



Lichttechnisches Institut

Lichttechnisches Institut

# Licht- und Displaytechnik

## Lichtquellen Teil 3

von

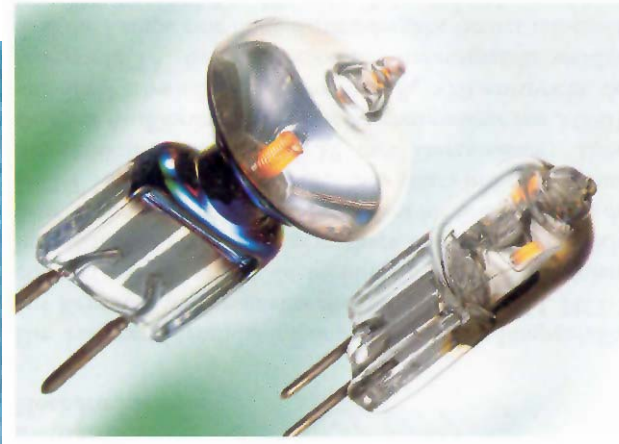
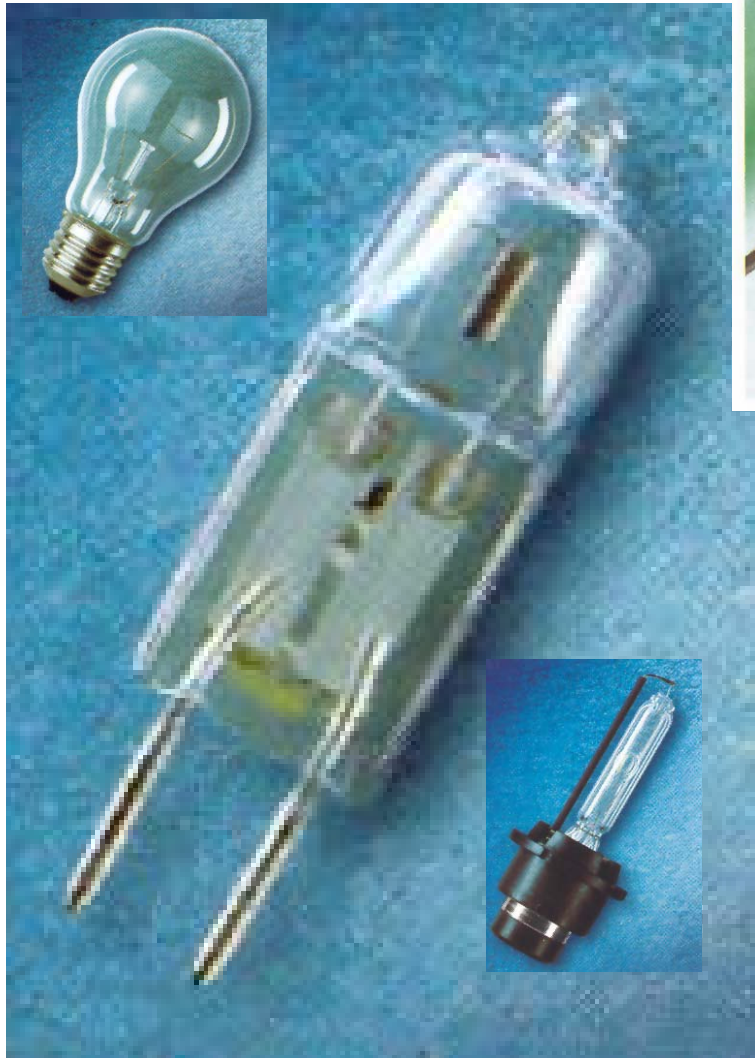
Karsten Klinger

Wintersemester 2008/2009



# LTI Übersicht über diverse Leuchtmittel

Lichttechnisches Institut

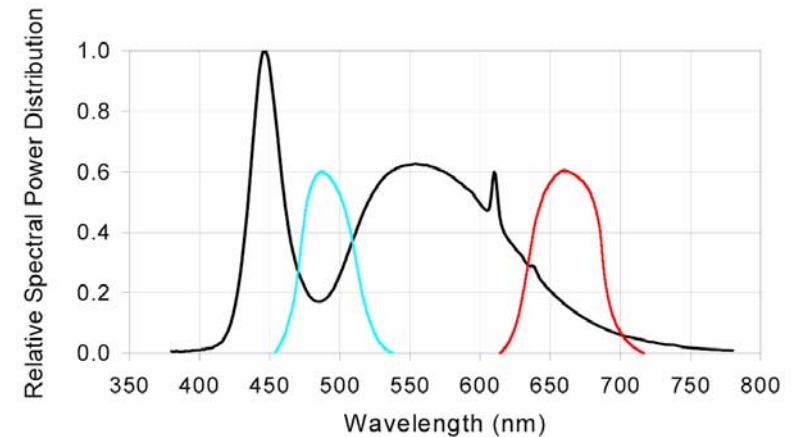


# Eigenschaften von Lichtquellen

- Wirkungsgrad
- Farbwiedergabe
- Farbort
- Lichtfarbe
- Lichtstromrückgang
- Erschütterungsfestigkeit
- Betriebsgeräte
- Wiedorzündbarkeit
- Brennlage

# Farbwiedergabeindex

Glühlampe	100
Leuchtstofflampe	60...98
Weisse LED „Luxeon“	70



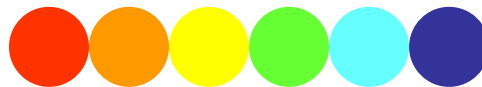
Verbesserung der Farbwiedergabe möglich durch

- Anderer Leuchtstoff
- Mischung weisser LEDs mit Farbigen
- RGB zu ROYGCB erweitern

