



Lichttechnisches Institut

Lichttechnisches Institut

Licht- und Displaytechnik

Lichtquellen Teil 3

von

Karsten Klinger

Wintersemester 2008/2009



LTI Übersicht über diverse Leuchtmittel

Lichttechnisches Institut

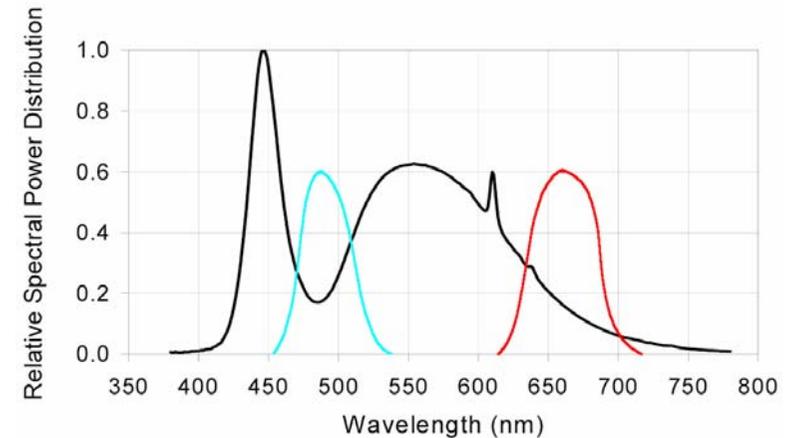


Eigenschaften von Lichtquellen

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

Farbwiedergabeindex

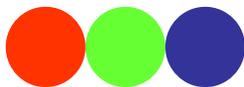
Glühlampe	100
Leuchtstofflampe	60...98
Weisse LED „Luxeon“	70



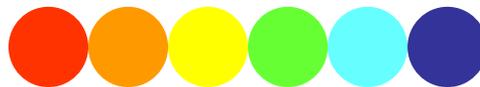
Verbesserung der Farbwiedergabe möglich durch

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

Red
Green
Blue



Red
Orange
Yellow
Green
Cyan
Blue



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

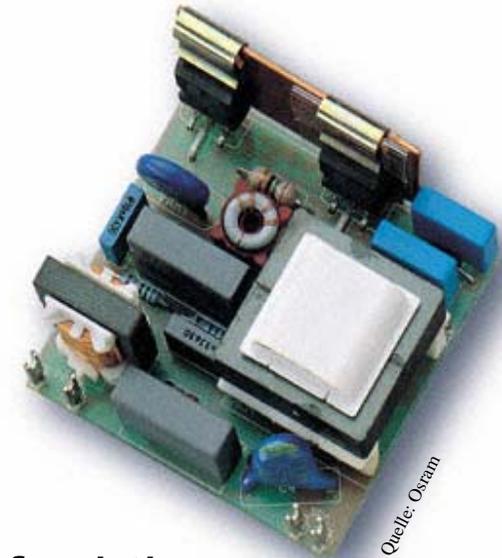




- Technologie des Leuchtmittels
 - Niedervolthalogenglühlampen, Leuchtstofflampen, HID-Lampen, DBE-Lampen, LED, OLED, ...
- Verschiedene Netze
 - europäisch (220V), amerikanisch (110V), KFZ (12V/42V), Fahrrad (6V), ...
- Komfort
 - Dimmung, SmartStart, Lebensdauer, Effekte, ...
- Intelligenz
 - Bussysteme,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

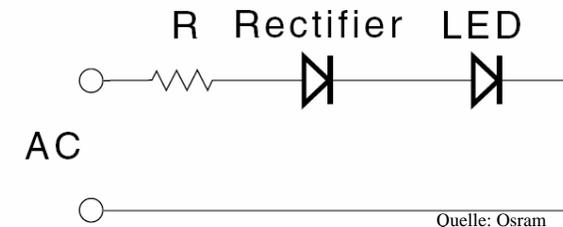


- Niedrigpreissegment und Deko-Bereich
- Erzeugung der Niederspannung
- Konventioneller Transformator
 - Schwer, groß, warm, nicht dimmbar, keine Sicherheitsfunktionen
- Elektronischer Transformator
 - Bis 80% leichter, 40% kleiner, 60% geringere Verlustleistung, Dimmfunktion möglich, elektronische Sicherheitsfunktionen





