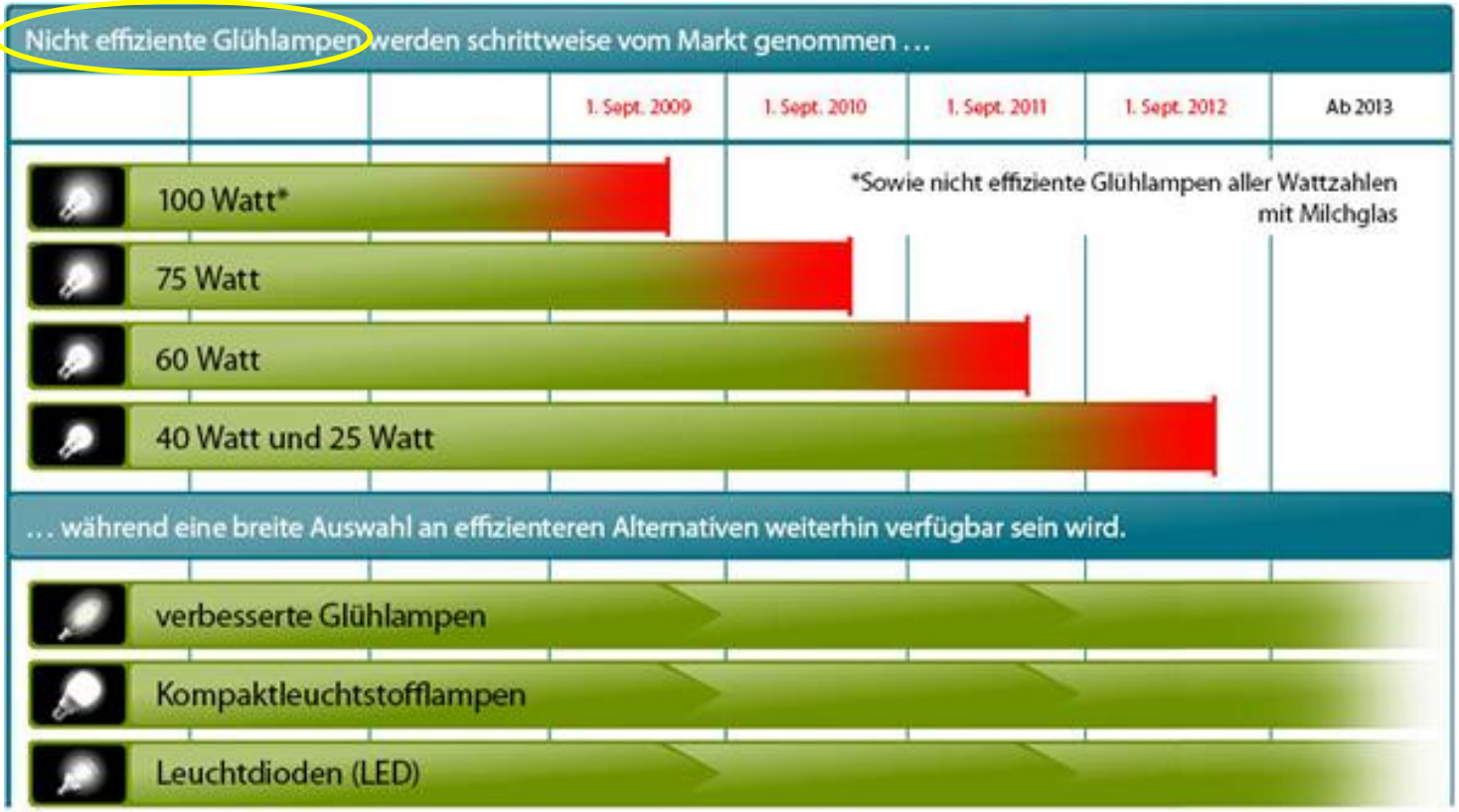


Inhalt

- Vorstellung
- EU-Verordnung und Alternativen
- Kenngrößen von Leuchtmitteln
- LED-Technik und deren Vorteile
- Einsatzmöglichkeiten der LED-Technik und Grenzen
- Wirtschaftlichkeitsbetrachtung
- Tipps für die richtige Auswahl, Stolperfallenhinweise
- Fazit und Zusammenfassung
- Live – Demo, Diskussion

Heute: EU-Verordnung 244/2009

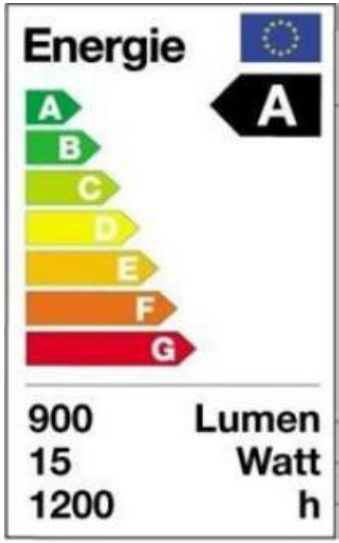
Die Verbannung der Glühlampe/Glühbirne/Allgebrauchslampe



Diese Grafik stellt den Prozess vereinfacht dar. Die tatsächlichen Anforderungen der Verordnung sind detaillierter und basieren auf anderen Lampen-Parametern. Eine umfangreichere Präsentation ist unter Punkt I.2 der FAQ für Fachleute unter „Fachlicher Hintergrund" erhältlich.