Red  
Green  
Blue



Red  
Orange  
Yellow  
Green  
Cyan  
Blue



# Anforderungen an neue Leuchtmittel

## Thermomanagement

- Geringe Wärmeabgabe
- Grosse Kühlflächen

## Tolerable Farbabweichungen

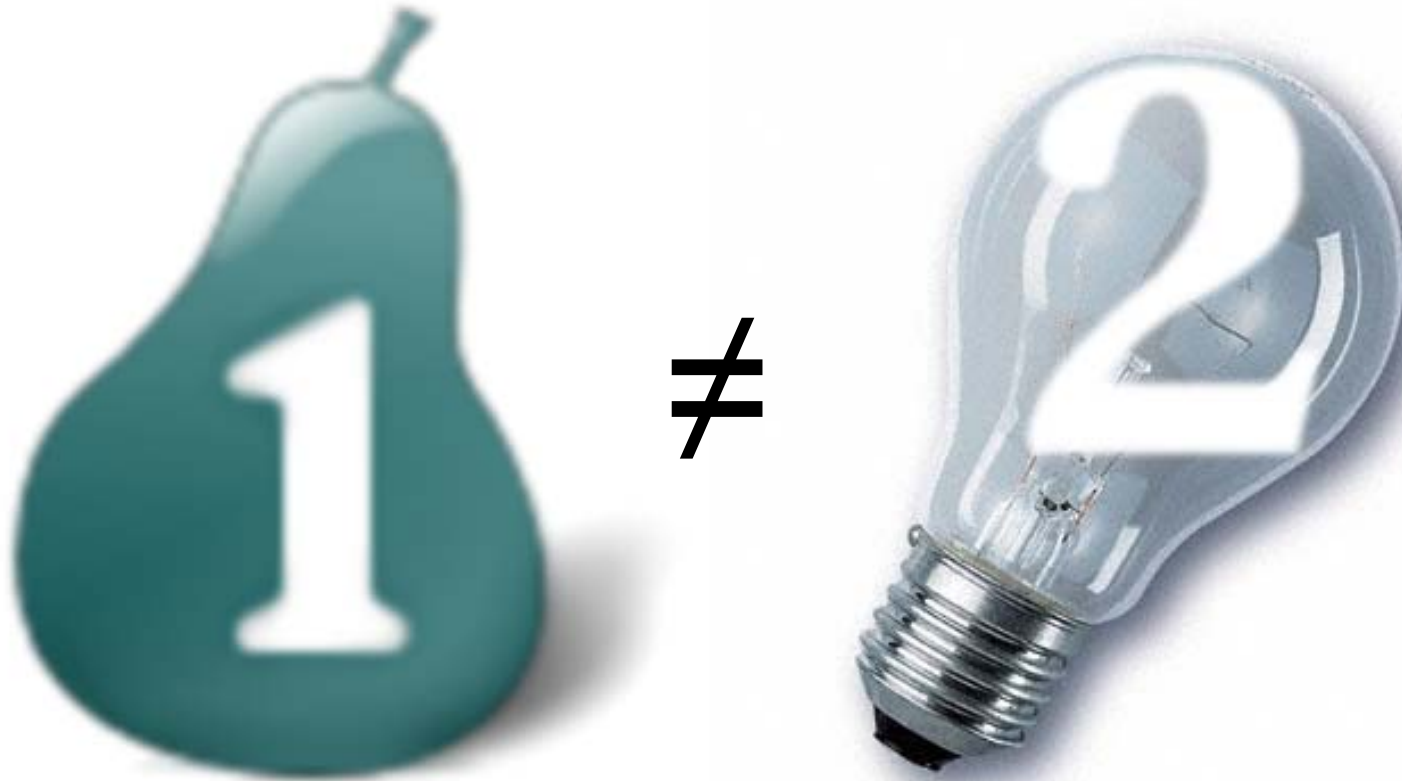
- Farbige LEDs:  $\pm$  einige nm (abhängig von der Wellenlänge)
- Weisses Licht:  $\pm$  einige 10 K Ra >80

## Umweltfreundlichkeit

- Geringe Leistung, damit geringer Spritverbrauch
- Keine Giftstoffe enthalten
- Recyclebar

## Wirtschaftlichkeit

- Niedriger Stückpreis

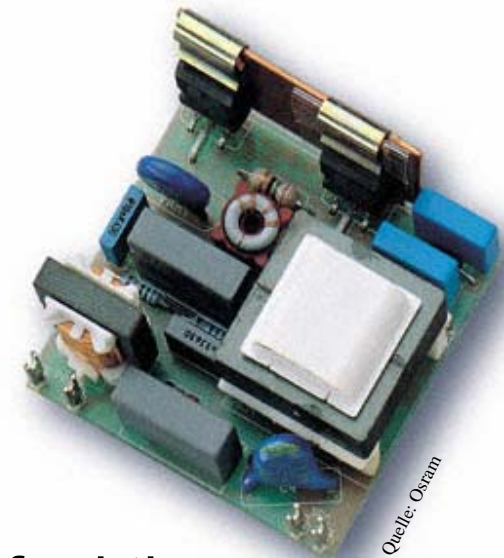




- Technologie des Leuchtmittels
  - Niedervolthalogenglühlampen, Leuchtstofflampen, HID-Lampen, DBE-Lampen, LED, OLED, ...
- Verschiedene Netze
  - europäisch (220V), amerikanisch (110V), KFZ (12V/42V), Fahrrad (6V), ...
- Komfort
  - Dimmung, SmartStart, Lebensdauer, Effekte, ...
- Intelligenz
  - Bussysteme, Fernsteuerung, autarke Lichtanpassung, ...



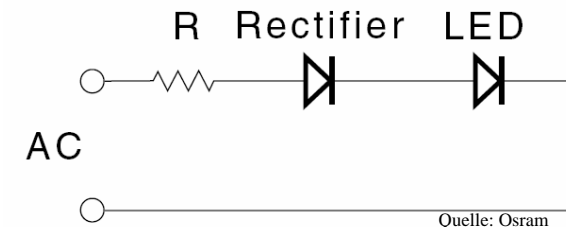
- Niedrigpreissegment und Deko-Bereich
- Erzeugung der Niederspannung
- Konventioneller Transformator
  - Schwer, groß, warm, nicht dimmbar, keine Sicherheitsfunktionen
- Elektronischer Transformator
  - Bis 80% leichter, 40% kleiner, 60% geringere Verlustleistung, Dimmfunktion möglich, elektronische Sicherheitsfunktionen







- Konstantstromquelle
  - Anschluss von ein bis mehrere LED
- Niedrige Systemverluste
  - Vorwiderstand vs. SNT + PWM
- Optimierte Spannungsregelung
  - Netzspannungsbereiche
  - LED-Arbeitspunkte
- Größe und Gewicht
- Eignung für die Beleuchtungstechnik
  - Dimmung
  - Steuerung
  - Kaskadenschaltung

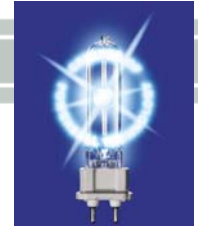


Quelle: LED-Shop24



- **Niederdruckgasentladung**
  - Strombegrenzung
  - Zündspannung
- **Niedrige Systemverluste**
  - Konventionelle Drossel vs. SNT
- **Wendelheizung**
- **Sicherheitsfunktionen**
- **Erweiterte Funktionen**
  - Dimmung
  - Lichtstromkonstanz
  - Digitale Ansteuerung





- Versorgungsspannung
  - Bordnetze
  - Versorgungsnetze
- Optimierte Regelung des Betriebspunktes
  - Lebensdauer
  - Farbe
- Schnelle Betriebsbereitschaft
  - Autoscheinwerfer < 1,5s
  - Projektorlampen < 60s
- Effizienter Betrieb