- 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





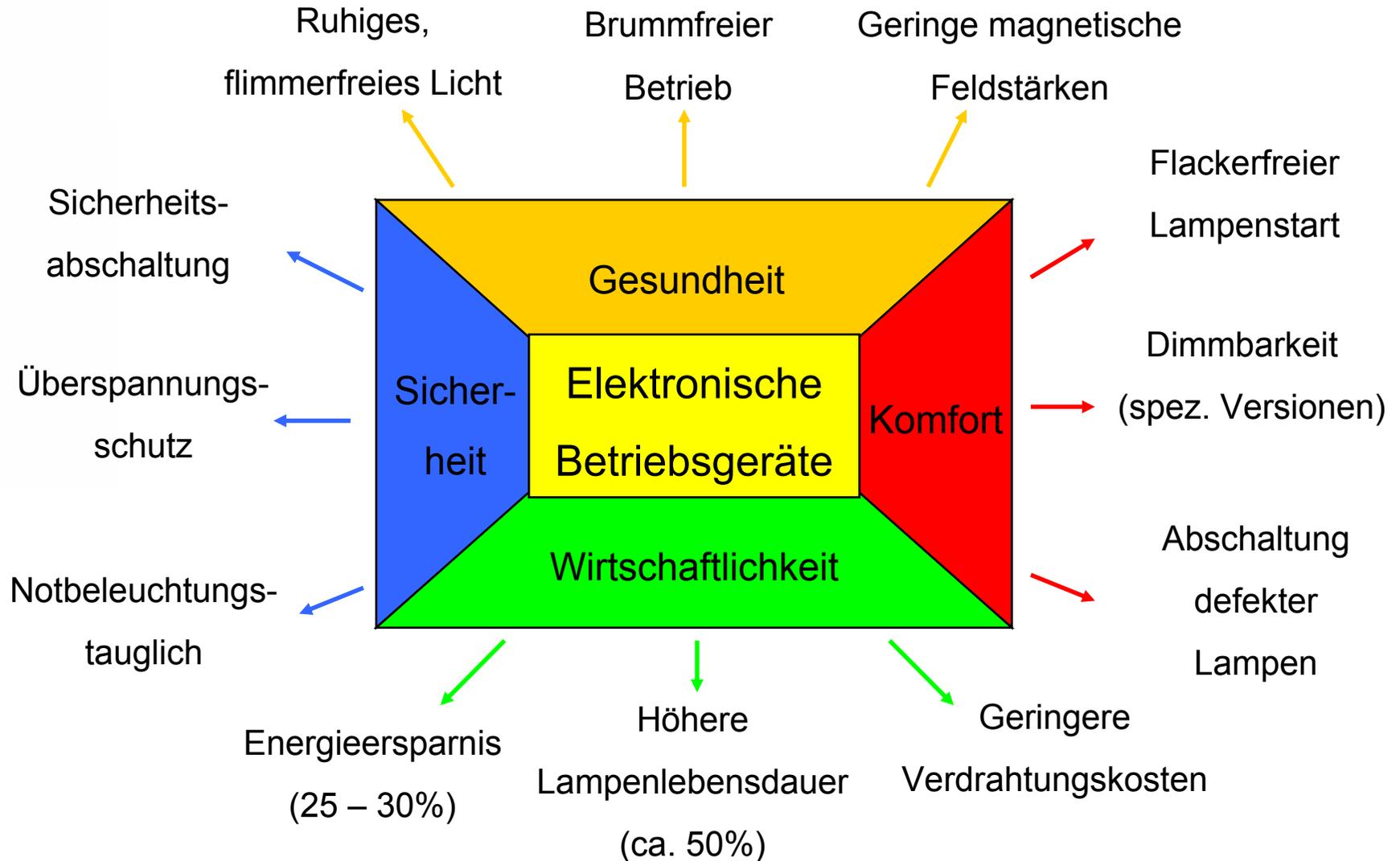
DAS HEUTE UND DIE ZUKUNFT



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%)

