

**Licht für Wandel :**

historyluxx

## **Lichtkultur ist Energiekultur**

**Konventionelle Lichtquellen versus LED**

LED-Hype: wo fehlt`s noch ?

Henning v. Weltzien  
Historyluxx

## Mein Credo :

Die LED ist unbestritten eine super Erfindung , die in der Lichttechnik zu einer Revolution geführt hat !

Neben der LED gibt es aber auch noch andere Energie – und Kosteneffiziente Beleuchtungslösungen !

## Überblick

- Grundlagen der Lichttechnik
- Güteigenschaften der Beleuchtung
- Anwendungen
- Leuchtmittel
- L E D
- Was fehlt noch ?

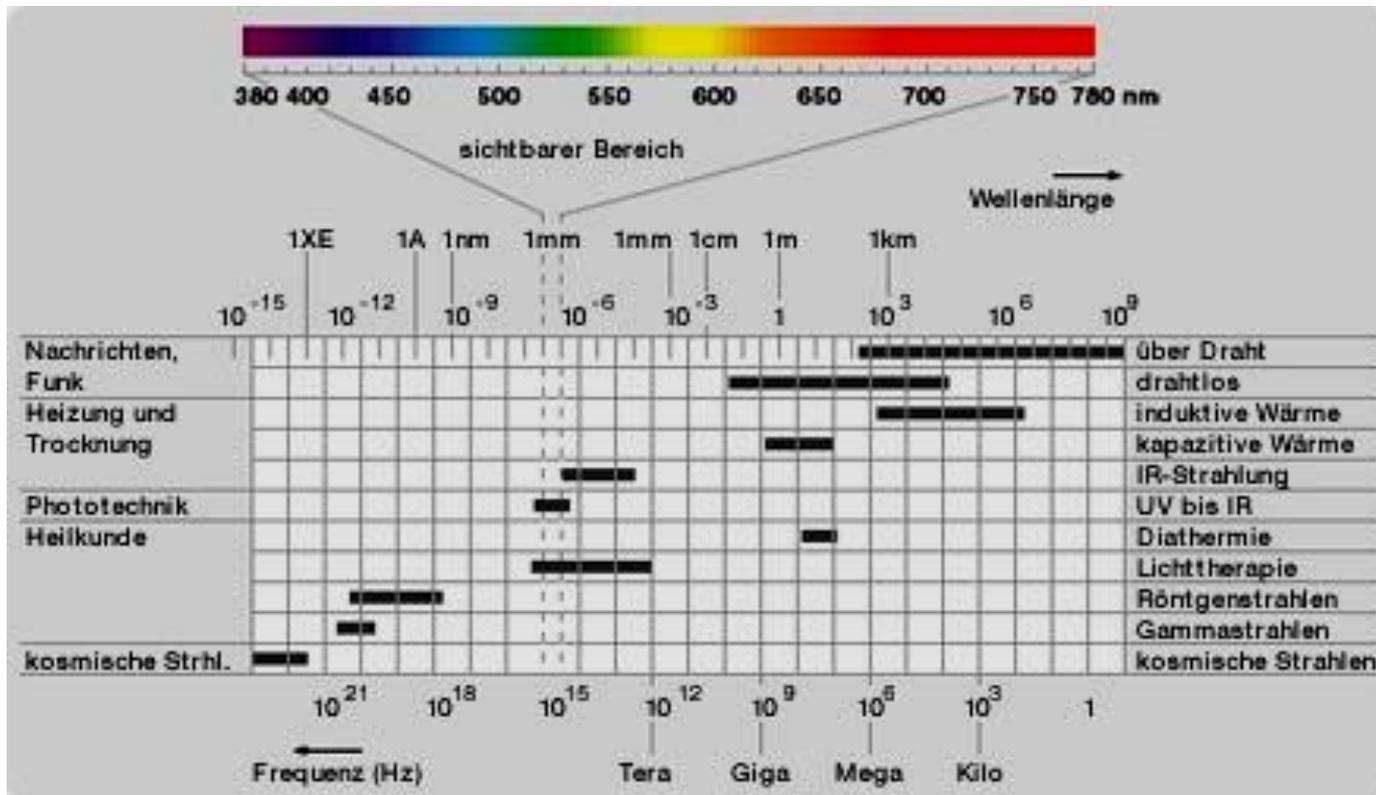
## Geschichte der künstlichen Beleuchtung