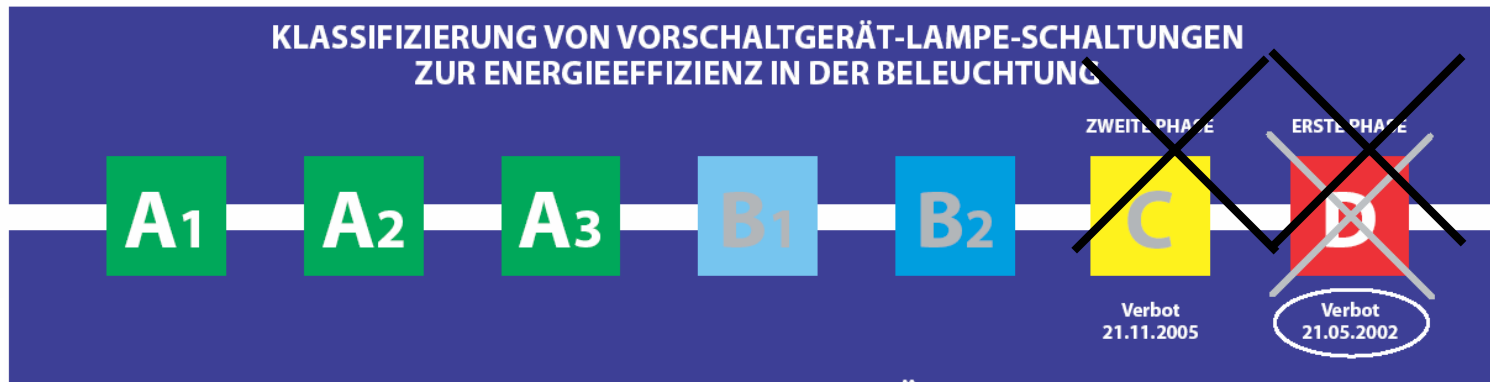


- Induktionslampen
  - HF-Generator
  - Elektromagnetische Kopplung
  - Elektromagnetische Verträglichkeit
- DBE-Lampen
  - Kapazitive Last
  - Rechteckgenerator
  - EMV
- Leuchtröhren
  - Streufeldtransformatoren bis 7,5kV
- OLED
  - Spannungs-/Stromquelle





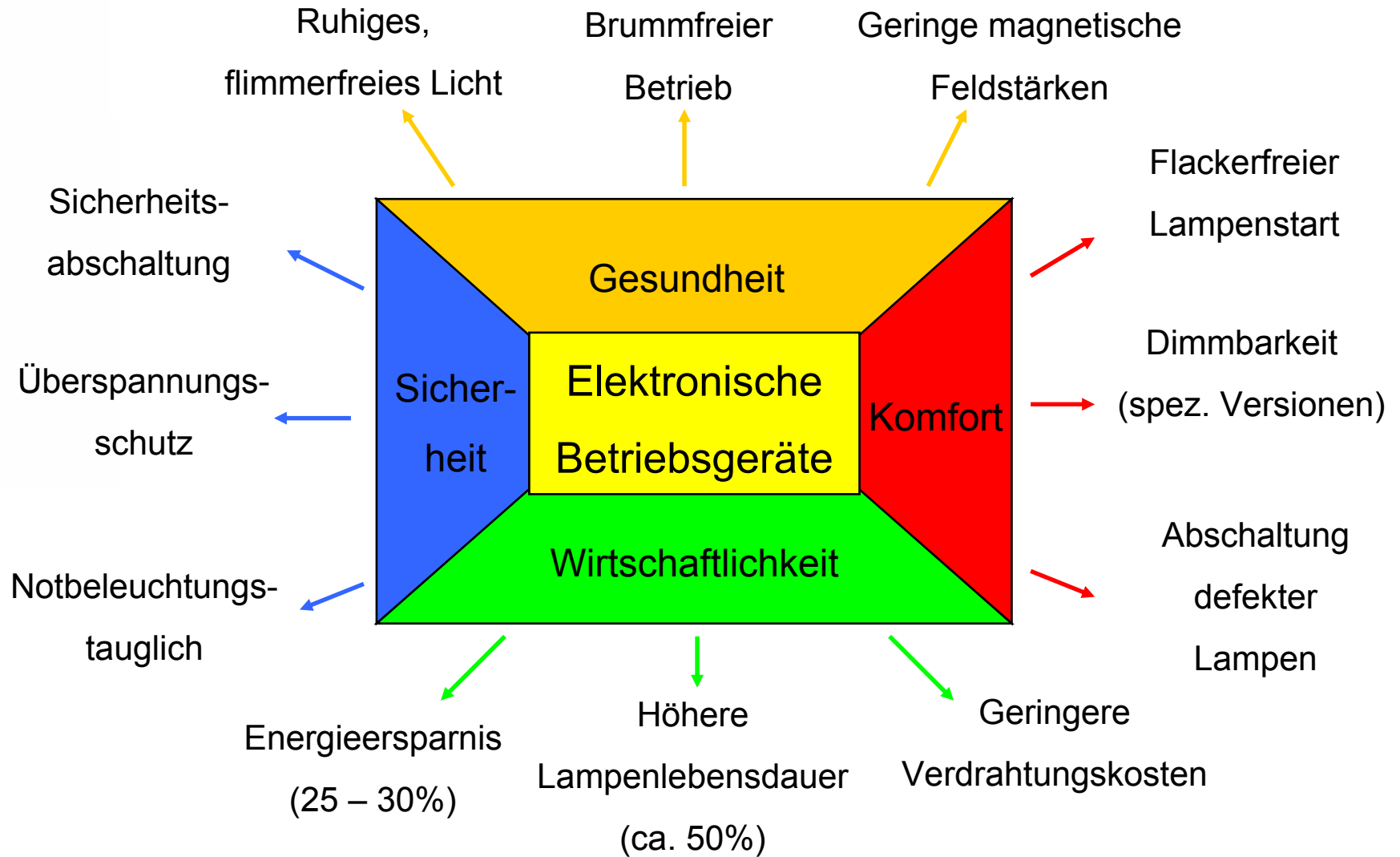
## DAS HEUTE UND DIE ZUKUNFT



Klasse	Beschreibung	Leistung in Watt
D =	Magnetische Vorschaltgeräte mit sehr hohen Verlusten	> 45 W
C =	Magnetische Vorschaltgeräte mit moderaten Verlusten	≤ 45 W
B2 =	Magnetische Vorschaltgeräte mit geringen Verlusten	≤ 43 W
B1 =	Magnetische Vorschaltgeräte mit sehr geringen Verlusten	≤ 41 W
A3 =	Elektronische Vorschaltgeräte	≤ 38 W
A2 =	Elektronische Vorschaltgeräte mit reduzierten Verlusten	≤ 36 W
A1 =	Dimmbare elektronische Vorschaltgeräte	≤ 38/19 W (bei 100% - 25%)