Quelle: http://ec.europa.eu/energy/lumen/faq/index_de.htm

Für diese Leistungsklassen

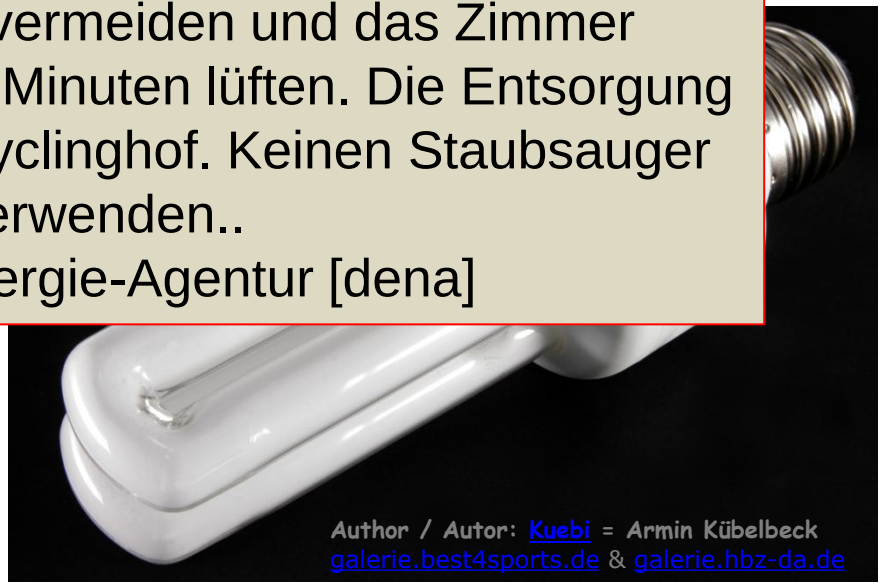


Alternativen zur Glühlampe

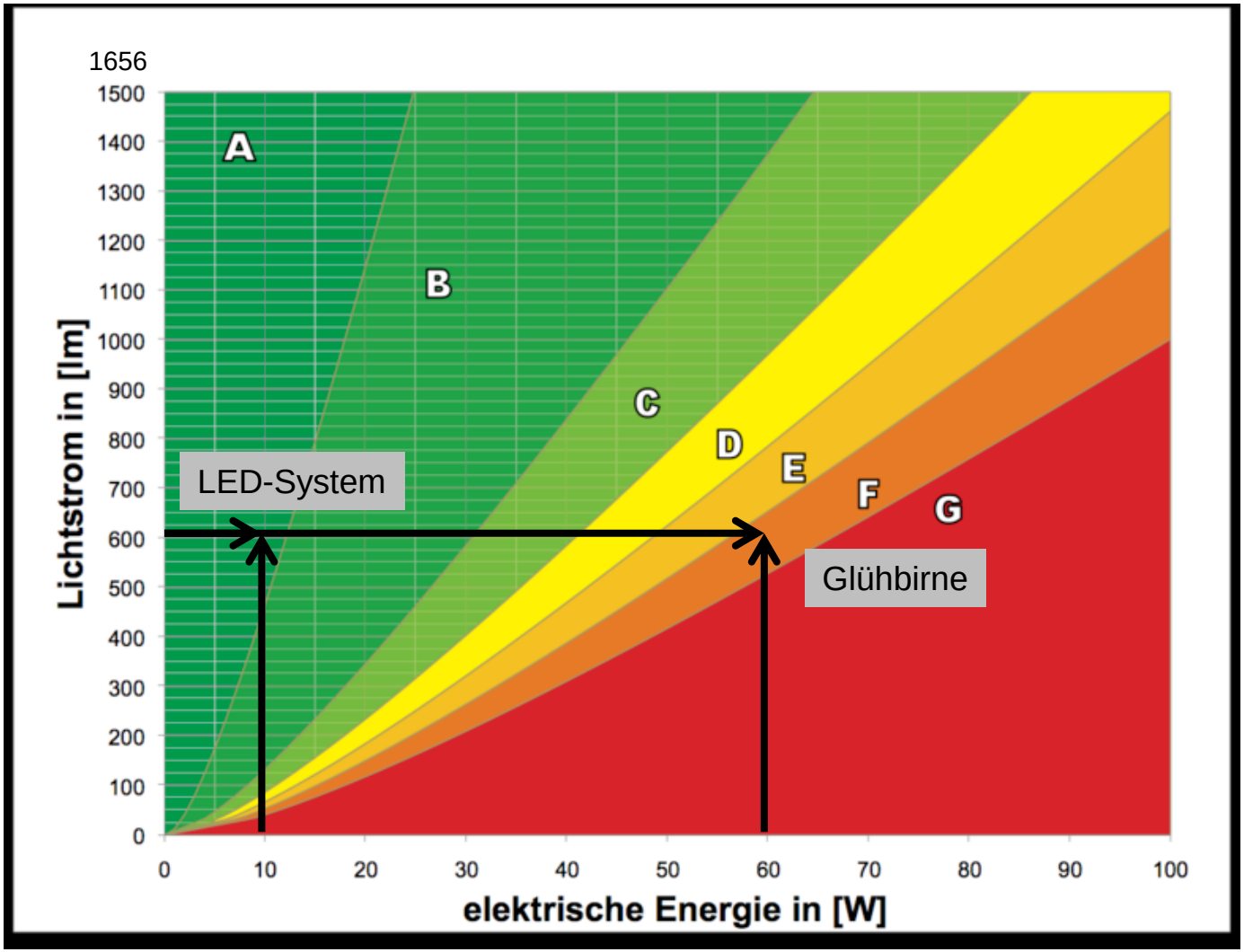
Halogen-Xenon-Glühlampe
Energieeffizienzklasse C

Was tun, wenn eine Energiesparlampe zerbricht?

Die Bruchstücke sollten vorsichtig mit einem feuchten Papiertuch aufgenommen und in einer Tüte oder einem Einmachglas luftdicht verschlossen werden. Hautkontakt vermeiden und das Zimmer mindestens 20 bis 30 Minuten lüften. Die Entsorgung erfolgt bei einem Recyclinghof. Keinen Staubsauger für die Bruchstücke verwenden..
(Quelle: Deutsche Energie-Agentur [dena]



Energieeffizienzklassen

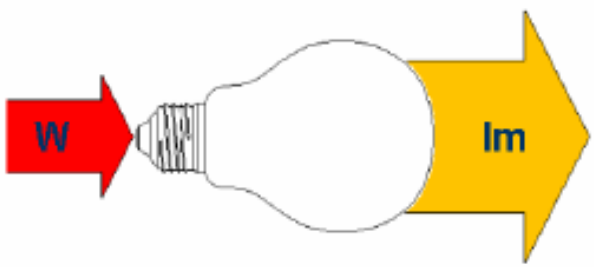


http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Energieeffizienz_100W.png&filetimestamp=20110218074759

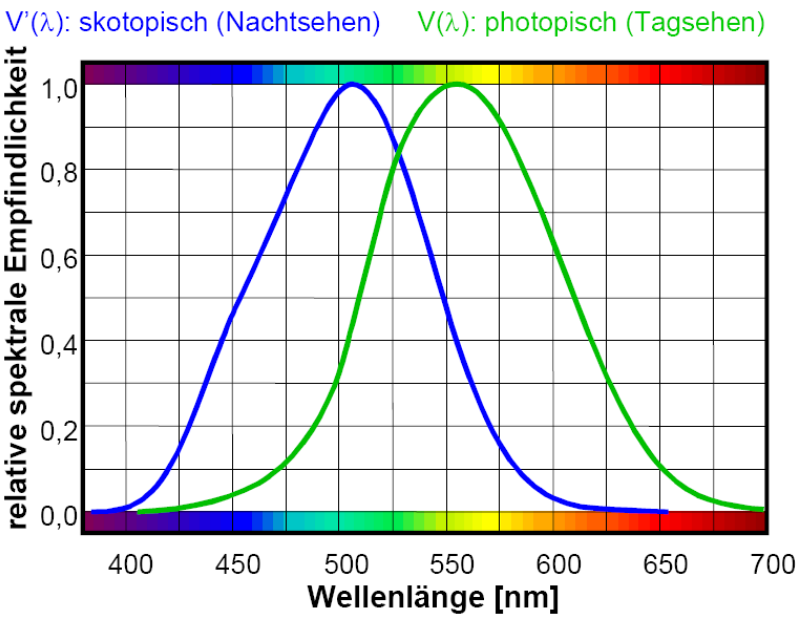
Presse-Meldungen

- LED-Lampen sind langlebiger als Energiesparlampen
- Sie stellen derzeit noch keine vollwertige Alternative dar „Teures Dekor“
- Schlechte Konsumentenerfahrungen
  - Von 90 Erfahrungsberichten, die uns unsere Leserinnen und Leser im Frühjahr 2009 zusandten, waren 70 negativ; nur 7 waren positiv, 13 konnten als neutral gewertet werden.
- LEDs sind derzeit noch zu teuer, ihre Helligkeit lässt sehr zu wünschen übrig.
  - So braucht man als Ersatz für eine klassische 60-Watt-Birne 3 bis 10 LED-Lampen – zum Preis von je 20 bis 40 Euro.
- Stiftung Warentest: „Viele Lampen leuchten schwach oder nicht sehr lange….“
  - **Sie holen auf**
  - **LED-Lampen machen aus wenig Strom viel Licht. Sie gelten als Leuchten der Zukunft. Heute sind sie noch teuer.**
  - Funzeliges Licht
    - Eine angenehmere Lichtfarbe schafft die Liquid LED-Lampe. Mit ihren rund 3 100 Kelvin leuchtet sie wie Halogenlampen. **Die aufgenommenen 3,3 Watt setzt sie nur zu 34 L/W um. Das können die meisten Energiesparlampen besser. Außerdem bringt sie nicht die versprochenen 210 Lumen, sondern nur die Hälfte. Damit kann sie - anders als versprochen - nicht einmal eine 25 Watt-Glühlampe ersetzen.**
    - „Norma verkauft diese Woche LED-Lampen zwischen 4,99 Euro und 14,99 Euro. Im Vergleich zu Marken-LEDs ist das ein niedriger Preis. **Doch die Norma-LEDs bringen nicht die gewünschte Helligkeit. Glühlampen können sie kaum ersetzen**. Darüber hinaus **werben sie mit falschen Angaben zu Lichtstrom und Leistungsaufnahme.** Die Farbwiedergabe ist schlecht und die Lichtfarbe der i-Glow-Lampen entspricht kühlem Tageslichtweiß. Die Liquid-LED-Lampe leuchtet größtenteils in eine Richtung, obwohl sie nicht so aussieht. Ratsamer wäre der Kauf guter Energiesparlampen oder LED-Lampen.“

Energie-Effizienz → Lichtausbeute



Watt (elektr. Einheit) Lumen (Lichteinheit)