- Humphrey Davy
- Heinrich Göbel
- Werner Siemens
- Thomas Alva Edison
- Carl Auer von Welsbach



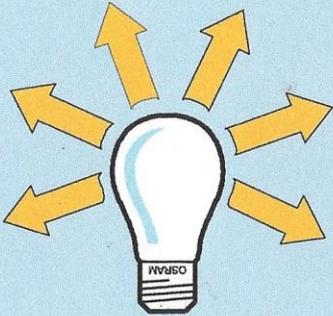
- Grundlagen der Lichttechnik

:



## Grundlagen der Lichttechnik

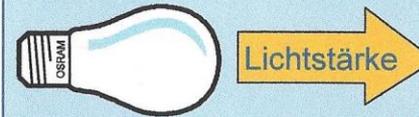
### Lichtstrom



Der Lichtstrom ist die Lichtleistung der Lichtquelle.

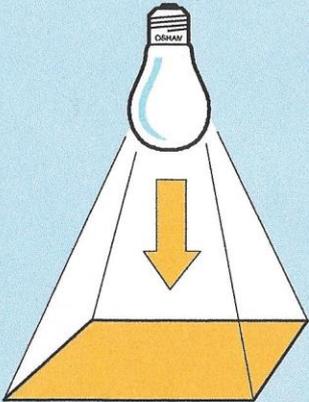
Maßeinheit: 1 Lumen (lm)

### Lichtstärke



Die Lichtstärke ist das Maß für die Lichtausstrahlung in einer bestimmten Richtung.  
Maßeinheit: 1 Candela (cd)

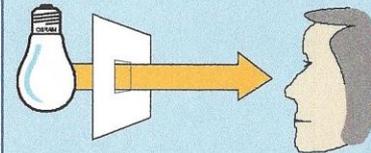
### Beleuchtungsstärke



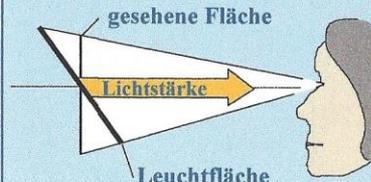
Die mittlere Beleuchtungsstärke einer Fläche ist der Lichtstrom pro Flächeneinheit:

$$\text{Lux} = \frac{\text{Lumen}}{\text{m}^2}$$

### Leuchtdichte



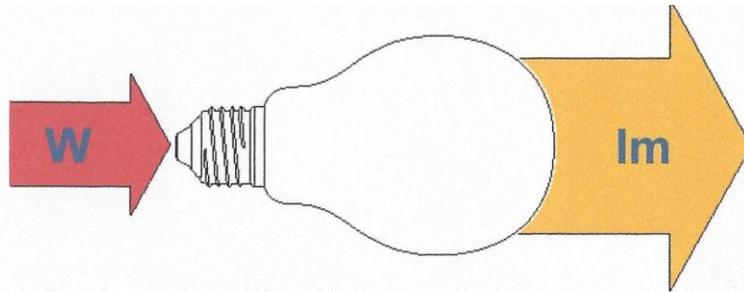
Die Leuchtdichte ist ein Maß für den Helligkeitseindruck, den das Auge von einer Fläche hat.  
Maß: : 1 Candela/m<sup>2</sup> (cd/m<sup>2</sup>)



Die Leuchtdichte hängt von der Größe der vom Auge gesehenen Fläche ab und von der Lichtstärke, die von der Fläche in Richtung Auge abgestrahlt wird.

Quelle: Fördergemeinschaft „Gutes Licht“

## Weitere Grundlagen der Lichttechnik



**Lichtausbeute =**

**$\frac{\text{Abgestrahltes Licht}}{\text{aufgewandte elektrische Leistung}} =$**

**$\frac{\text{Lumen (lm)}}{\text{Watt (W)}}$**

### Typische Werte lm/W

Glühlampe 10 - 15

HALOSTAR® 15 - 25

DULUX®S 60 - 80

L-Lampe 60 - 100

HQL 55

HQI 60 - 100

NAV 100 - 150

NA 150 - 200

## Konventionelle Lichtquellen versus LED

### Weitere Grundlagen der Lichttechnik Lichtfarbe/Lichttemperatur

Die herstellernerneutrale Farbbezeichnung von Lampen besteht aus drei Ziffern. Die erste Ziffer kennzeichnet die Farbwiedergabe ( $R_a$ -Bereich), die zweite und dritte Ziffer kennzeichnen die Farbtemperatur (in Kelvin).

