



Licht- und Displaytechnik

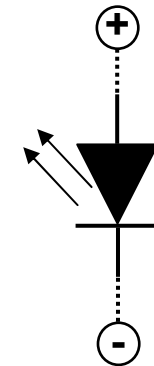
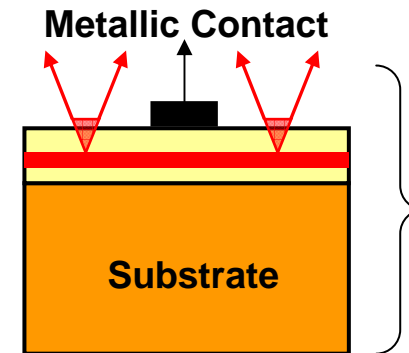
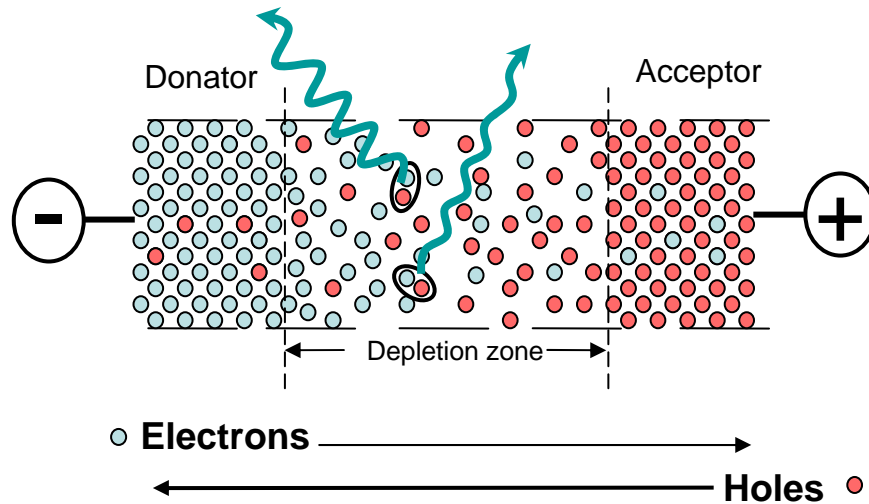
Lichtquellen Teil 2

LED

Karl Manz

Karsten Klinger

Leuchtdioden



- Electrons recombine with “holes”
- Some of these recombinations emit light.

III/V – HL Materialien

III/V – HL Material	Spektralbereich [nm]	max. η_{ext}	Technologie
GaInAs	1000 – 1900	10 %	MOVPE, MBE
AlGaAs	645 – 950	35 %	LPE, MOVPE
AlGaInP	570 – 650	10 %	MOVPE
GaAsP	555 – 635	< 1 %	HVPE
GaInN	370 – 540	30 %	HVPE
GaAlN	250 – 365	3 %	HVPE

2008-10-23 EPIGAP Optoelektronik GmbH

Leistungsdaten neuerer UV – LED

Power – LED λ_P [nm]	Radiant power Φ_e @ 350 mA	Forward voltage V_F @ 350 mA	η_{ext} @ 350 mA
390	190 mW	3.6 V	15 %
405	210 mW	3.3 V	18 %
460	290 mW	3.1 V	27 %
525	120 mW	3.0 V	11 %

2008-10-23 EPIGAP Optoelektronik GmbH

Anmerkung: Die Strahlungsleistung lässt sich bei einigen UV – LEDs nicht beliebig mit dem Strom steigern!