- **Lichtausbeute** beschreibt die **Energieeffizienz** (Wirkungsgrad) einer Lichtquelle
- Ist definiert als das **Verhältnis** der Menge des **abgestrahlten Lichtstroms** (Φ in lm) zur eingesetzten **elektrischen Energie** (P in W)
- Einheit der Lichtausbeute η ist **„lm/W“**

$$\eta = \frac{\Phi}{P}$$

Vergleich Wirkungsgrad

Elektrische Leistung

Watt

Glühlampe
10 – 14 lm/W

NV-Halogen-Glühlampe
20 – 25 lm/W

Energiespar-Lampe
60 – 80 lm/W

Leuchtstofflampe
70 – 95 lm/W

Halogen-Metalldampflampe
90 – 100 lm/W

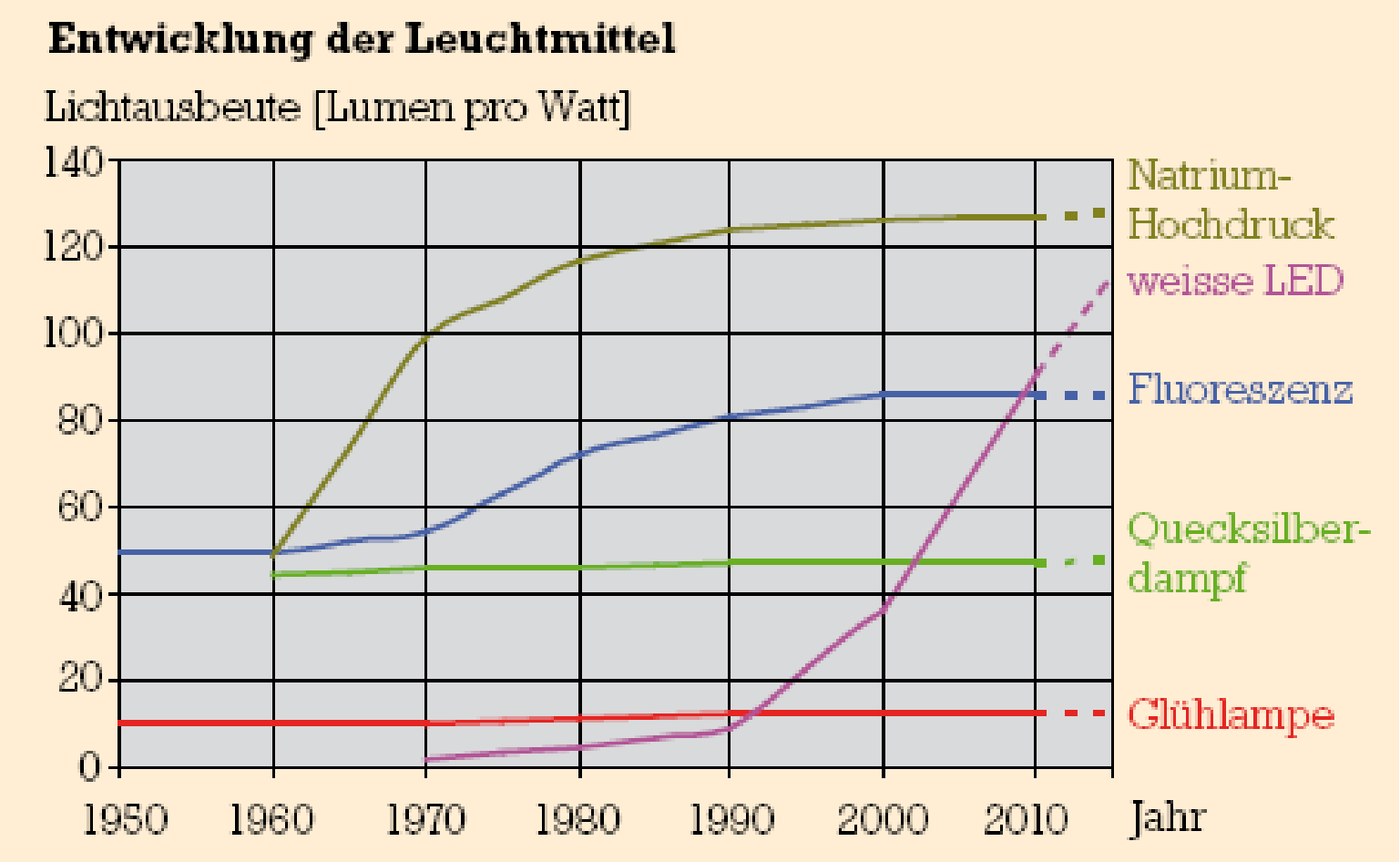
Natriumdampf-Hochdrucklampe
90 – 140 lm/W

Leuchtdiode
40 – ??? lm/W

Lichtstrom (Lumen)
(Lichtleistung)

©Tom Reichelt
87471 Durach

Entwicklung Lichtausbeute



NUMO 5W LED = 40 W Glühlampe

BIOLEDEX® NUMO 5W E27 LED Birne
400 Lumen Warmweiss

Artikeldatenblatt drucken

Lieferzeit: ■□□ Artikel am Lager

Art.Nr.: B27-8071-544

LED	Umweltschonende Retrofit LED Leuchtmittel
Serie	NUMO
Sockel	E27
Lichtfarbe	Warmweiss
Abstrahlwinkel	ca. 360°
Lichtstärke	ca. 400 Lumen
Farbtemperatur	ca. 3000 K
Spannung	Typ. 230V / max. 240V
Abmessungen	Ø 39 mm x 110 mm
Verbrauch	ca. 5,0 Watt
Betriebsdauer	~ 50.000 Std.
Zertifikat	TÜV Rheinland geprüft

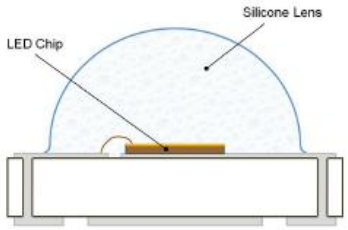
„**Watt** soll ich denn nun kaufen ?“

©Tom Reichelt
87471 Durach

Lebensdauerkurve einer Power-LED

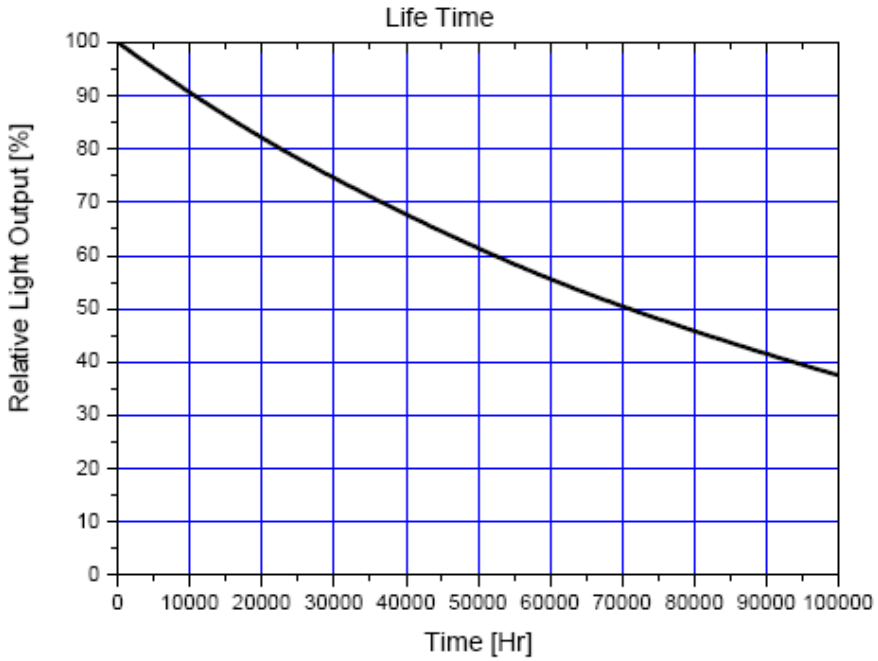
Relative Lichtleistung in Abhängikeit der Temperatur