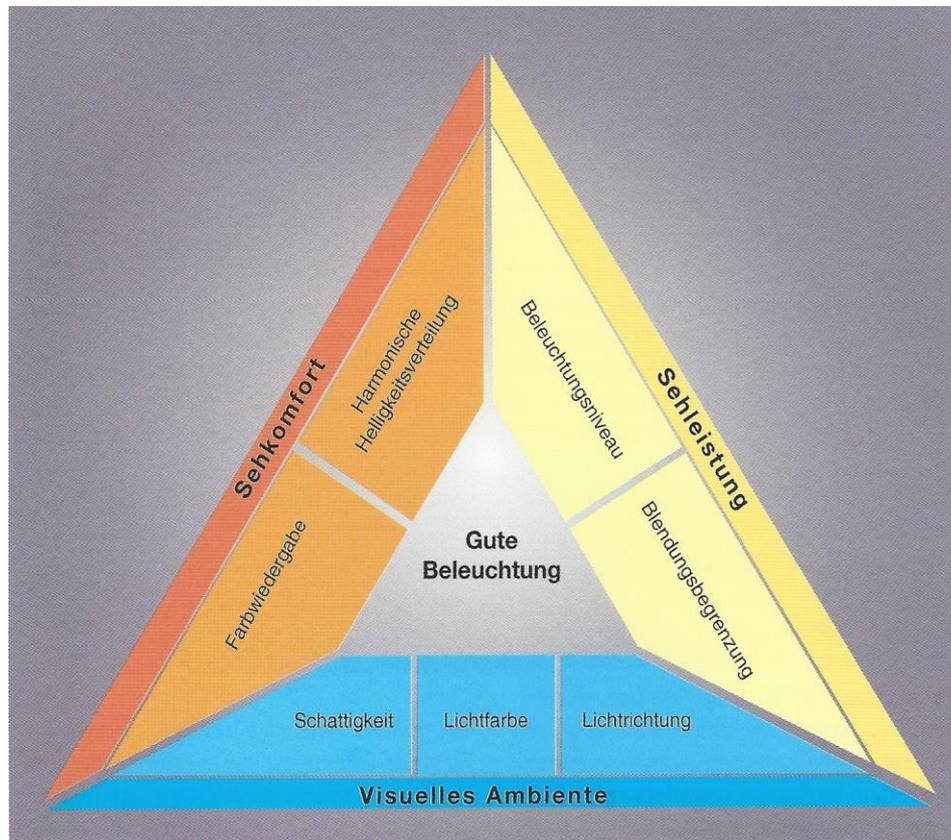
Ziffer	$R_a$ -Bereich	Lichtfarbe	Farbtemperatur in Kelvin
1. Ziffer		2. + 3. Ziffer	
9	90 – 100	27	2.700 K
8	80 – 89	30	3.000 K
7	70 – 79	40	4.000 K
6	60 – 69	50	5.000 K
5	50 – 59	60	6.000 K
4	40 – 49	65	6.500 K

Wenn möglich immer die gleiche Lichtfarbe in einem Raum!  
Zum Schutz der Augen!

#### Die Lichtfarbe der Lampen:

Lichtfarbe	Farbtemperatur in Kelvin
warmweiß	< 3.300
neutralweiß	3.300 – 5.300
tageslichtweiß	> 5.300

- Die Güteigenschaften der Beleuchtung



## Licht und Mensch

Richtige Beleuchtung ist nicht nur für die Sehaufgabe wichtig, sondern beeinflusst unseren Lebensrhythmus. Künstliches Licht unterstützt somit auch den Circadianen Rhythmus. Grundlage ist natürliches Sonnenlicht (Vitamin D).

Veränderung der Lichtbedingungen steigern das Wohlbefinden ,z.B. durch höhere Beleuchtungsstärken (Lichttherapie).