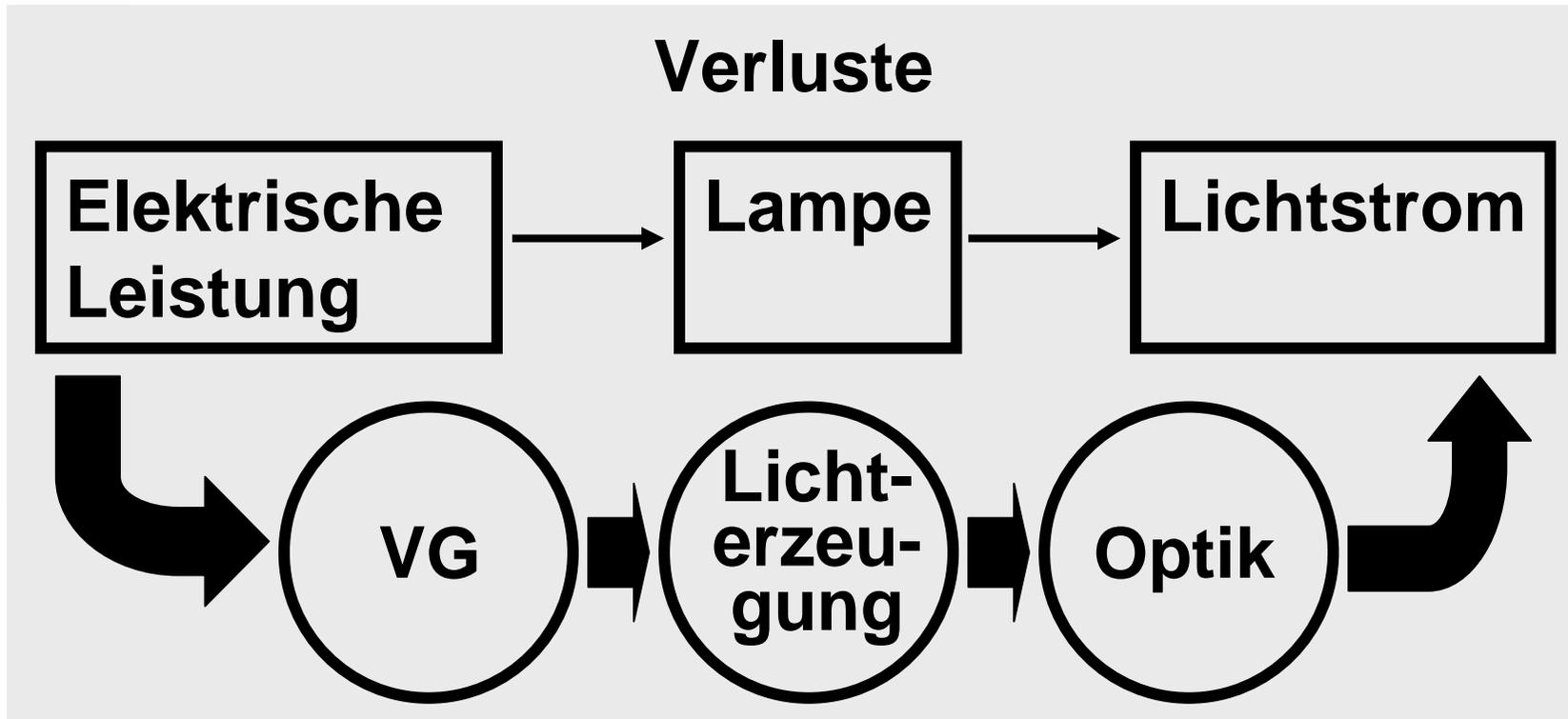


Potenzial elektronischer Betriebsgeräte



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

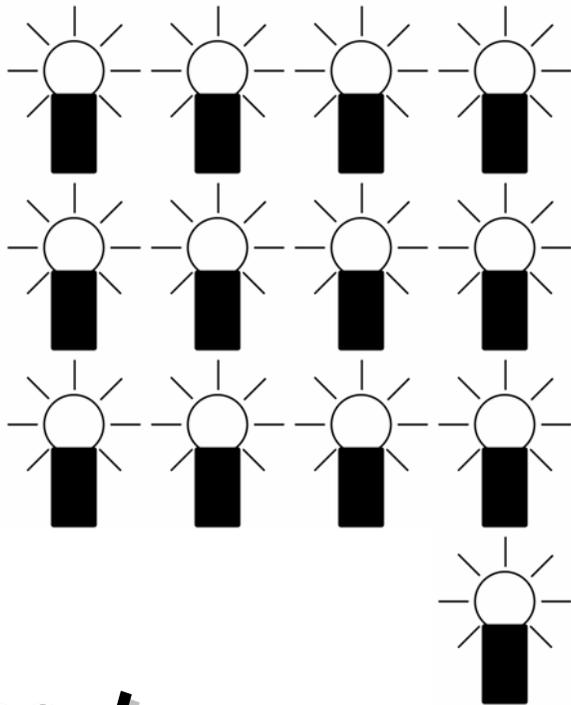
Wirkungsgrade Glühlampen

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

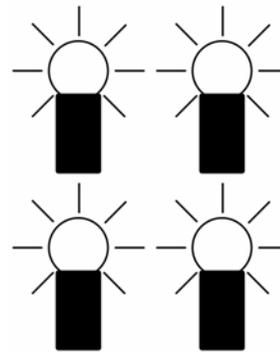
lm/w

Vergleich der Glühlampen

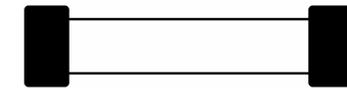
**13 x 40W
= 520W