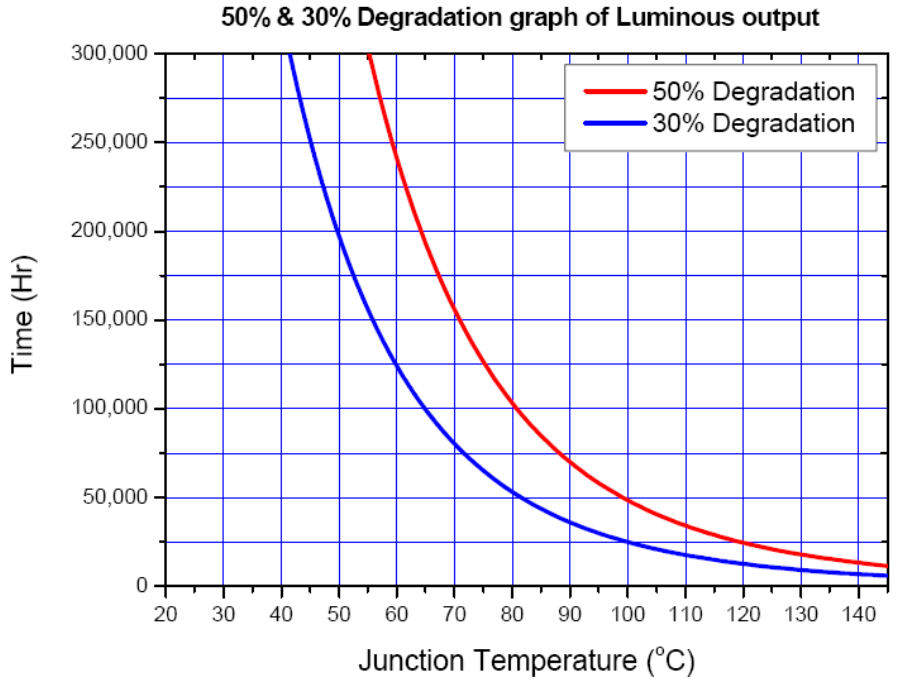
T_j = const. = 90°C



Lebensdauer in Abhängigkeit der Betriebstemperatur (Tj)

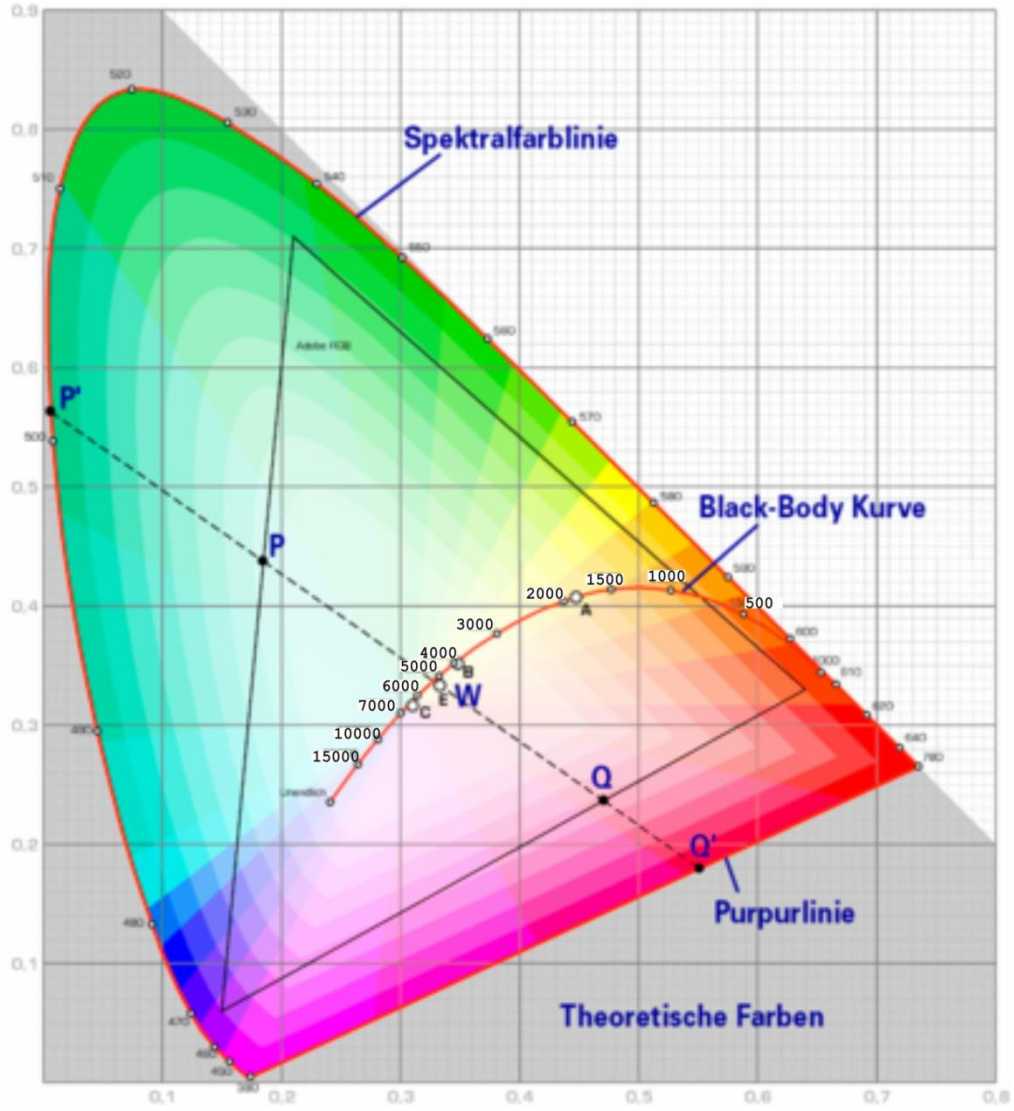
Degradation: 30% bzw. 50%





Quelle: Life Time Graph of Z-Power P4 @350mA (1W) – (Pure White Series)

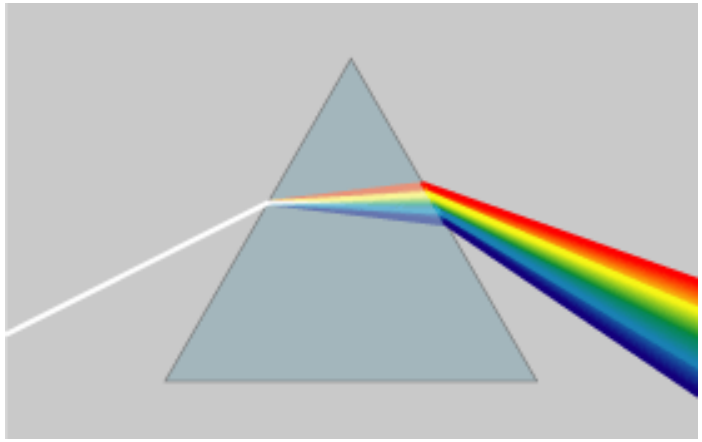
Farbtemperatur



Lichtquellen	Farbtemperatur	
Rotglut (Grillkohle)	600 Kelvin	
Kerze	1500 Kelvin	
Natriumdampflampe	2000 Kelvin	
Glühlampe (40 W)	2200 Kelvin	
Glühlampe (100 W)	2800 Kelvin	
Halogenlampe	3000 Kelvin	
Abendsonne, späte Dämmerung	3500 Kelvin	
Leuchtstofflampe (kalt)	4000 Kelvin	
Xenon-Lichtbogenlampe	4700 Kelvin	
D50-Lampe (Standard für Druckereien)	**5000 Kelvin**	
Morgen- / Abendsonne	5000 Kelvin	
Vormittags- / Nachmittagssone	5500 Kelvin	
Elektronblitzgerät	5500 Kelvin	
Bewölkte Mittagssonne	5700 Kelvin	
Bedeckter Himmel	7000 Kelvin	
Nebel, Dunst	8000 Kelvin	
Himmel, kurz vor/nach Sonnenaufgang / Sonnenuntergang	11000 Kelvin	
Nördliches Himmelslicht	20000 Kelvin	