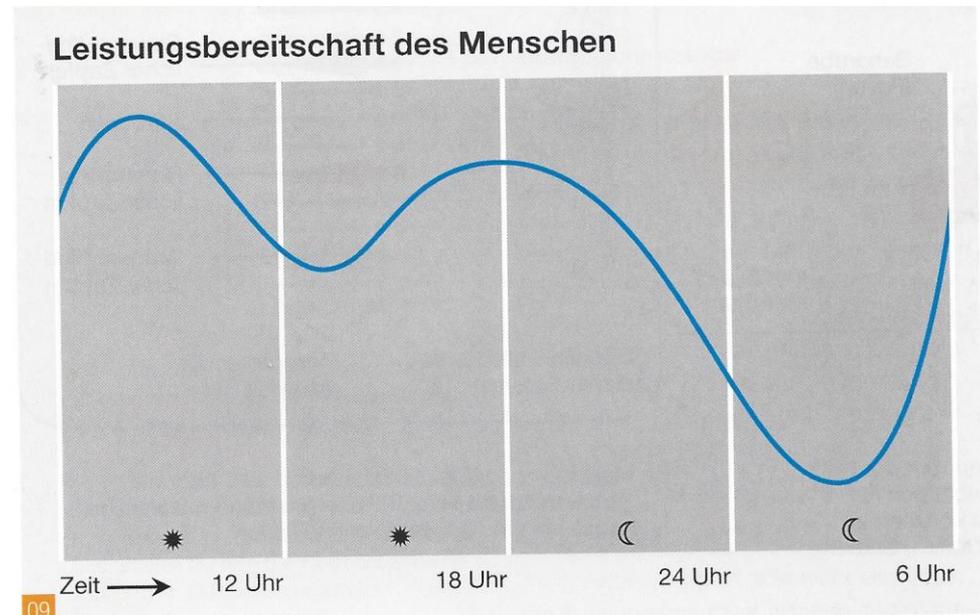
Wir nehmen über 80% unserer Informationen über die Möglichkeit zu sehen auf !

Hellempfindung des Menschen verändert sich mit fortschreitendem Alter.

## Biologisch wirksame Beleuchtung

Hierunter werden die Nicht-Visuellen Effekte ,die über das Auge vermittelt werden verstanden:

- folglich eine akute Unterdrückung der Melatonin-ausschüttung,
- eine Phasenverschiebung des circadianen Systems,
- verstärkte Wachheit.



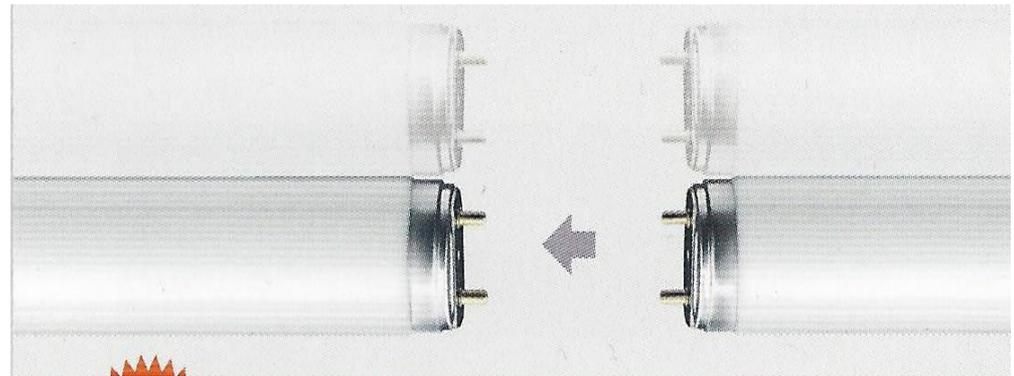
## Anwendungsgebiete :

	Konventionell	LED
• Innenbeleuchtung		
• Büro-	X	(X)
• Wohnraum-	X	--
• Bildung-	X	--
• Außenbeleuchtung		
• Straßen-	X	X
• Fassaden -	X	X
• Parkhäuser	X	X

## Konventionelle Lichtquellen versus LED

### Leuchtstofflampen

**T8 (26mm) Longlife Lampen** kommen mit EVG bei Schalt-  
rhythmus(11:1) auf 75.000 Std. LD ,  
d.h. bei Fertigungshallen, Tunnels  
oder auch Tankstellen weiterhin zum  
Einsatz.