(5460lm)**



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



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



Halogen

lm/w

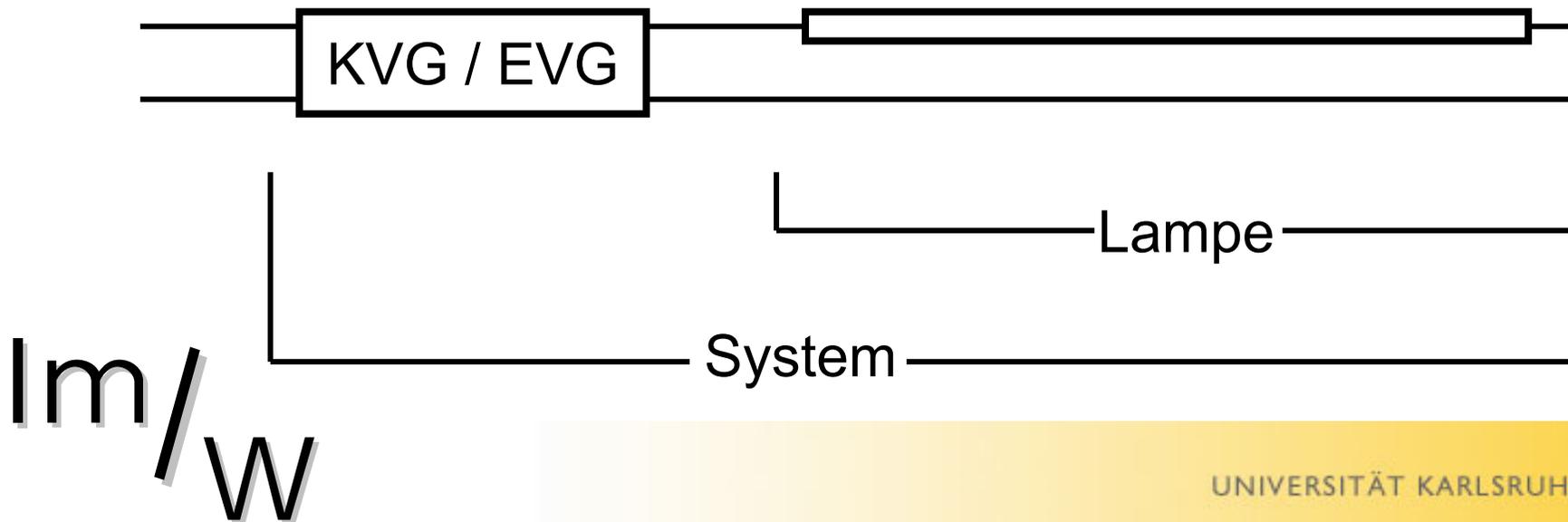
Wirkungsgrade Entladungslampen

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:

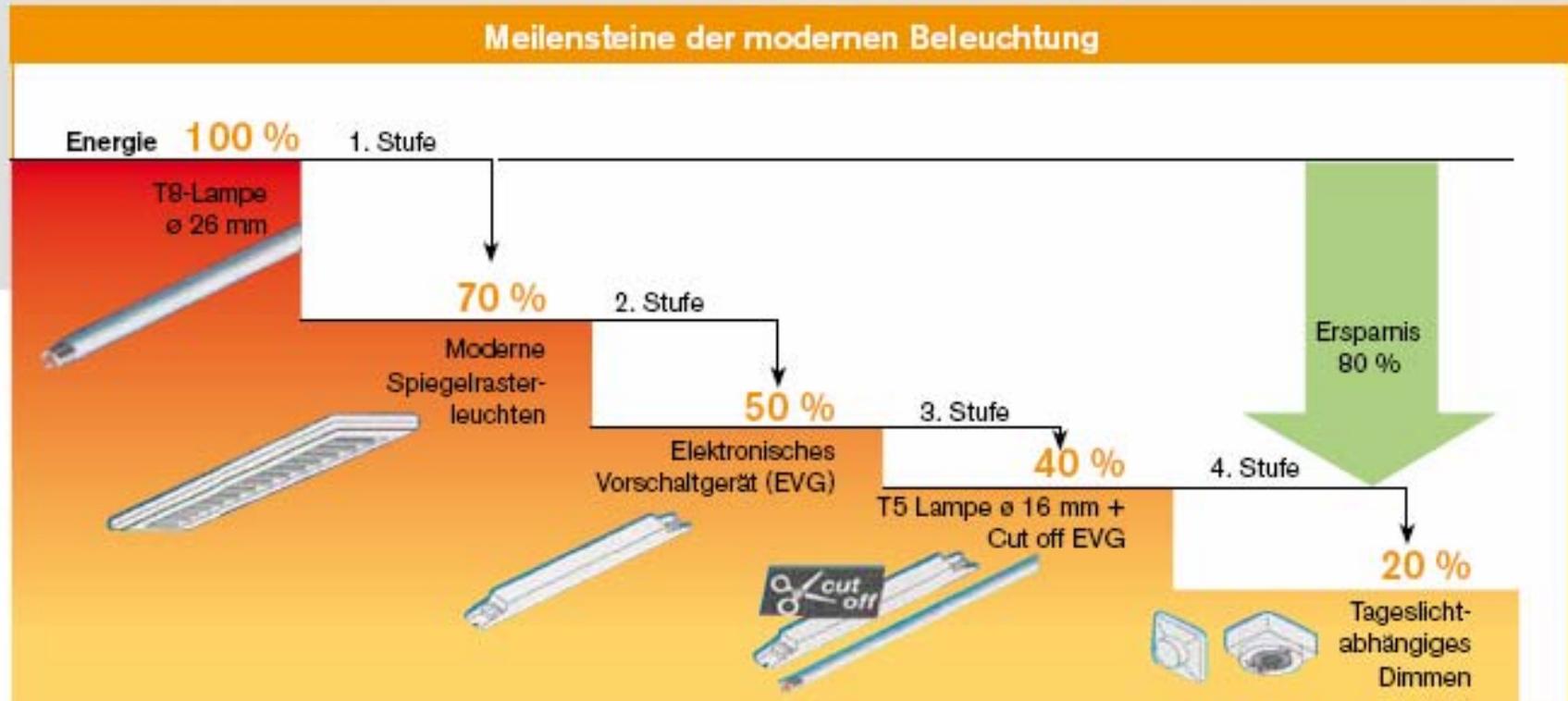
650 Glühlampen	520 W	5460 lm	50.000 h	325 EUR
64 LED, 8 EVG	103 W	5280 lm	50.000 h	477 EUR