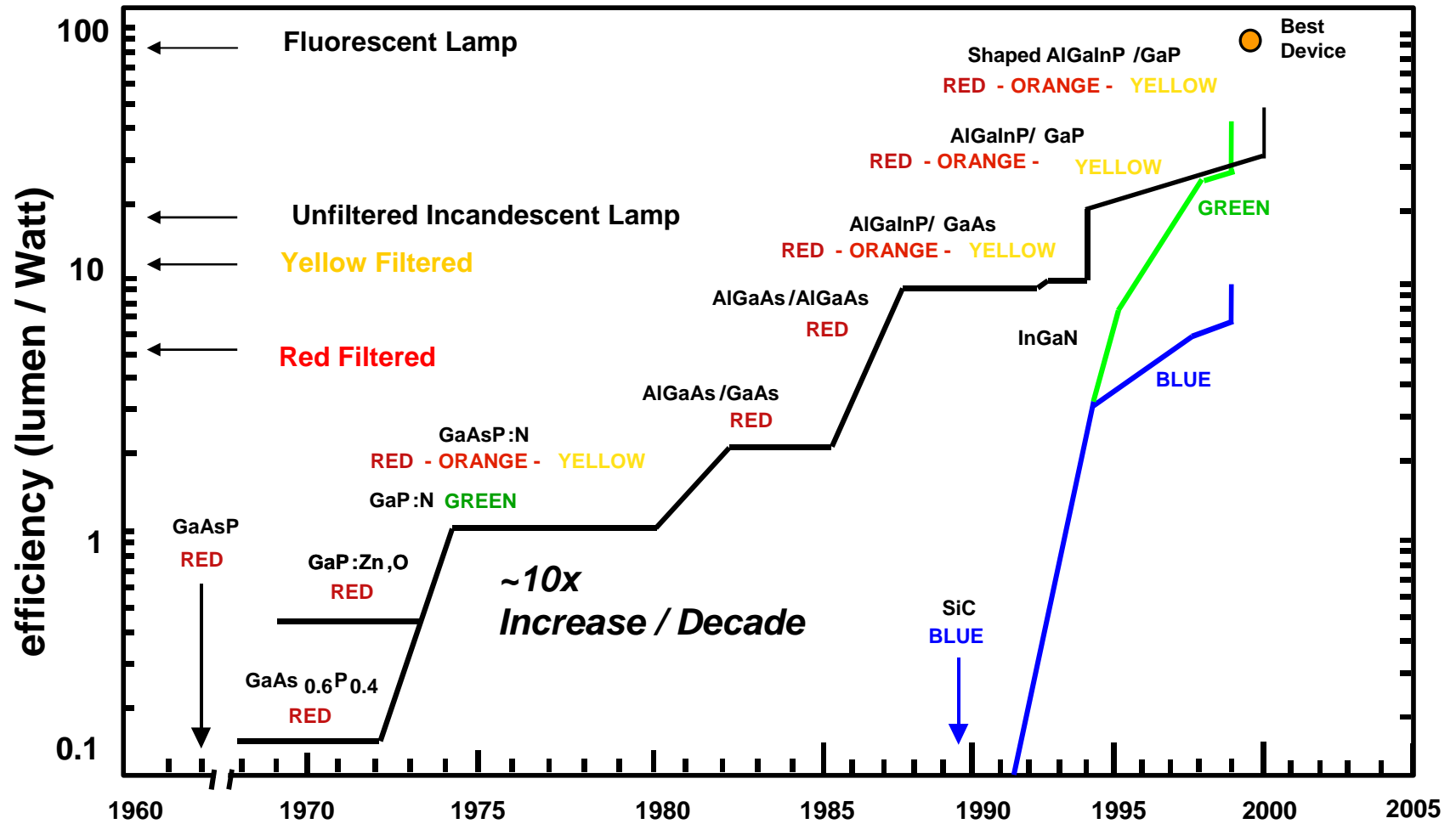
Leuchtdioden

Vorteile:

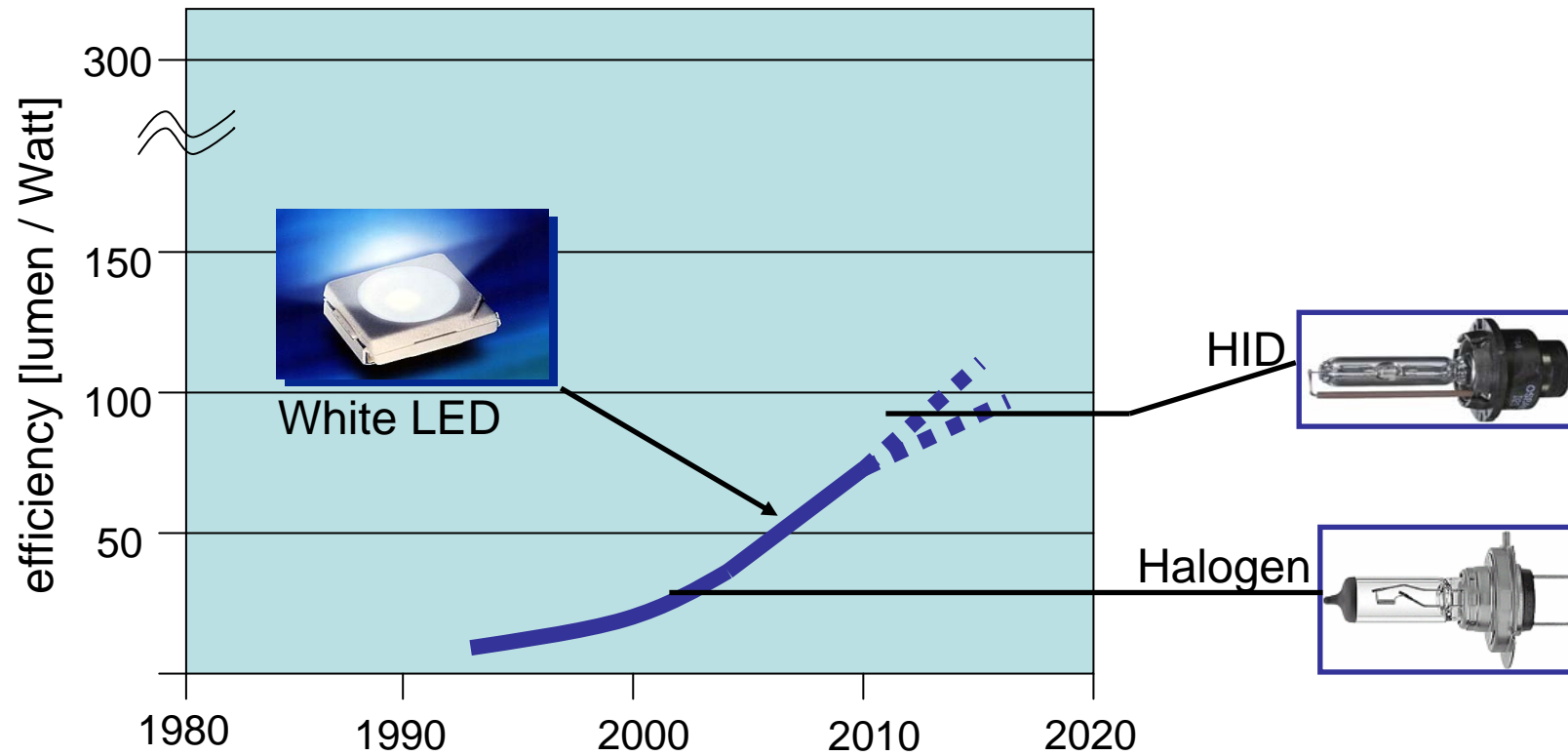
- Geringe Größe der Lichtquelle
- Hohe Stossfestigkeit
- Lange Lebensdauer
- Hoher Wirkungsgrad der Lichterzeugung
- Hoher Wirkungsgrad des Gesamtsystems für Signallichter
- Kurze Ansprechzeiten
- Modern, neueste Technologie
- Keine (UV-) oder IR-Strahlung