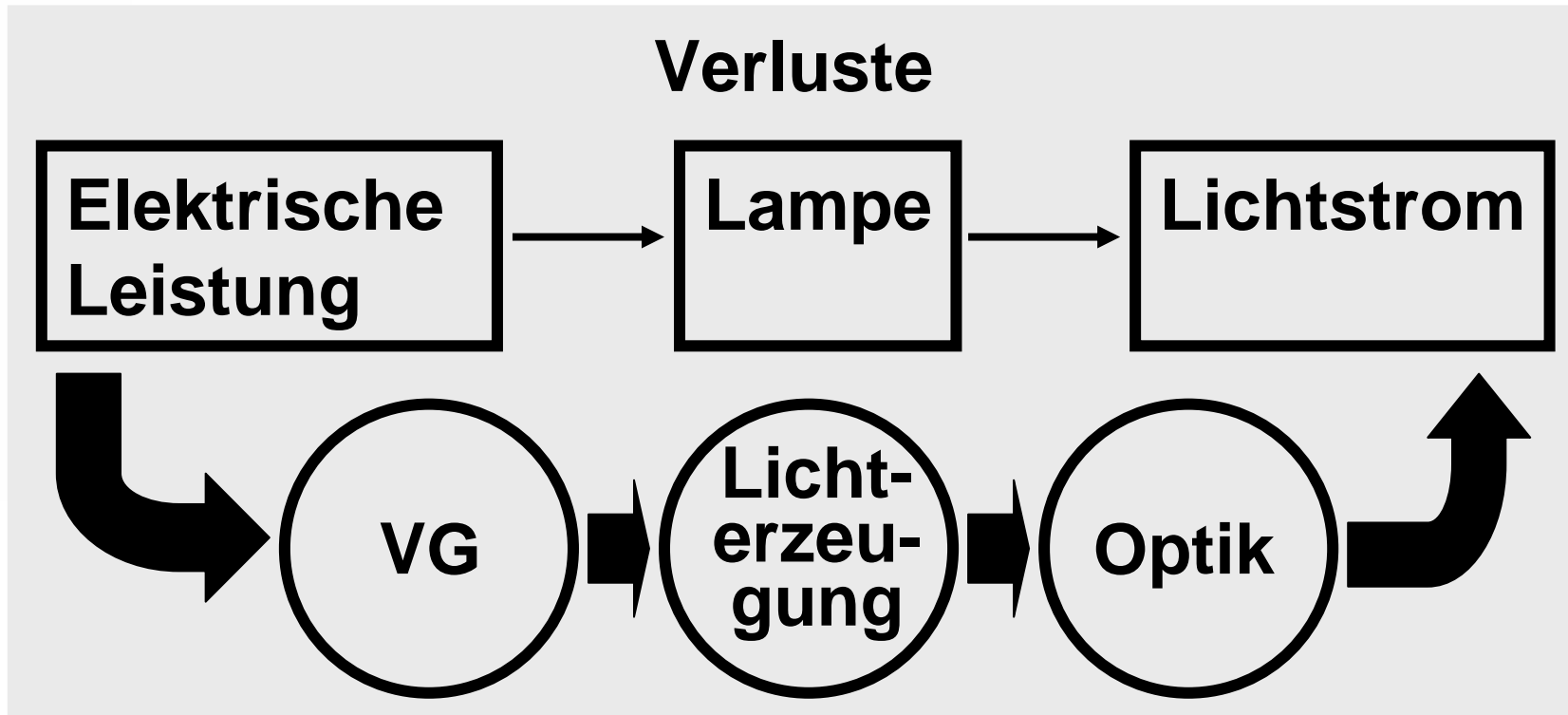


# Potenzial elektronischer Betriebsgeräte



# Alles(?) braucht ein Betriebsgerät ...







## Temperaturstrahler

### Theoretische Obergrenze:

Plankscher Strahler mit 7000 K

Verlustlose Erzeugung der Temperaturstrahlung

95 lm/W

### Praktische Obergrenze:

Wolfram Strahler bei 3650 K (Schmelzpunkt)

54 lm/W

## Linienstrahler

Wellenlänge 555 nm

Spektral schmal

683 lm/W

## Optimaler Strahler

„Weißes“ Licht

200 lm/W

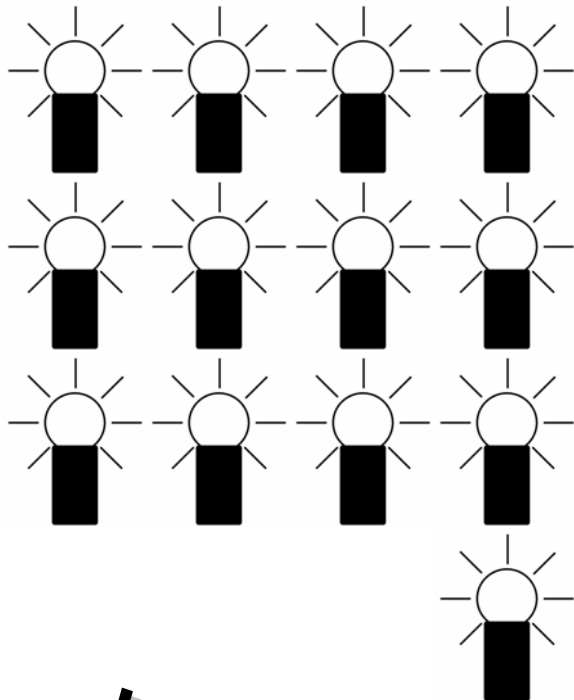
# Wirkungsgrade Glühlampen

Glühlampe „Classic“ 40W	10,5 lm/W
Glühlampe „Classic“ 100W	13,6 lm/W
Niedervolt Halogen Glühlampe 10W matt	13,0 lm/W
Niedervolt Halogen Glühlampe 50W klar	18,2 lm/W
Hochvolt Halogen Glühlampe 150W	17,0 lm/W
Hochvolt Halogen Stab 2000W	22,0 lm/W
Hochvolt Halogen Stab 250W IR-Reflex	22,0 lm/W
Hochvolt Halogen Stab 400W IR-Reflex	23,8 lm/W