System- und Stromkosten:

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

lm/
EUR

Meilensteine der modernen Beleuchtung

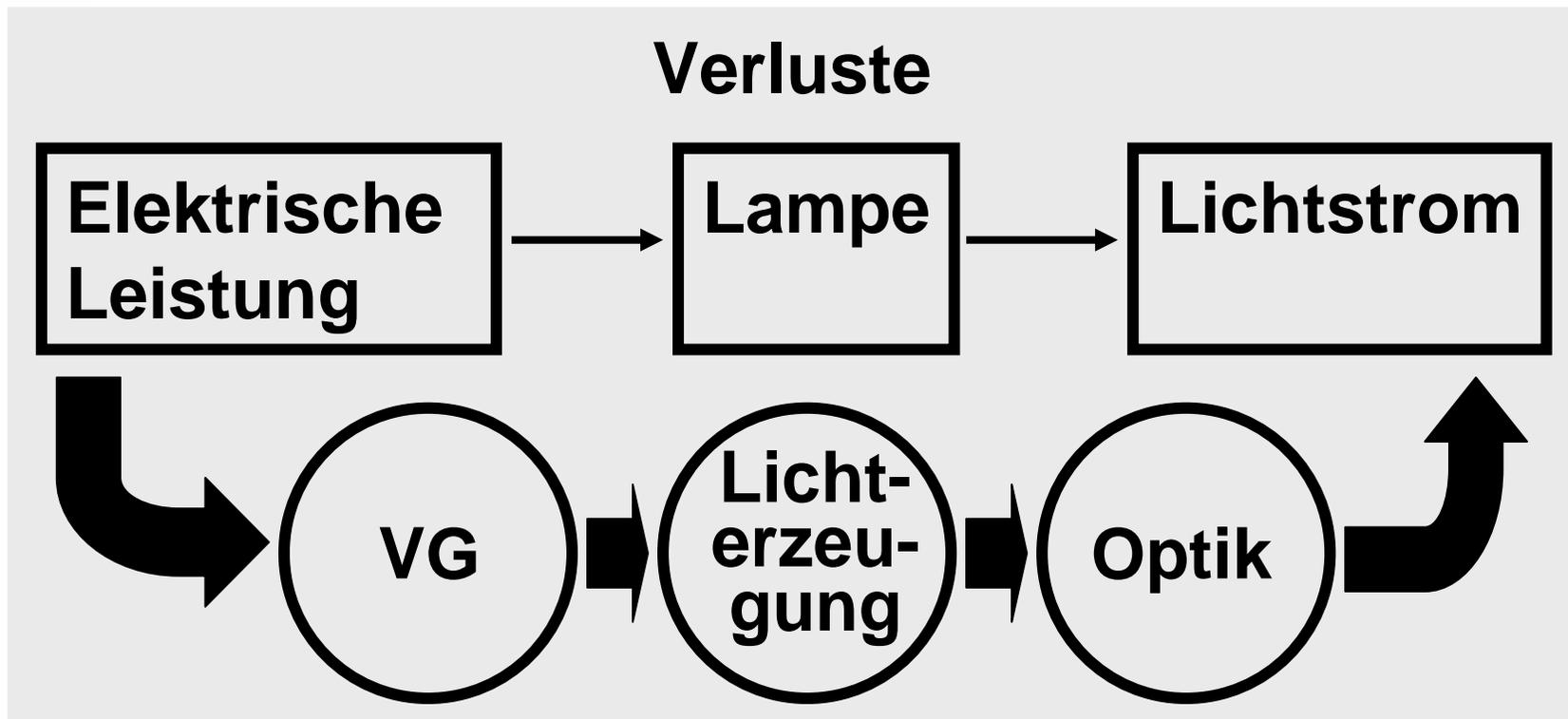


Wirkungsgrad

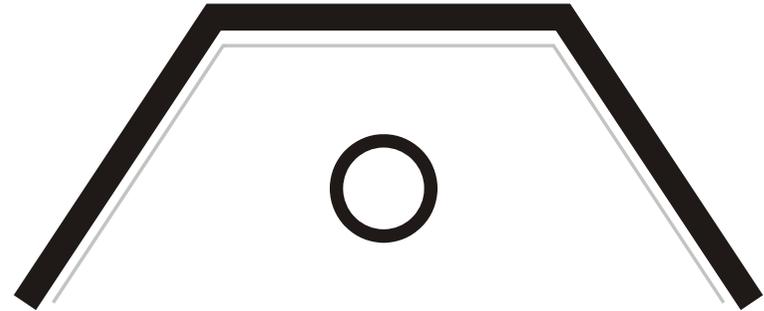
Wirkungsgrad, Lichtausbeute oder Effizienz genannt.

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

Aufgenommene elektrische Leistung inklusive Betriebsgerät.



Betriebswirkungsgrad



Definitionen:

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

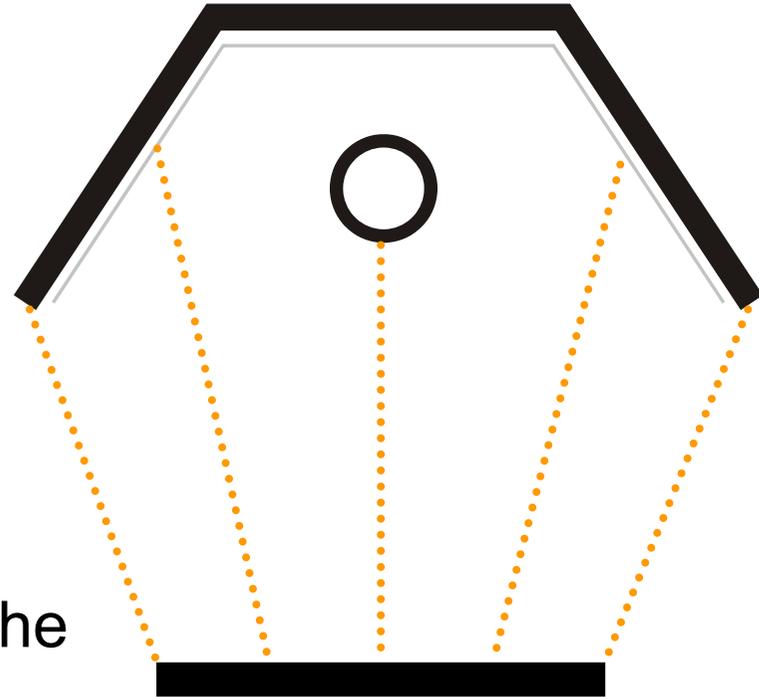
Φ_L Lichtstrom, der aus der Leuchte austritt