**T 5 (16mm) HE/HO-bessere Lichtausbeute** –besonders bei 35° C (Optimum)

- Nur EVG-Betrieb mit Energieeinsparungs-Potentialen.
- Gleiche Leuchtdichte bei allen Wattagen (HE)
- Hoher Lichtleistung (HO) bei 6 – 8 m Deckenhöhe
- Veränderte Geometrie bringt durch kleineren Durchmesser schlankere Leuchten
- und relative Verbesserung des Leuchtenbetriebswirkungsgrad.

Hochdruckentladungslampen = HID-Lamps

Quecksilberdampflampen

- HQL
- HWL (Mischlichtlampen)

Halogenmetaldampflampen

- Quarztechnologie
- Keramiktechnologie

Natriumdampf-Hochdrucklampen

- VIALOX

Natriumdampf-Niederdrucklampen

- SOX



## Konventionelle Lichtquellen versus LED

### Quecksilberdampflampen

### Quecksilberdampflampen/Mischlichtlampen

#### HQL



#### Eigenschaften

- Kostengünstige Lampe in den Leistungsstufen 50 – 1.000 W
- Effizienz 32 – 60 lm/W
- Farbwiedergabe 3, bzw. 2B (DE LUXE)

#### Eigenschaften

- Kostengünstiger Ersatz für hochwattige Glühlampen in den Leistungsstufen 160 - 500 W
- Kein Vorschalt- oder Zündgerät nötig
- Effizienz 16 - 28 lm/W
- 

#### HWL



Ausphasung zum 13.4.2015 wegen  
EU-Verordnung (EG) Nr.245/2009

## Konventionelle Lichtquellen versus LED

---

### Halogenmetaldampf lampen mit Quarz – oder Keramikbrenner

#### Quarzbrenner



**Ausphasung ineffizienter HQ-Lampen ab  
13.04.2015 wegen EU Verordnung (EG) Nr.  
245/2009**

**Effiziente Typen erfüllen auch Stufe 3 (ab  
13.04.2017) dieser EU Verordnung**

#### Keramikbrenner



**Ausphasung ineffizienter Keramik-Lampen ab  
13.04.2015 wegen EU Verordnung (EG) Nr. 245/2009  
bzw. ab 1.9.2016 wegen (EG) Nr. 1194/2012**

**Effiziente Typen erfüllen auch Stufe 3 (ab 13.04.2017)  
der (EG) Nr. 245 bzw. (ab 1.9.2016) der (EG) Nr. 1194**

## Konventionelle Lichtquellen versus LED

### Halogen-Metaldampflampen mit Quarz – oder Keramikbrenner

#### Quarzbrenner



#### Anwendungen

Industrie, Verkaufsräume, Straßen /Plätze, Flutlicht /Stadien, Gebäudeanstrahlung

#### Eigenschaften

- Exzellentes Preis-Leistungsverhältnis
- Effizienz 64 - 120 lm/W
- Leistungsstufen 70 – 2.000 W
- Gute bis sehr gute Farbwiedergabe 65-93
- 3 Lichtfarben Warmweiß, Neutralweiß, Daylight

#### Keramikbrenner



#### Anwendungen

Hochwertige Verkaufsräume, Museen, Galerien, repräsentative Beleuchtung, weiße Außenbeleuchtung

#### Eigenschaften

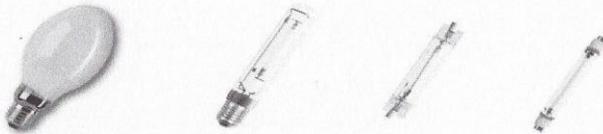
- Effizienz 73 - 125 lm/W
- Leistungsstufen 20 – 250 W
- Gute bis beste Farbwiedergabe 80 – 98
- Minimale Farbdrift über die Lebensdauer
- Sehr guter Lichtstromerhalt

## Konventionelle Lichtquellen versus LED

### Natrium-Hochdrucklampen (VIALOX)

### Natrium-Niederdrucklampen (SOX)

#### VIALOX



#### Eigenschaften

- Preisgünstige Lampe
- Effizienz 70 - 150 lm/W
- Leistungsstufen 50 - 1.000 W
- Gelbliches Licht, Farbwiedergabe 4