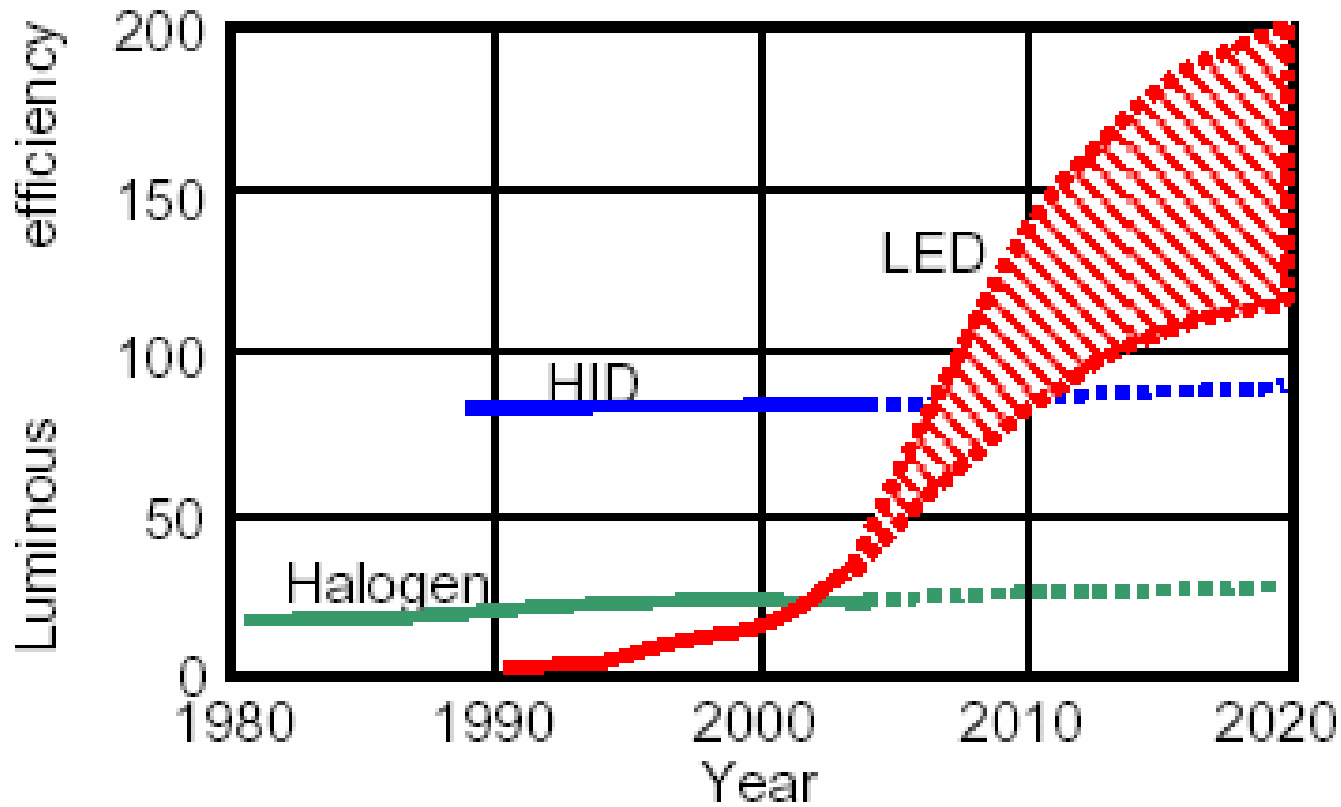
Nachteile:

- Temperaturabhängigkeit des Lichtstromes
- Temperaturabhängigkeit der Farbe
- Konzentrierte Wärmeabgabe
- Hoher Preis
- Mit zunehmender Temperatur nimmt der Lichtstrom ab



Was macht die LED jetzt so interessant?