Φ Lichtströme der Lampen

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

Φ Lichtströme aller Lampen

Φ_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

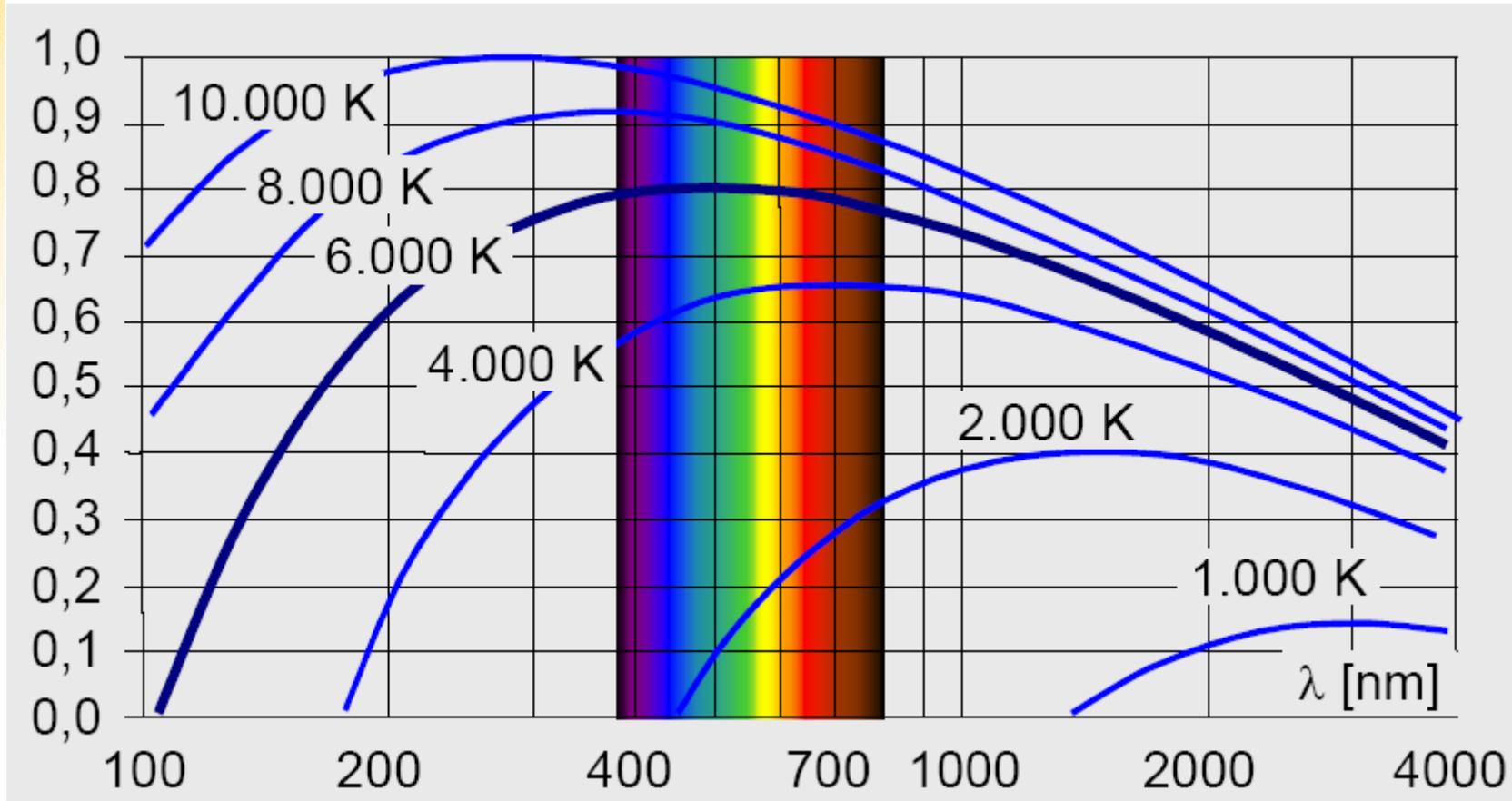
Handbuch für Beleuchtung, Lange
ecomед Verlag, 2004