kalt-weiß Neutral-weiß Warm-weiß
Tageslicht Pur-weiß

Lichtspektrum, Farbwiedergabeindex



Farbspektrum durch Lichtbrechung

Farbwiedergabeindex (Ra; CRI)
100
100
55 - 70
95
70 - 90
20 - 30
75 - 90

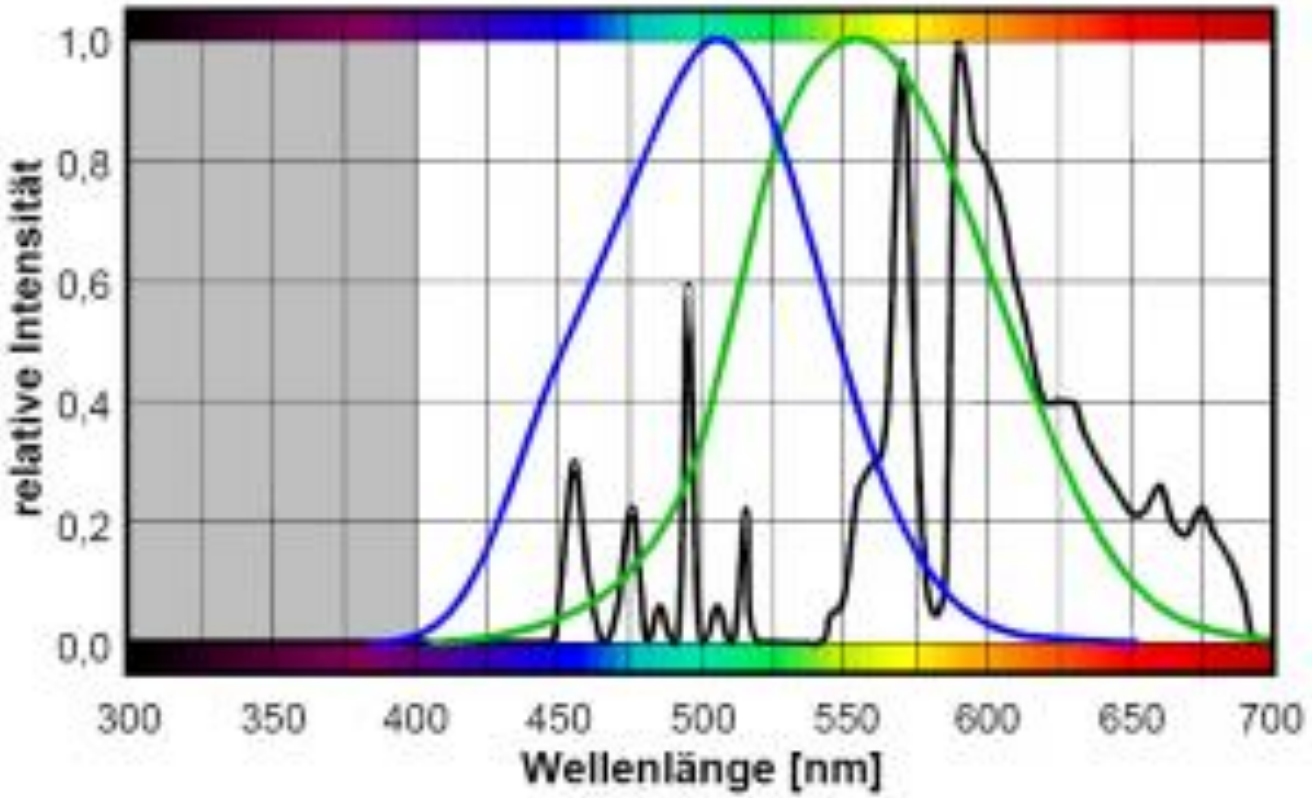
©Tom Reichelt
87471 Durach

Lichtspektrum, Farbwiedergabeindex

Mit freundlicher Unterstützung Kompetenzzentrum Licht (www.k-licht.de)

©Tom Reichelt
87471 Durach

Spektrum Natrium-Dampflampe

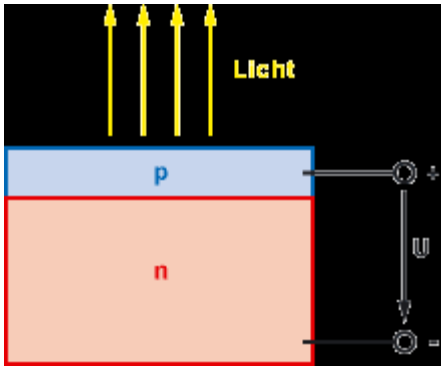


Gelbes Licht der Natriumdampfleuchte (NAV)
lässt grüne oder blaue Objekte kaum erkennen !

Ra, CRI: ca. 20-30

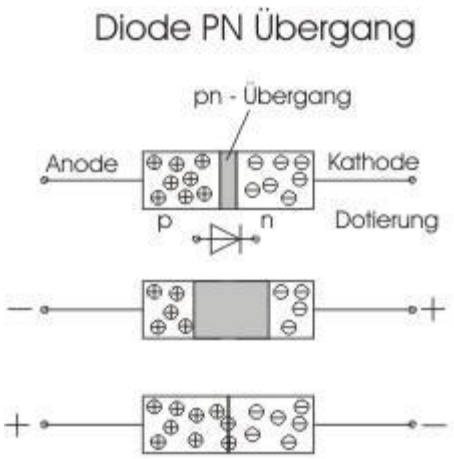
Sicherheitsrisiko !!

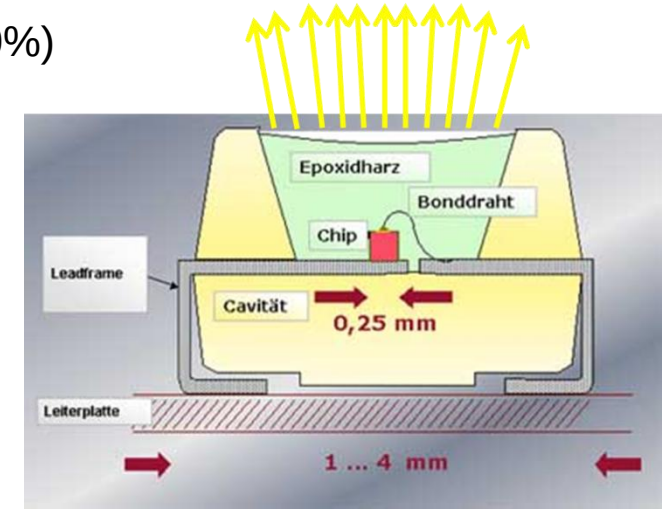
Funktionsweise einer LED



Elektrolumineszenz

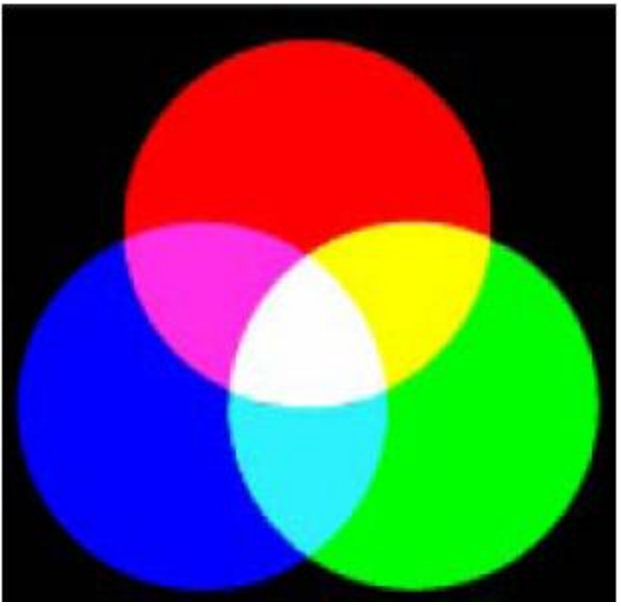
- Eine LED besteht aus zwei unterschiedlich gepolten Halbleitern.
- Bei Betrieb in Durchlassrichtung kommt es zu einer Rekombination von Elektronen mit Löchern.
- Die bei diesem Vorgang freiwerdende Energie wird als Licht-Strahlung abgegeben. (ca. 30%)





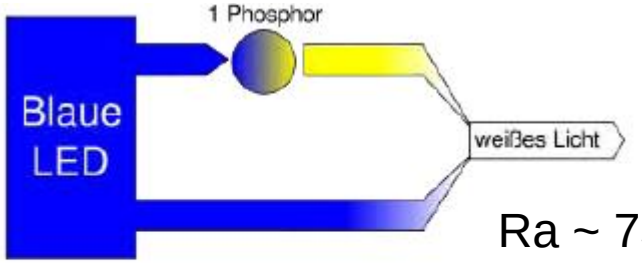
- Galliumarsenid (GaAs)
- Galliumarsenidphosphid (GaAsP)
- Galliumphosphid (GaP)
- Aluminium-Indium-Gallium-Phosphat (AlInGaP) für Rot, Rot-Orange, Amber
- Indium-Gallium-Nitrogen (InGaN) für Grün, Cyan, Blau, (Weiß)
- GalliumNitrid (GaN) für Blau