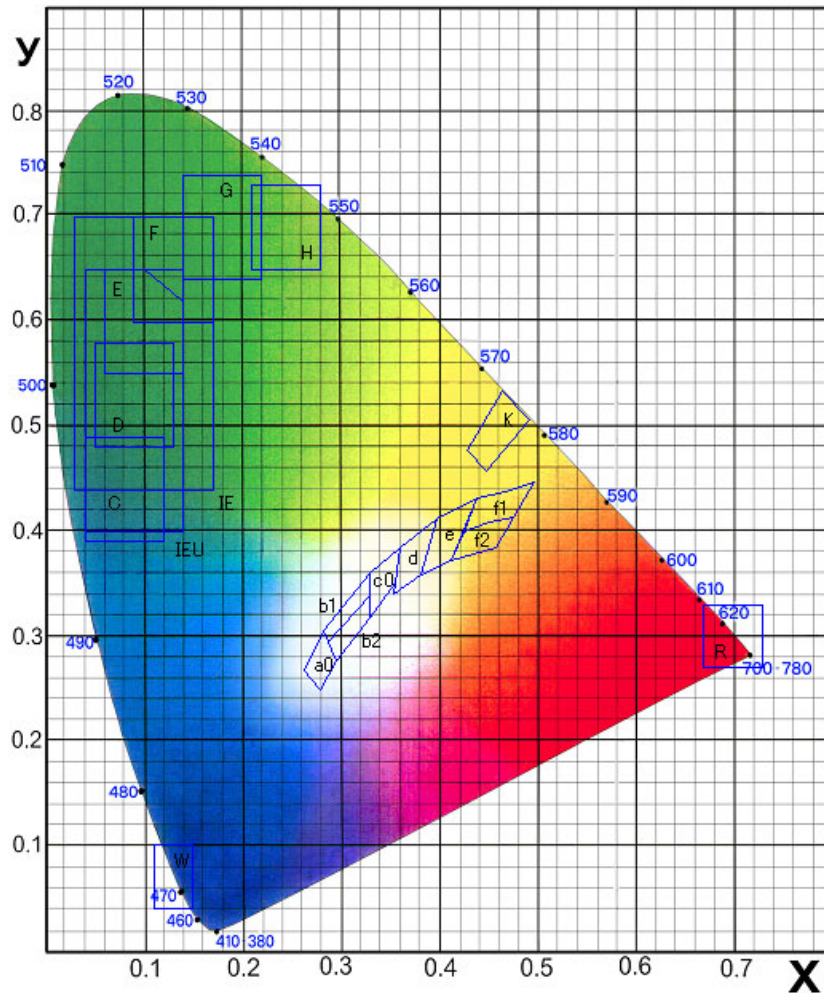


Luminous efficiency of white light source for headlamps

Quelle



Verfügbare Farben

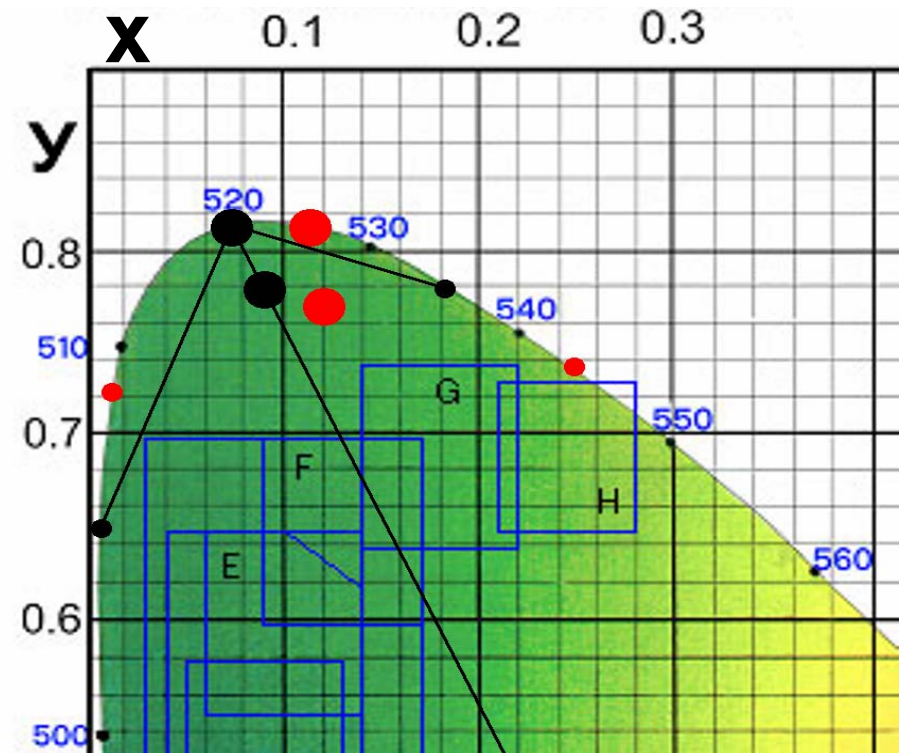
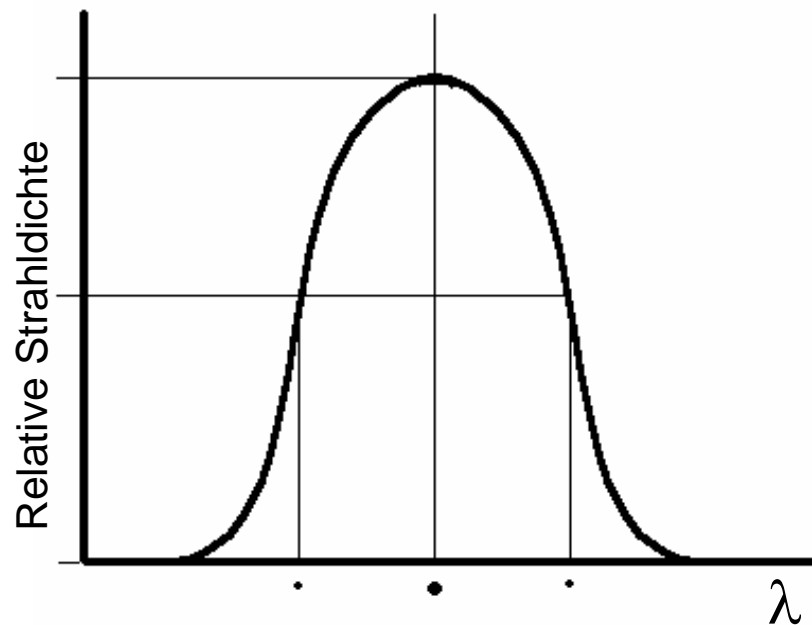


- LEDs sind keine spektral schmalen Linienstrahler
- Verschiedene Farben erfordern verschiedene Halbleitermaterialien
- Es wird nicht der gesamte Spektralfarbenzug abgedeckt