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

- 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

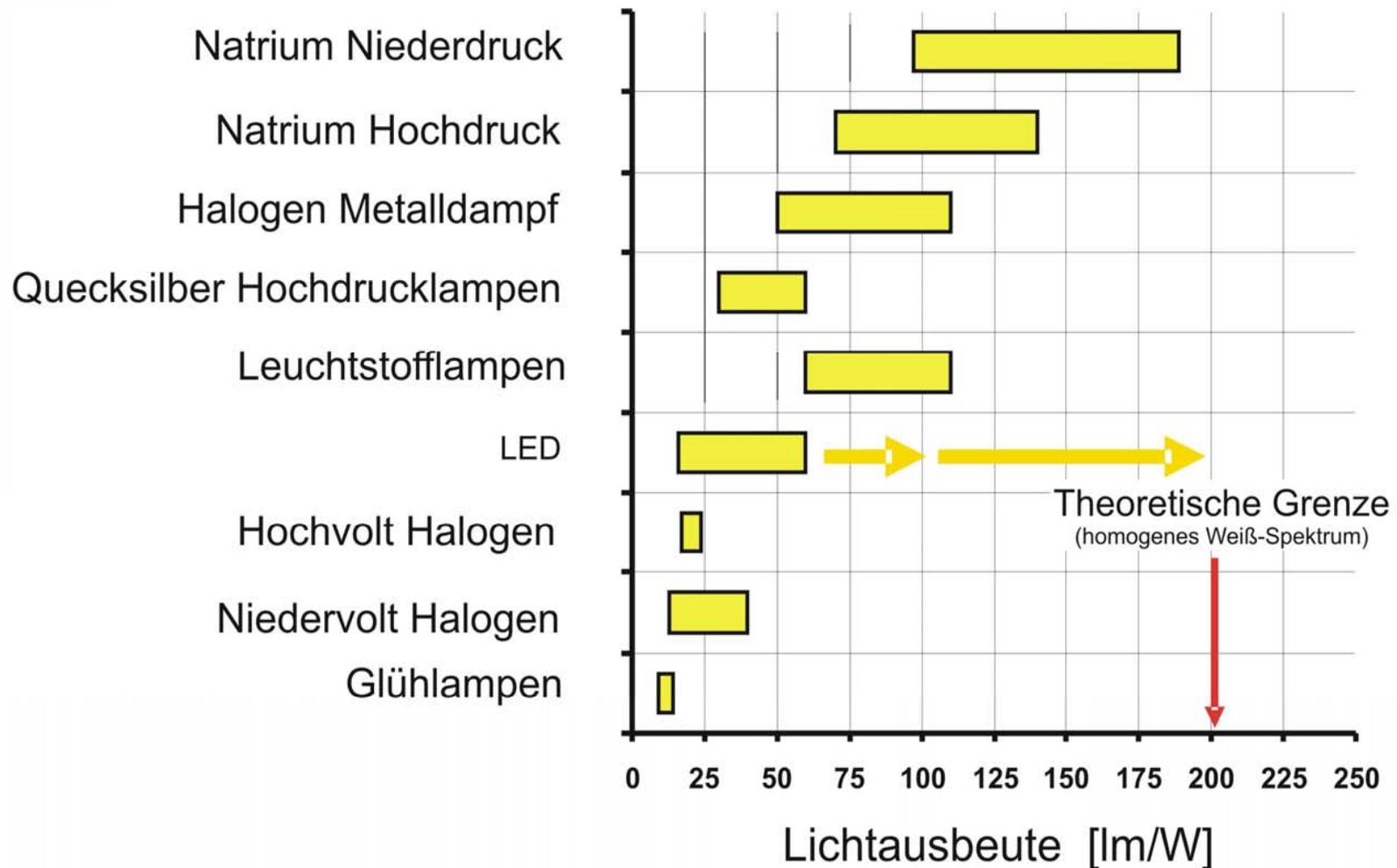
Weitere Folien