Farbmischung

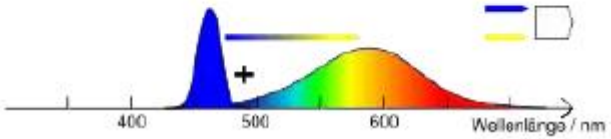


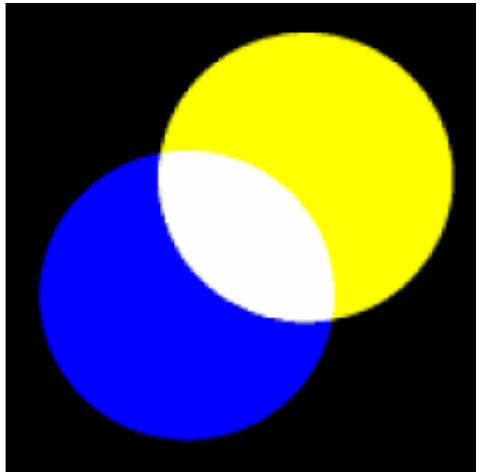
rot + grün + blau =
blau + gelb =
grün + magenta =
cyan + rot =

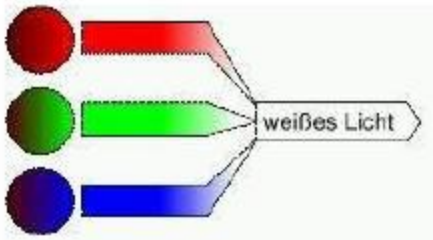
weiss



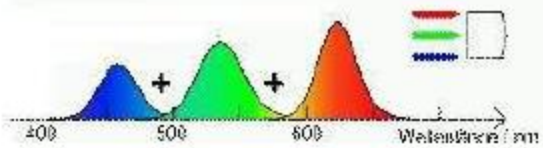
Ra ~ 75

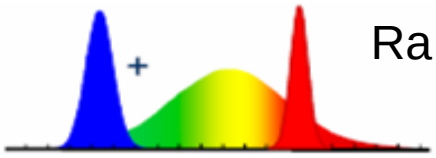






Ra ~ 50

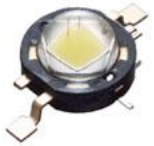


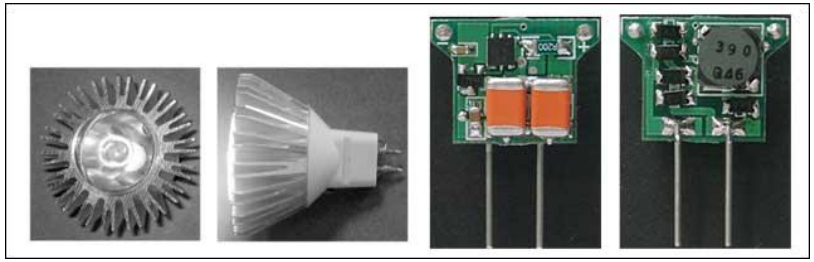


Ra ~ 90

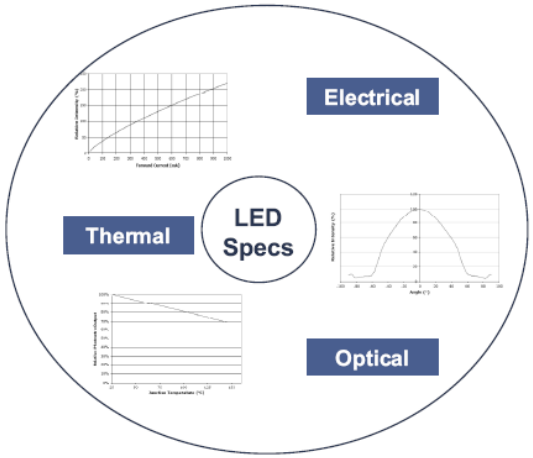
Komponenten einer LED-Lampe

- Gehäuse ggf. mit Glasabdeckung
- Reflektoren/Optiken
- Power-LEDs
- Leiterkarte für LED
- Kühlung (akt./pass.)
- LED-Treiber (VSG)
- Optionale Elektronik
  - Dimmer (Helligkeitsregelung, man./aut.)
  - Sensortechnik (Präsenzmeldung, Lichtsensorik)
  - Temperaturregelung
  - Degradationskompensation
  - Farbsteuerung (ggf. via Fernbedienung)



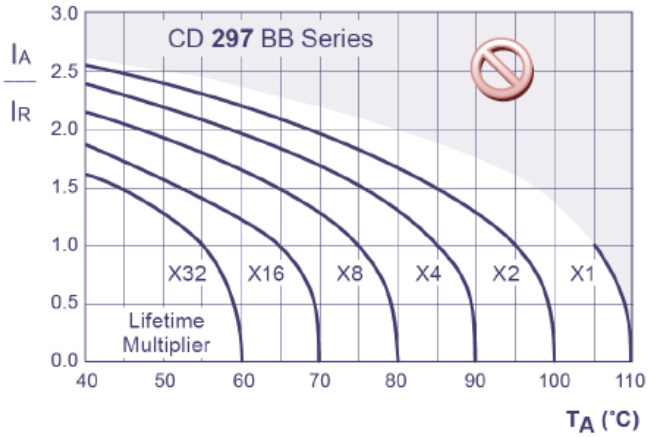


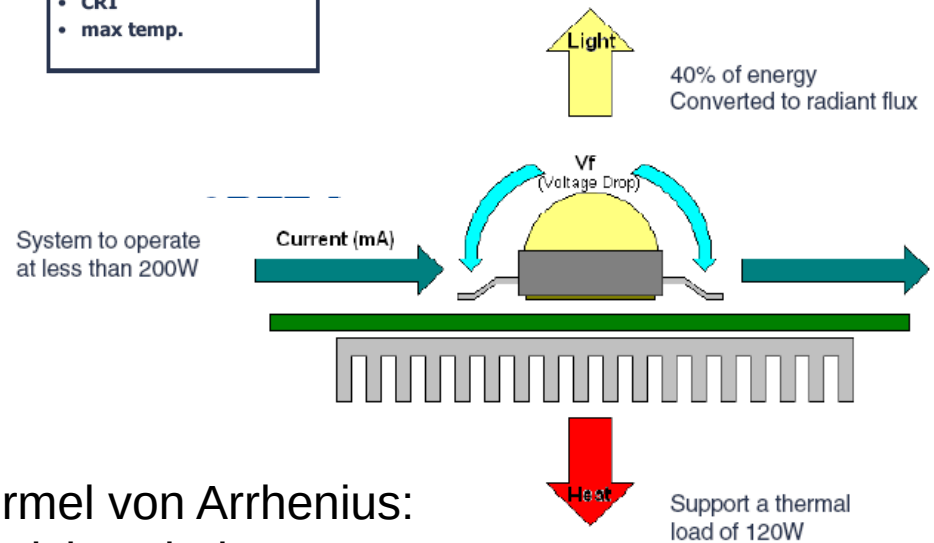
Optimales LED-System



Design Goals

- Im flux
- W power
- hour lifetime
- CCT
- CRI
- max temp.





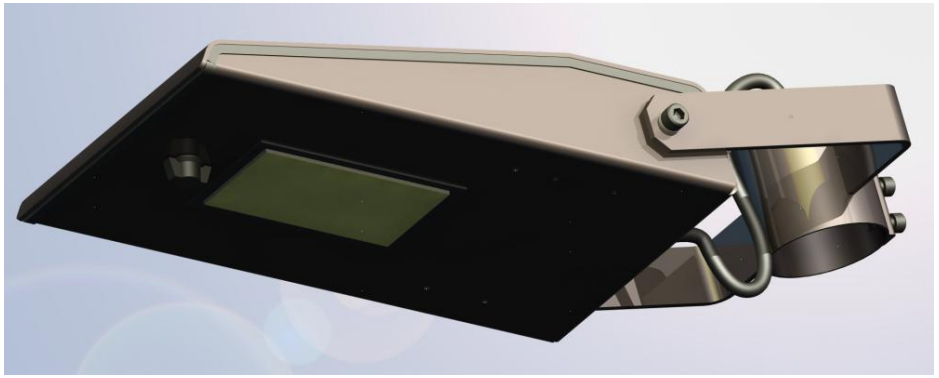
Faustformel von Arrhenius:
Je 10 Kelvin Erhöhung
-> Halbierung der Lebensdauer

Quelle: Cree

Formen von LED-Lampen (Retrofits)

Look and feel

LED-Leuchten



©Tom Reichelt
87471 Durach

Anwendungsbereiche LED

- Verkehrszonen (Flughäfen/Bahnhöfe)
- Industrie/Handwerk
- Büros (Computer/CAD)
- Sportstätten
- Gesundheit/Krankenhäuser
- Öffentliche Bereiche
- Verkaufsräume
- Parkbauten
- Notbeleuchtung
- Showroom/Objektbeleuchtung
- Straßenbeleuchtung
- Tunnelbeleuchtung
- Maschinen
- Bodenleuchten/Markierungen
- .....