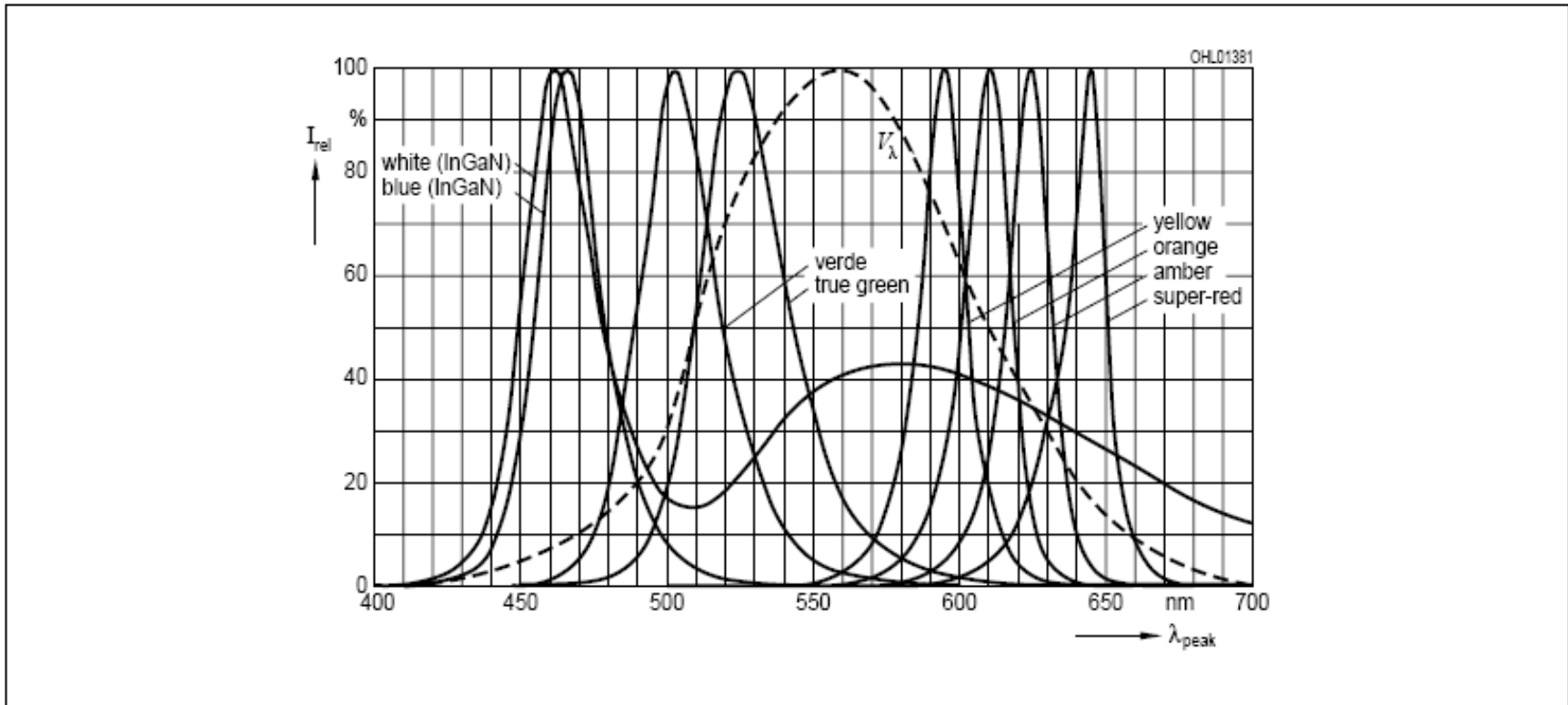
Dominante Wellenlänge

Vorteil: Beschreibt die Farbe einer LED mit **einem** Wert

Nachteil: Keine exakte Beschreibung des tatsächlichen Farbortes

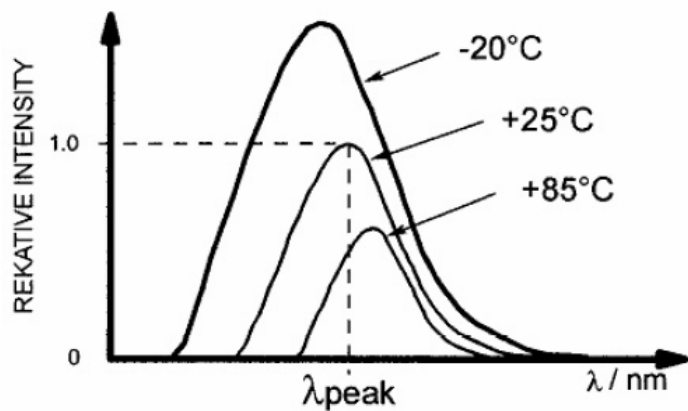