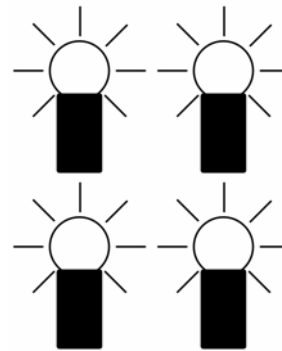
lm/w

# Vergleich der Glühlampen

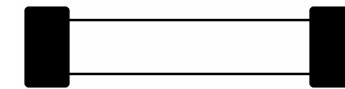
**13 x 40W  
= 520W  
(5460lm)**



**4 x 100W  
= 400W  
(5440lm)**



**1 x 250W  
= 250W  
(5500lm)**



**Halogen**

lm/w

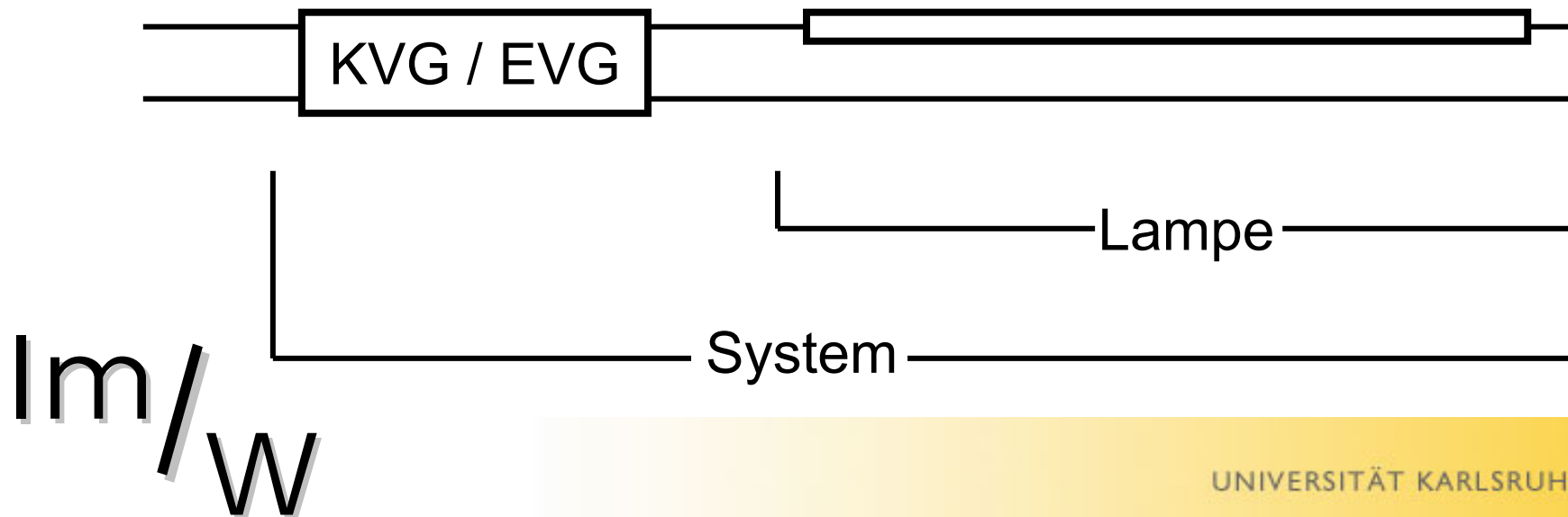
# Wirkungsgrade Entladungslampen

Kompaktleuchtstofflampe	23W	65,2 lm/W
Leuchtstofflampe „de luxe“	58W	64,7 lm/W
Leuchtstofflampe „Plus ECO“	58W	89,7 lm/W
Halogen-Metall dampflampe		70-120 lm/W
Natriumdampf-Hochdrucklampe		70-140 lm/W
Natriumdampf-Niederdrucklampe		97-189 lm/W
HID Lampe D2S („Xenon“-Lampe) 35W		91,0 lm/W

lm/w

# Vergleich der Entladungslampen

Systeme:	Lampe:	System:	Lichtstrom:
58W mit KVG	58 W 90 lm/W	71 W 73 lm/W	5200 lm
58W mit EVG	51 W 98 lm/W	55,5 W 90 lm/W	5000 lm



# Kosten-Nutzen Vergleich - Energiesparlampe

## Einzeldaten:

Glühlampe	100 W	1.360 lm	1.000 h	0,50 EUR
Energiesparlampe	23 W	1.500 lm	15.000 h	10,60 EUR
Strom		1kWh		0,20 EUR

## Systeme mit fast gleichem Lichtstrom:

15 Glühlampen	100 W	15.000 h	7,50 EUR
1 Energiesparlampe	23 W	15.000 h	10,60 EUR

## System- und Stromkosten:

Glühlampe	$7,50 \text{ EUR} + 300 \text{ EUR} = 307,50 \text{ EUR}$
Energiesparlampe	$10,60 \text{ EUR} + 69 \text{ EUR} = 79,60 \text{ EUR}$

lm/  
EUR

# Wirkungsgrade LEDs

Luxeon kaltweis	5W	25,0 lm/W
Luxeon kaltweiss	3W bei 700mA	25,0 lm/W
Luxeon kaltweiss	1W	20,1 lm/W
Luxeon warmweiss	1W	16,7 lm/W
Cree XLamp 2007	1W	75,0 lm/W
Nichia weiss	180mW	ca. 30,0 lm/W
Nichia warmweiss	100mW	ca. 10,0 lm/W
Osram weiss TOPLED	86mW	7,0 lm/W
Osram weiss Power LED	10W	60 lm/W
GELcore weiss TL	60mW	24,6 lm/W

lm/w

# Vergleich der LEDs



Luxeon kaltweiss 1W mit Widerstand 4,3 lm/W



Luxeon kaltweiss 1W mit EVG 16,7 lm/W

lm/w



# Kosten-Nutzen Vergleich - LED 2003

## Einzeldaten:

Glühlampe	40 W	420 lm	1.000 h	0,50 EUR
LED	1 W	25 lm	50.000 h	10,00 EUR
EVG	4 W		50.000 h	10,00 EUR
Strom		1KWh		0,20 EUR

## Systeme mit gleichem Lichtstrom:

50 Glühlampen	40 W	420 lm	50.000 h	25 EUR
16 LED + 2 EVG	24 W	400 lm	50.000 h	180 EUR

## System- und Stromkosten:

Glühlampe	25 EUR	+	400 EUR	=	425 EUR
LED + EVG	180 EUR	+	240 EUR	=	420 EUR

lm/  
EUR

# Kosten-Nutzen Vergleich - LED 2007

## Einzeldaten:

Glühlampe	40 W	420,0 lm	1.000 h	0,50 EUR
LED	1,1 W	82,5 lm	50.000 h	6,20 EUR
EVG	4 W		50.000 h	10,00 EUR
Strom		1kWh		0,20 EUR