©Tom Reichelt
87471 Durach

Spar-Beispiel im Hotel-Flur

Glühbirne
40 W
30 Lux

LED
5 W
28 Lux

©Tom Reichelt
87471 Durach

Sparen mit LED Lampen

Lebensdauer einer Glühlampe:
Durchschnittlich ca. 1000 Std
= 200 Tage a 5 Std
= 100 Tage a 10 Std.
in Hotels/Restaurants bei 10 Std/täglich
→ 3 x jährlich Glühlampenwechseln,
Materialkosten: 3 x 1€ + Personalaufwand
→ Materialkosten (30 Glühbirnen)
in 10 Jahren: **30 €**

Glühbirnen 40W

Stromkosten:
30.000 Std. x 40W x 17ct/kWh
→ **204 €**

Gesamtkosten: 225 €

Lebensdauer einer LED - Lampe:
30.000 Std (bis zu 50.000 Std)
= 3000 Tage a 10 Std
= ca. 10 Jahre a 10 Std.
→ Materialkosten (1 LED Lampe) : **21 €**

LED Lampe 5W

Stromkosten:
30.000 Std. x 5W x 17ct/kWh
→ **25,5 €**

Gesamtkosten: 46,5 €

Einsparung: Gesamt 180 € -> **je Jahr 18 €**

Garantie 2 Jahre !!

Sparen mit LED Lampen

Lebensdauer einer Glühlampe:
Durchschnittlich ca. 1000 Std
= 200 Tage a 5 Std
= 100 Tage a 10 Std.
in Hotels/Restaurants bei 10 Std/täglich
→ 3 x jährlich Glühlampenwechseln,
Materialkosten: 3 x 1€ + Personalaufwand
→ Materialkosten (30 Glühbirnen)
in 10 Jahren: **30 €**

Glühbirnen 60W

Stromkosten:
30.000 Std. x 60W x 17ct/kWh
→ **306 €**

Gesamtkosten: 336 €

Lebensdauer einer LED - Lampe:
30.000 Std (bis zu 50.000 Std)
= 3000 Tage a 10 Std
= ca. 10 Jahre a 10 Std.
→ Materialkosten (1 LED Lampe) : **31 €**

LED Lampe 10W

Stromkosten:
30.000 Std. x 10W x 17ct/kWh
→ **51 €**

Gesamtkosten: 82 €

Einsparung: Gesamt 254€ -> **je Jahr 25,4€**

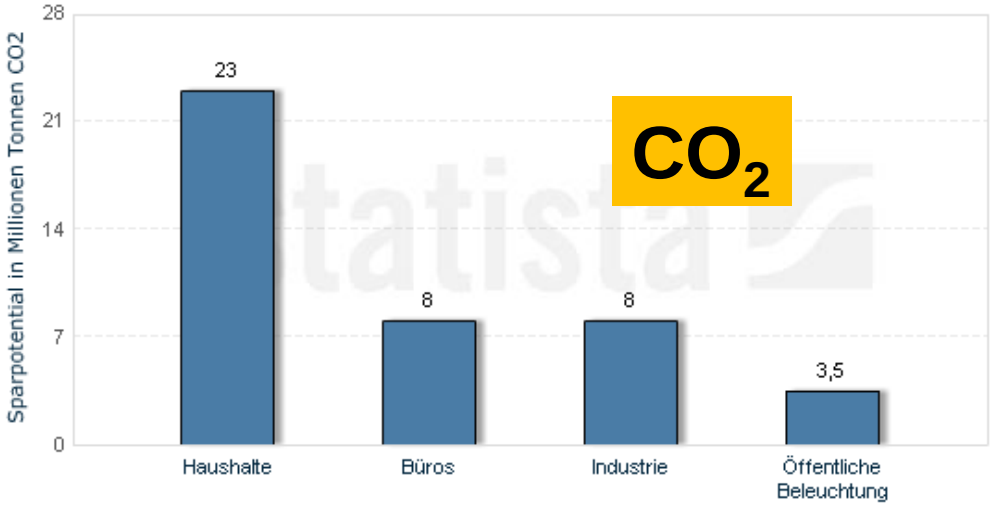
Garantie 2 Jahre !!

Wirtschaftlichkeitsberechnung ☺

Amortisationsrechnung für 5W LED gegenüber 40W Glühbirne

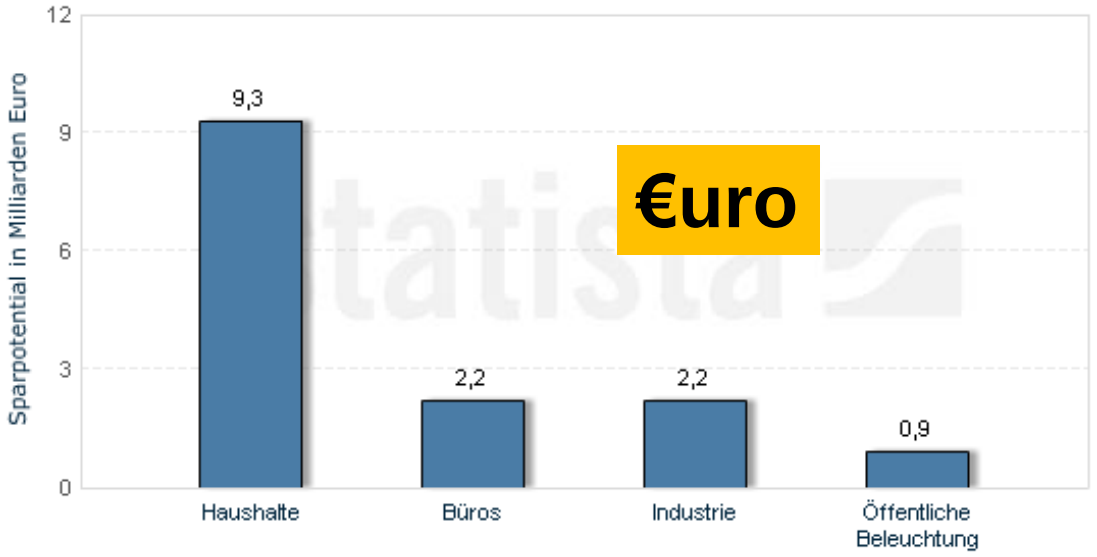
Leuchtdauer h/Tag	10	Stück	20
Tage/Jahr	365	Arbeitslohn Wartung €/Std.	
Leuchtdauer h/Jahr	3.650		
€/kwh	0,17 €		
Konventionelles Leuchtmittel		**LED**	
Watt herkömlich	40	Watt LED	5
EK / St. herkömlich	1,00 €	EK /St. LED	22,99 €
Einmalige Anschaffungskosten	20,00 €	Einmalige Anschaffungskosten	459,80 €
Energiebetrachtung		**Energiebetrachtung**	
kwh/Jahr	2.920	kwh/Jahr	365
Stromkosten/Jahr	**484,72 €**	**Stromkosten/Jahr**	**60,59 €**
Wartung		**Wartung**	
durchschnittliche Lebensdauer in Std	3.000	durchschnittliche Lebensdauer in Std	20.000
durchschnittliche Lebensdauer in **Monaten**		durchschnittliche Lebensdauer in **Jahren**	
auf oben basierender täglichen Leuchtdauer	**9,86**	auf oben basierender täglichen Leuchtdauer	**5,48**
Ersatzbedarf pro Anlage im Jahr in St.	24	Ersatzbedarf pro Anlage im Jahr in St.	0
Ersatzkosten pro Jahr	24,33 €	Ersatzkosten pro Jahr	0,00 €
Wartungsstd. pro Jahr		Wartungsstd. pro Jahr	
Werklohn für Wartung	0,00 €	Werklohn für Wartung	0,00 €
Wartungskosten/Jahr	**24,33 €**	**Wartungskosten/Jahr**	**0,00 €**
Gesamtkosten/Jahr	**509,05 €**	**Gesamtkosten/Jahr**	**60,59 €**
		Ersparnis bei LED Unterhalt/Jahr	**448,46 €**
		Amortisation in Jahren	**1,03**