Strahldichteverteilungskurve

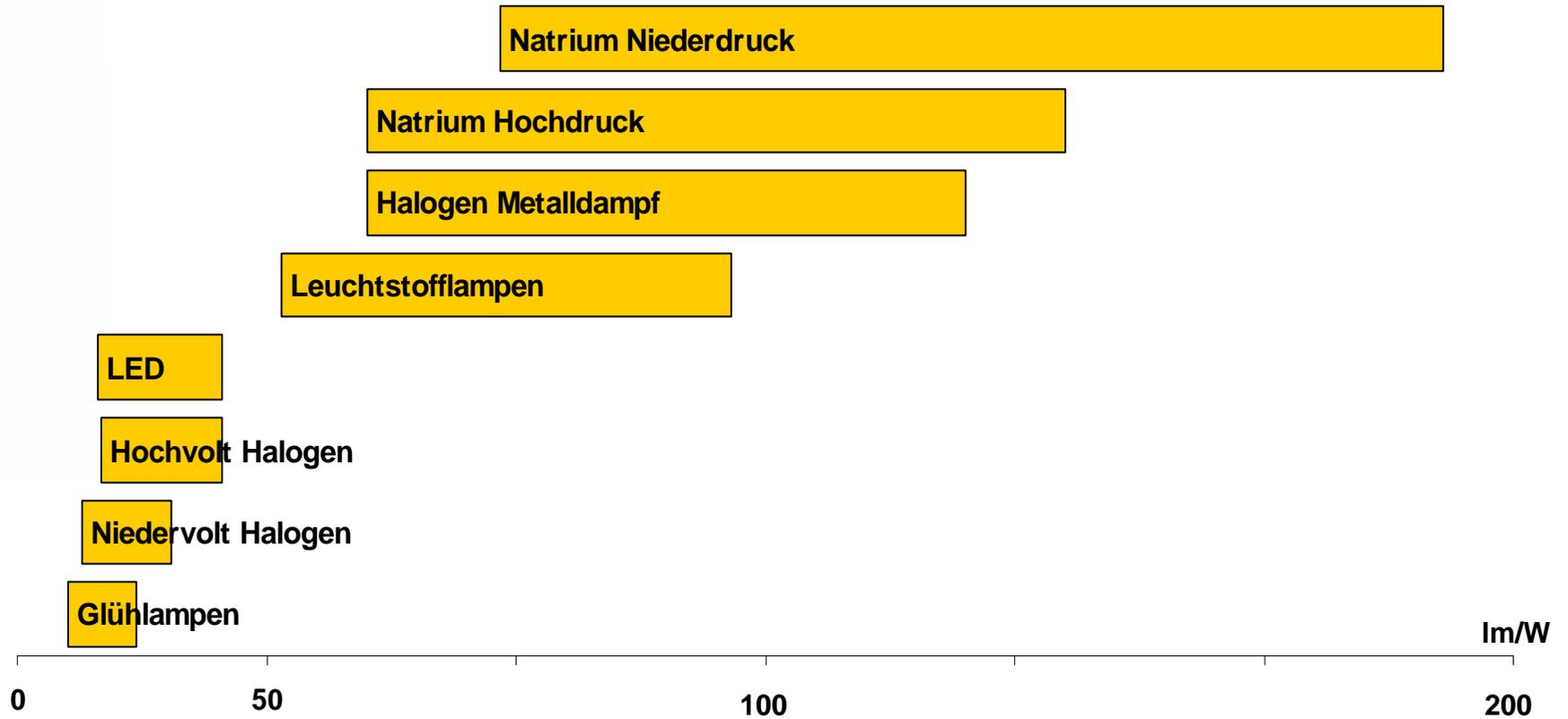


Wellenlänge / [nm]

Übersicht der Wirkungsgrade



Übersicht der Wirkungsgrade



lm/w