## Systeme mit gleichem Lichtstrom:

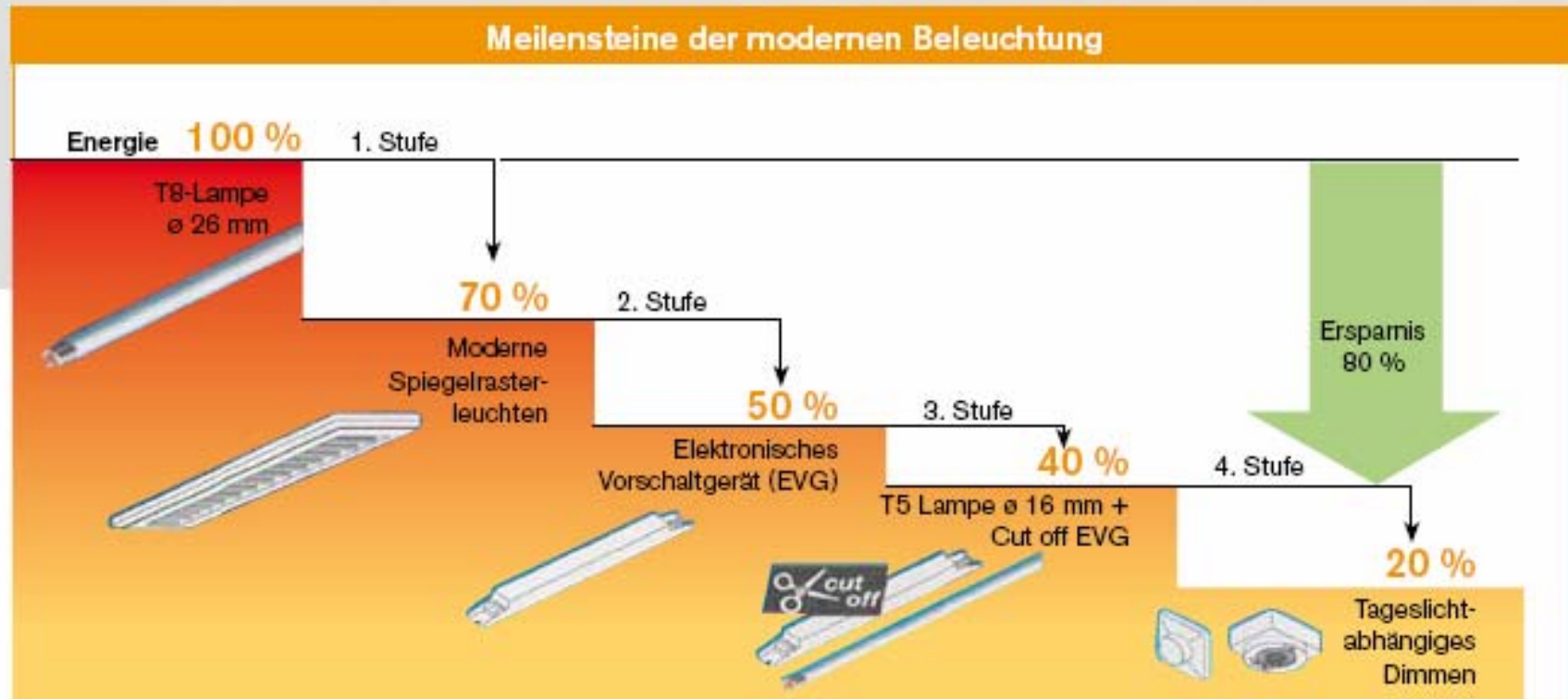
650 Glühlampen	520 W	5460 lm	50.000 h	325 EUR
64 LED, 8 EVG	103 W	5280 lm	50.000 h	477 EUR

## System- und Stromkosten:

Glühlampe	325 EUR	+ 5200 EUR	=	5525 EUR
LED + EVG	477 EUR	+ 1030 EUR	=	1507 EUR

lm/  
EUR

# Meilensteine der modernen Beleuchtung

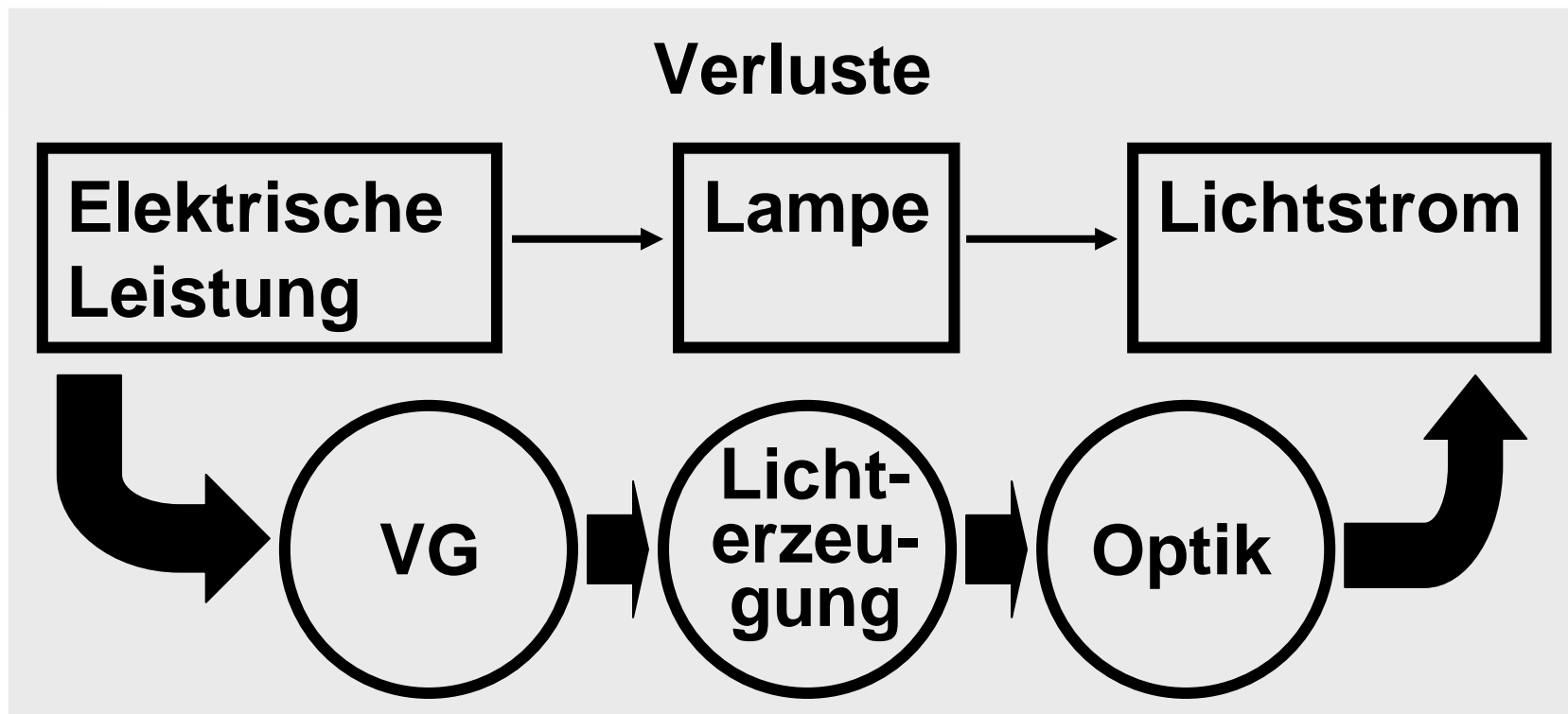


# Wirkungsgrad

Wirkungsgrad, Lichtausbeute oder Effizienz genannt.

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

Aufgenommene elektrische Leistung inklusive Betriebsgerät.



# Betriebswirkungsgrad



**Definitionen:**

$$\eta_{LB} = \frac{\Phi_L}{\sum \Phi}$$

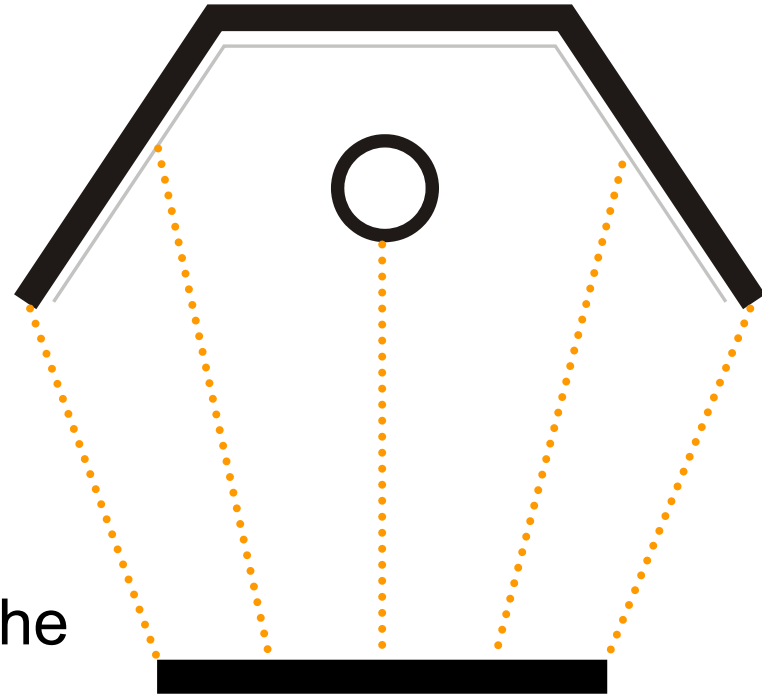
$\Phi_L$  Lichtstrom, der aus der Leuchte austritt