#### Anwendungen

Straßenbeleuchtung, Hallenbeleuchtung

**Vialox Lampen neuer Generation erfüllen Stufe 3 der EU Verordnung**

#### SOX



#### Eigenschaften

- Kostengünstige Lampe
- Effizienz 100 - 190 lm/W (höchster Wert aller Lampen)
- Leistungsstufen 18 - 180 W
- Gelbes Licht, Linienspektrum 590 nm

#### Anwendungen

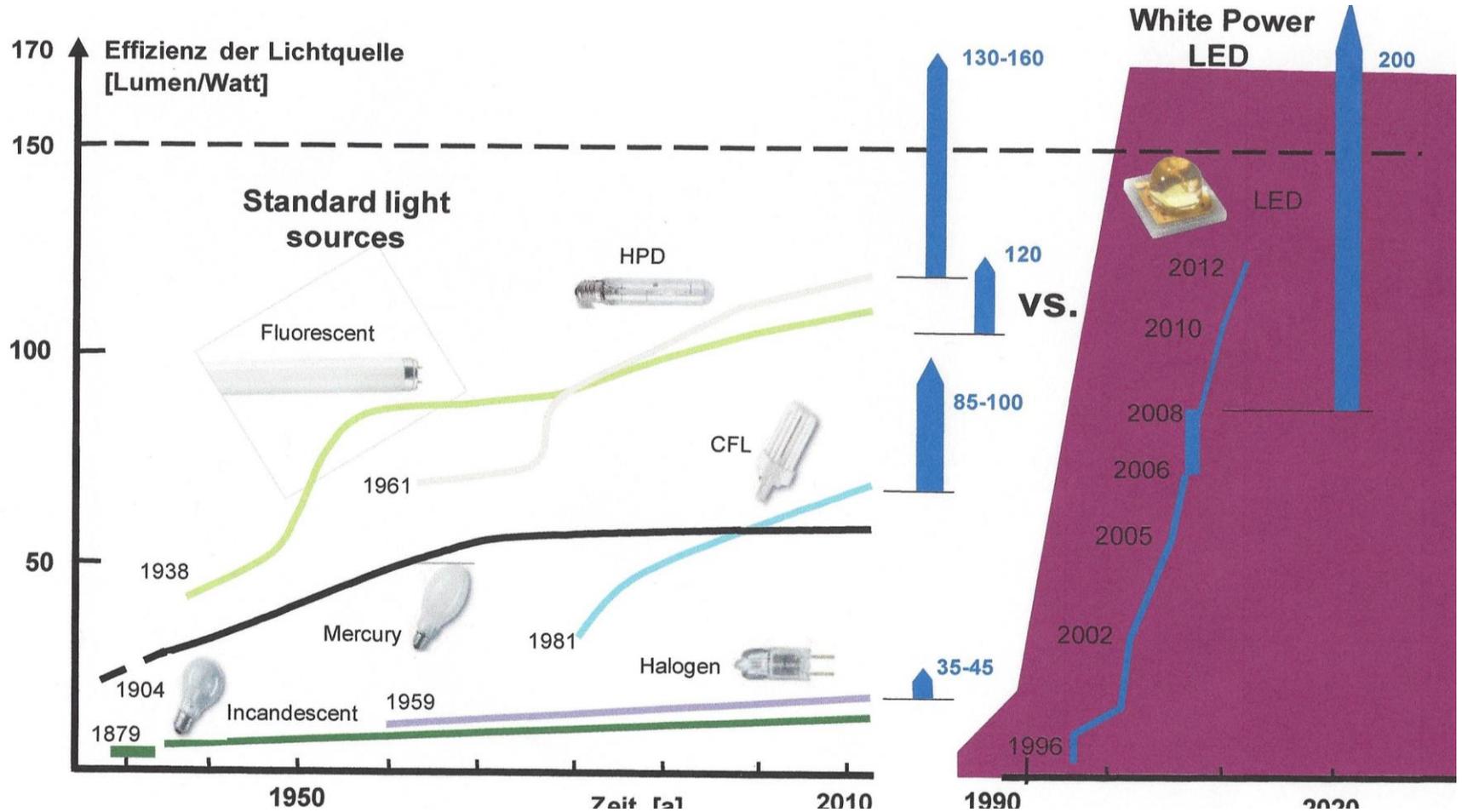
Schnellstraßen, Hafenbeleuchtung

**Nicht betroffen von EU-Verordnung**

# Konventionelle Lichtquellen versus LED

## Effizienzvergleich

## LED vs. Traditionelle Lichtquellen



## Worauf ist bei LED`s zu achten ?

Früher Glühlampe	- heute LED	(Punktstrahler)
Früher Leuchtstofflampe	- heute OLED	(Flächenstrahler)