Einsparpotenzial LED-Lampen



Umwelt:
Geschätztes jährliches CO_2-Einsparpotential mit LED-Lampen in der EU nach ausgewählten Bereichen in Millionen Tonnen CO_2

1 kWh = 0,598 kg CO_2



Geldbeutel:
Geschätztes jährliches Sparpotential mit LED-Lampen in der EU nach ausgewählten Bereichen in Milliarden Euro

© Statista 2010 powered by **IBM SPSS**
Quelle: McKinsey

Vorteile der LED-Technik

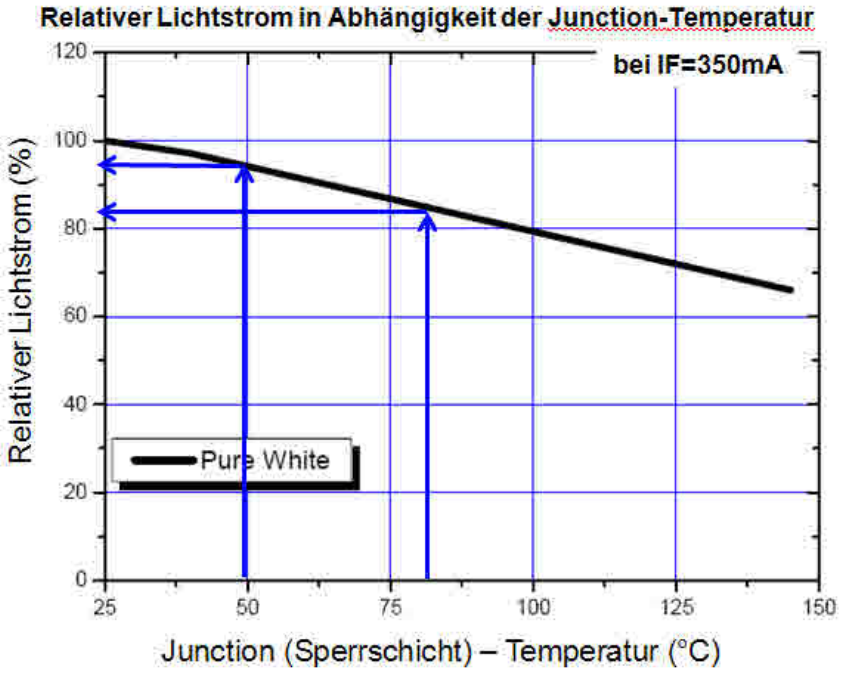
- Effizientes Leuchtmittel
- Aufgrund kleiner Baugröße, neue Anwendungsgebiete
- Problemlos dimmbar und schaltbar (PWM)
- Sehr hohe Lebensdauer
- In allen Lichtfarben verfügbar (Photobiologische Effekte)
- Wartungsfrei
- Kein Sondermüll, kein Quecksilber
- Gute Farbwiedergabe
- Gerichtetes Licht
- Stoß- und vibrationsfest
- Keine UV/IR-Strahlung (Museen, Schaufenster, Objektbeleuchtung, Metzger)

..aber: Sie mögen keine Wärme

Stolperfallen

Datenblattwerte oft nicht vergleichbar

- Lichtstrom ist Temperaturabhängigkeit
- Lichtstrom LED bzw. Lampe ungleich Leuchte
  Verluste durch Optiken/Glas
- Lebensdauer – LEDs halten ewig, aber …. LED-Treiber ??
- Betriebsbedingungen/Einbauort
- Weitere Infos siehe Webseiten
  www.led-profi.org
  www.allgolux.de
  www.ledclusive.de/blog



Eine 100lm-LED im 1-Watt Betrieb resultiert zu 54 lm/W Gesamteffizient

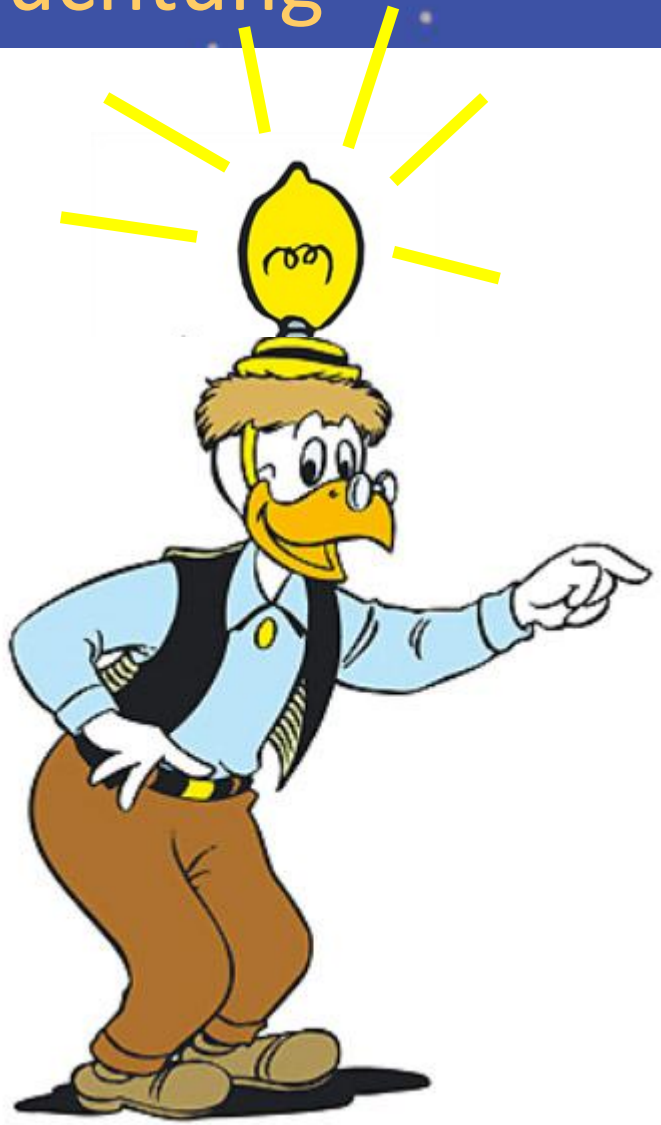
Auch aufgepasst !

- Vorsicht bei elektronischen Trafos.
  Diese benötigen oft eine Mindestlast
- 3 * 1W besser als 1 * 3W
- Dimmbarkeit.. Nur die wenigsten, dann aber teurer. Kompatibilät !
- LED-Tubes: Einsparung sehr von Anwendung abhängig.

Fazit - Zusammenfassung

- LED Leuchten heute – Viel Phantasie ! Neue Freiheiten im Design.
- LED Lösungen haben technische die Anforderungen der Allgemeinbeleuchtungssegmente erreicht.
- Vorsicht bei Vergleich von Leistungsdaten
  Derzeit kein einheitliches Vorgehen der Hersteller bei Angabe von Leistungsdaten
  (Brutto-bzw. Netto-Lichtstrom, Systemlichtausbeute, Lebensdauer, …)
- Lebensdauer stark abhängig von der Anwendung
  Die System Zuverlässigkeit umfasst alle Komponenten
- Im Markt vielfach umworbene >100 lm/W sind Theoriewerte und im Leuchtensystem heute noch nicht erreichbar.
- Ra >> 90 noch eine techn. Herausforderung
- Mech. u. wärmetechnische Probleme bei höheren LED-Leistungen (> 10W)
- Faustformeln für Retrofits (< 10W)
  $(Watt)_{LED} = (Watt)_{Glühbirne} / 7$ [-85%]
  $(Watt)_{LED} = (Watt)_{Halogen} / 4$ [-75%]

  > 10W LED-Leistung → LED-Leuchte



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Tom Reichelt
www.ledclusive.de
www.allgolux.de
www.led-profi.org
www.pyramid-projects.com

©Tom Reichelt
87471 Durach