$\Phi$  Lichtströme der Lampen

$$\eta = \frac{\Phi_A}{\sum \Phi}$$

$\Phi$  Lichtströme aller Lampen

$\Phi_A$  Lichtstrom auf der Nutzfläche



**Lichtstrom auf der Nutzfläche**  
**Lichtstrom aller Lampen im Raum**

**Elektrophysik**, Neundorf, Pfender, Popp  
Springer-Verlag, 1997

**Physik**, Gerthsen, Vogel  
Springer-Verlag, 1993

**Licht und Beleuchtung**, Hentschel  
Hüthig-Verlag, 1994

**Taschenbuch der Physik**, Stöcker  
Harri Deutsch Verlag, 1994

**Quantenphysik und Statistische Physik**, Alonso, Finn  
Oldenbourg Verlag, 1998

**Handbuch für Beleuchtung**, Lange  
ecomед Verlag, 2004

**Grundlagen der Beleuchtungstechnik**, Bruno Weis,  
Pflaum-Verlag, München 2001

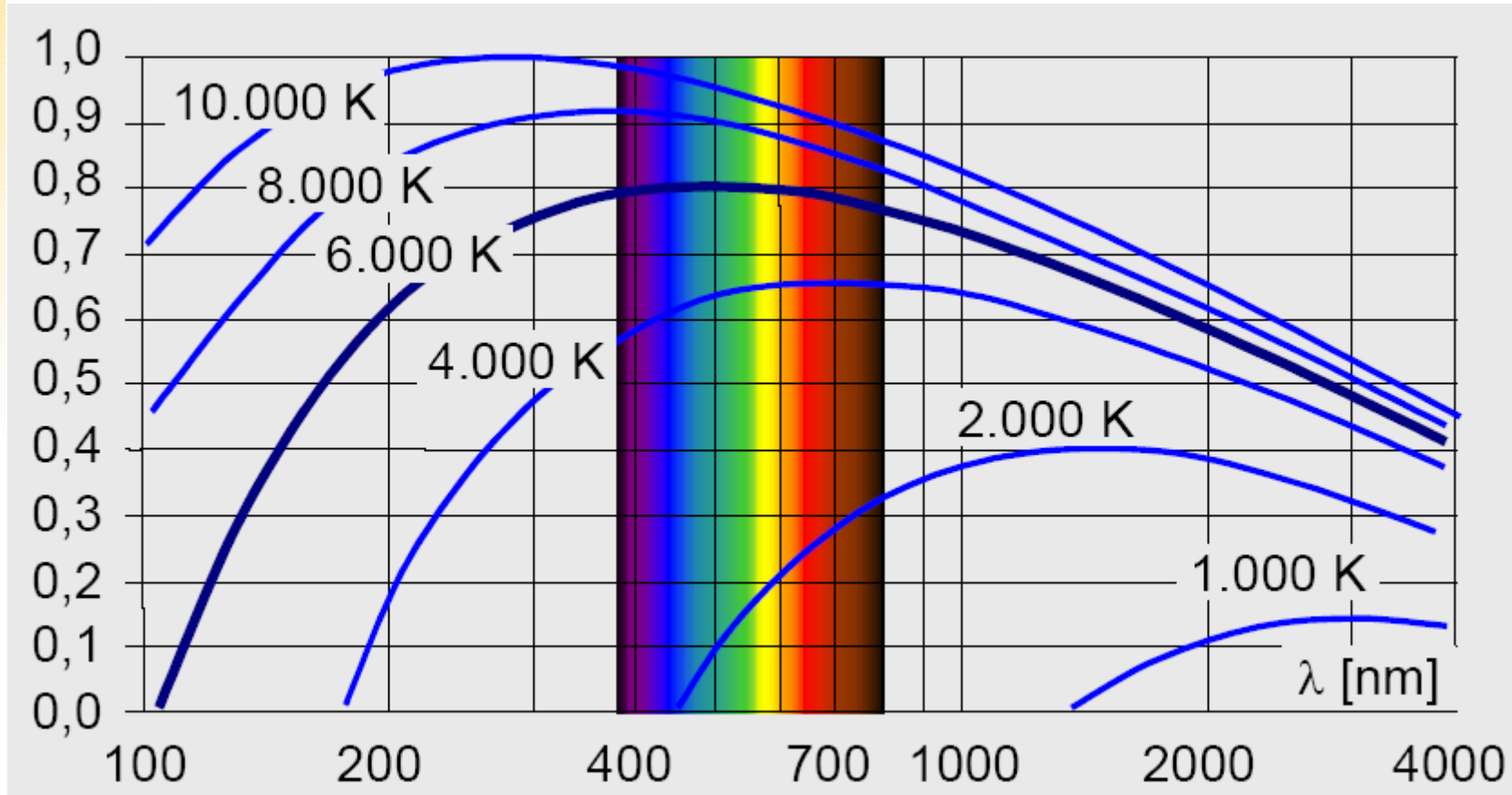
# Quellenangaben

- Osram Lichtprogramm 2002/2003
- Osram Lichtprogramm 2000/2001
- Osram Lichtprogramm Fahrzeuglampen 2003/2004
- Lumileds, Luxeon Datenblätter: DS25, DS34, DS47, DS45
- Philips Lighting, Datenblatt: Xitanium LED Electronic Driver
- Conrad, Hauptkatalog 2004
- Zeno Zanini, Lieferprogramm, Stand 5.11.2003
- Nichia, Datenblatt: NSPL500S
- GELcore, Datenblatt: White\_TL, Stand: August 2003
- Bruno Weis, Grundlagen der Beleuchtungstechnik, Pflaum-Verlag, München 2001