Einsatz von LED heute in vielen Bereichen schon erfolgreich – aber nicht überall – besonders noch nicht im privaten Bereich !

Hier gelten auch hier die Grundlagen der Lichttechnik sowie die Grundlagen zur „Guten Beleuchtung

### Worauf ist bei LED`s zu achten ?

Lampenleistung (W) – die Leistungsaufnahme sagt nichts über die Helligkeit aus, d.h. besser ist es sich am Lichtstrom (lm) zu orientieren.

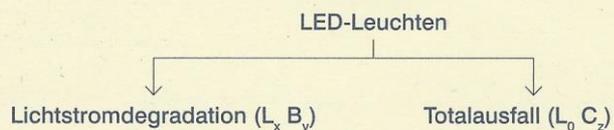
Dimmbarkeit- nicht alle Lampen (SSL) sind dimmbar !

## Worauf ist bei LED`s zu achten ?

### Lebensdauer:

Achten Sie genau auf die Lebensdauerangaben, es gibt viele verschiedene Definitionen. Für eine Beurteilung der Lebensdauer bei LEDs sollten Angaben zur Ausfallrate und zum Lichtstromrückgang getrennt angegeben und berücksichtigt werden.

### Lebensdauerkriterien von LED-Leuchten



Beispiel "L70/B50": "L70" bedeutet, dass die Lampe am Ende der angegebenen Lebensdauer noch mindestens 70 % Restlicht abgeben muss. Der "B-Wert" besagt, wie viele Lampen statistisch ausfallen dürfen: B50 = 50 %.

L <sub>x</sub> B <sub>y</sub>		L <sub>x</sub> C <sub>y</sub>		L <sub>x</sub> F <sub>y</sub>		
70	80	90	0	70	80	9
10	50	10	50	10	50	10

### Gradueller Lichtstromrückgang



$L_{70} B_{50}$   
 Lebensdauer (h) nach der  
 50 % der LEDs noch  $\geq$   
 70 % Lichtstrom abgeben

### Abrupter Lichtstromrückgang



$L_0 C_{10}$   
 Lebensdauer (h) nach der 10 % der LEDs  
 0 % Lichtstrom abgeben

Quelle: Celma Leitfaden

## Umwelt

- EU –Richtlinien
- **Ziel war richtig – Weg war falsch**
- 
- Entsorgung
- **W E E E – ROHS**
- **LED (LED/OLED)**

## Was fehlt noch ?

Erfahrungen über den Einfluss der LED auf den Menschen !

Kompetenz d.h. Kenntnisse über die Grundlagen der Lichttechnik bei Quereinsteigern !!

Normen und Standards sind in Arbeit (ZHAGA) und natürlich die Kosten bzw. Preisentwicklung

### FAZIT

LED ist noch nicht prinzipiell die beste Lösung.

Die Vorhersagen über LED Effizienzen sind oft noch übertrieben und oft noch nicht real umgesetzt (Laborwerte).

Gesamtkostenvergleich (TCO).

Besonders bei hohen Lichtpunkthöhen ist in vielen Fällen derzeit HID oder FL Lösung noch besser.

Richtige Beleuchtung hat auch weiterhin einen Einfluss auf das Wohlbefinden des Menschen.

Beleuchtung ist immer ein Gesamtkonzept !

Noch Fragen ?

Weiter Informationen :

Henning v.Weltzien [h.weltzien@Historyluxx.de](mailto:h.weltzien@Historyluxx.de)

Fördergemeinschaft Gutes Licht

[www.Licht.de](http://www.Licht.de)

Deutsche Lichttechnische Gesellschaft

[www.LiTg.de](http://www.LiTg.de)