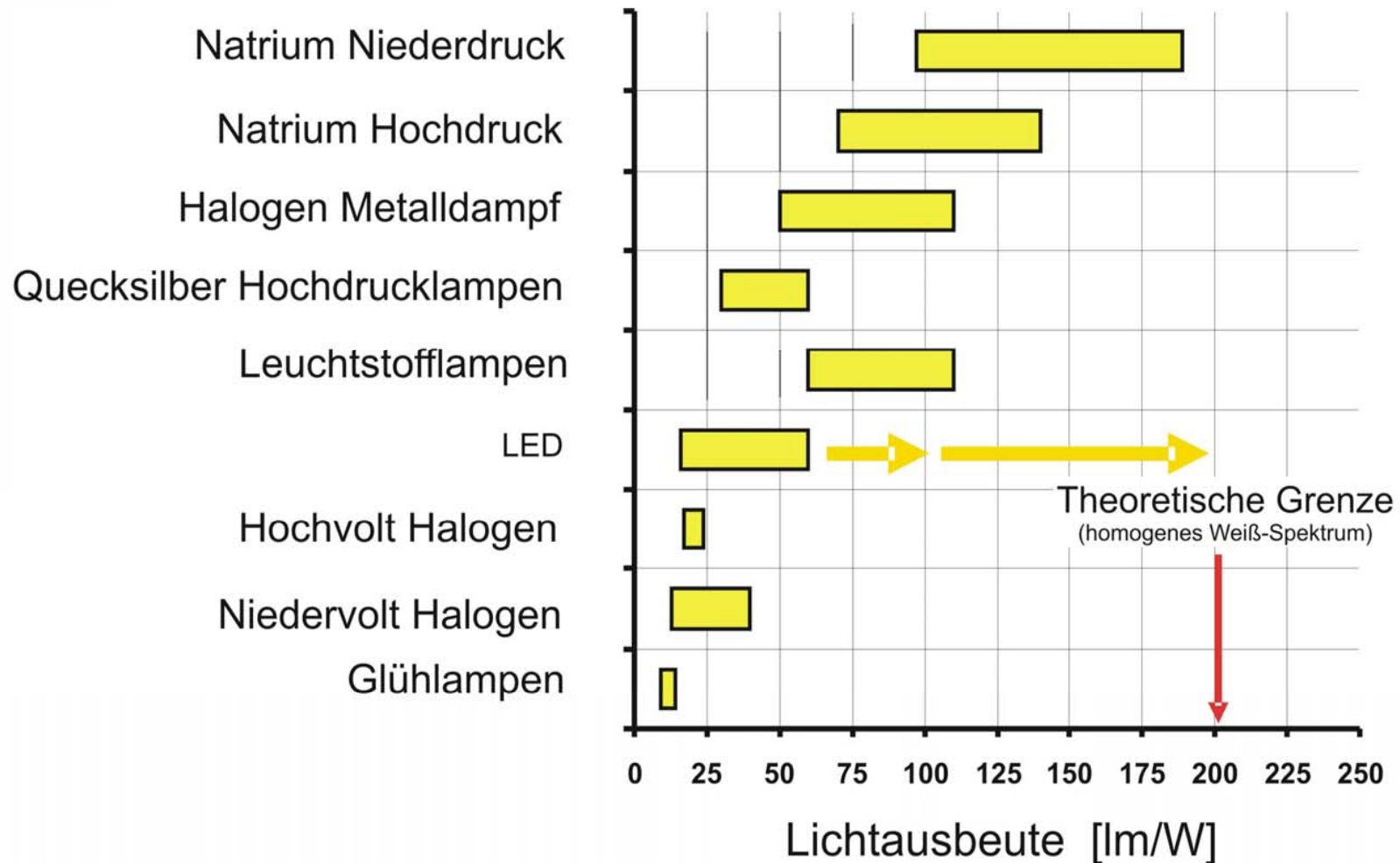
# Weitere Folien

# Strahldichteverteilungskurve

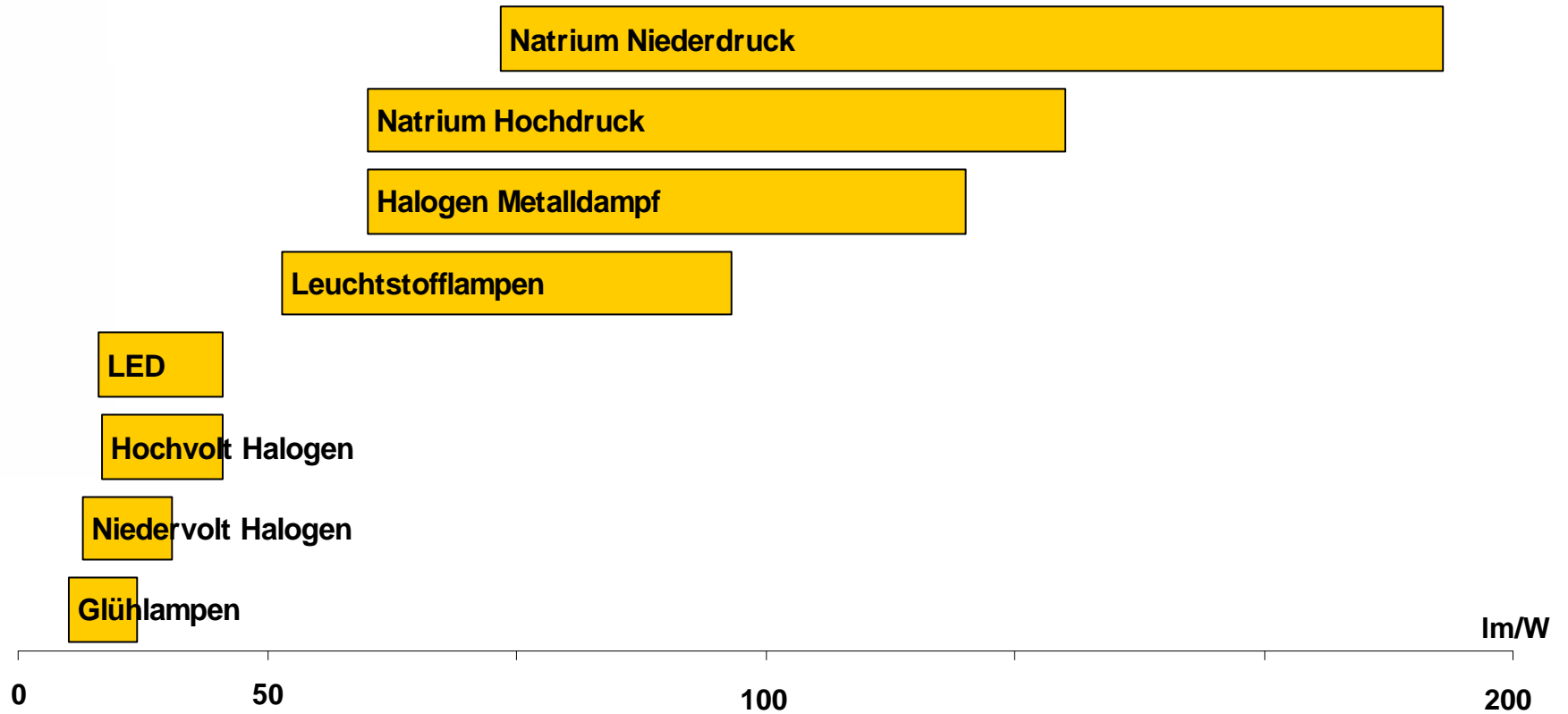


Wellenlänge / [nm]

# Übersicht der Wirkungsgrade



# Übersicht der Wirkungsgrade



lm/w