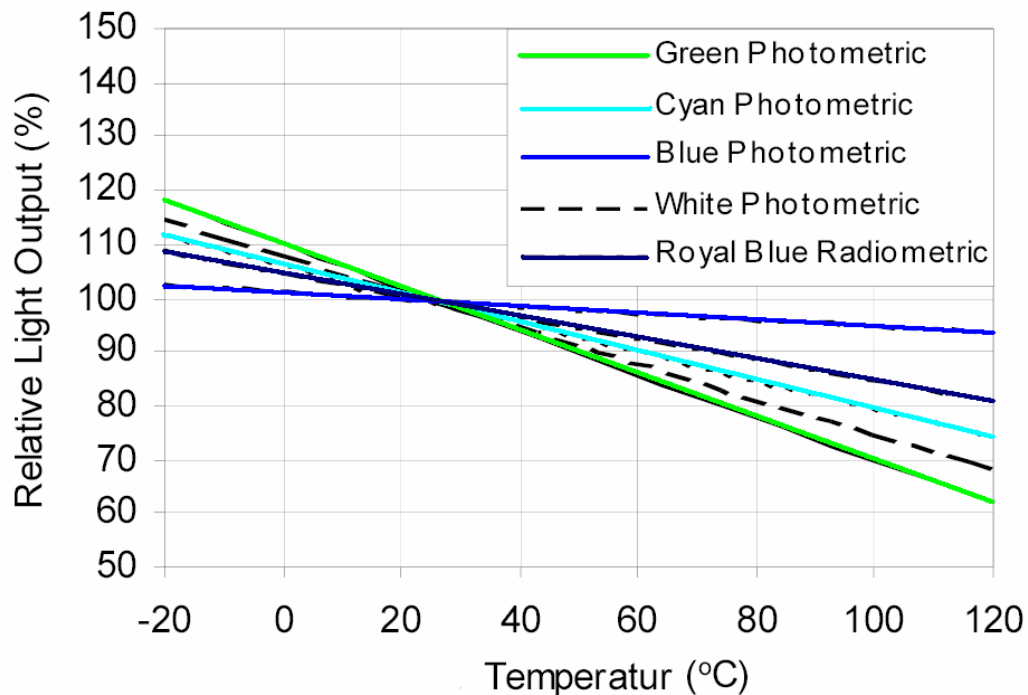


Single chip white LED, standard-InGaN LED, HOP 2000 LED



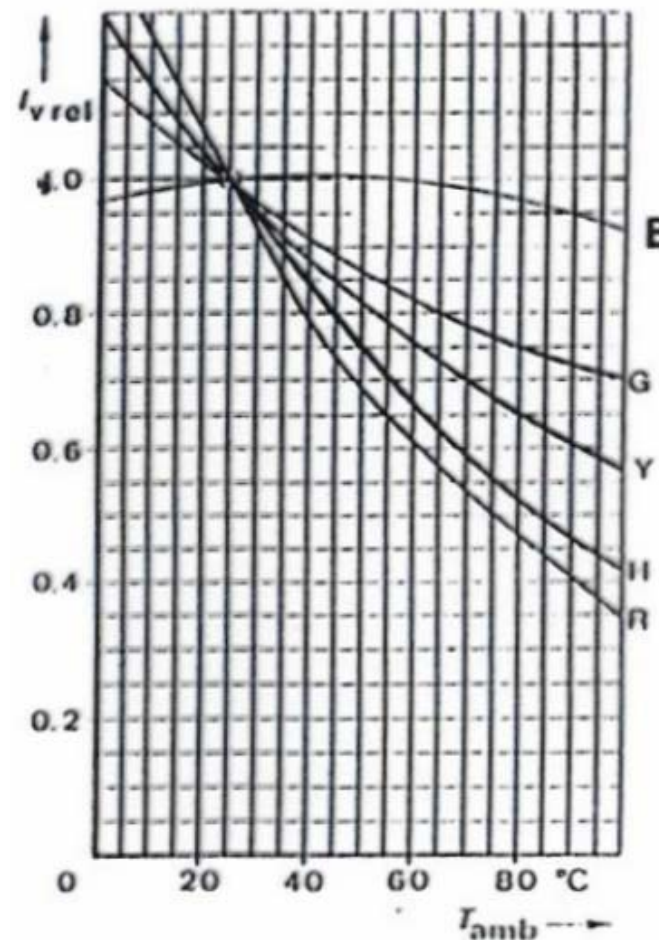
Quelle OSRAM Opto Semiconductors

Temperaturabhängigkeit verschiedener Farben

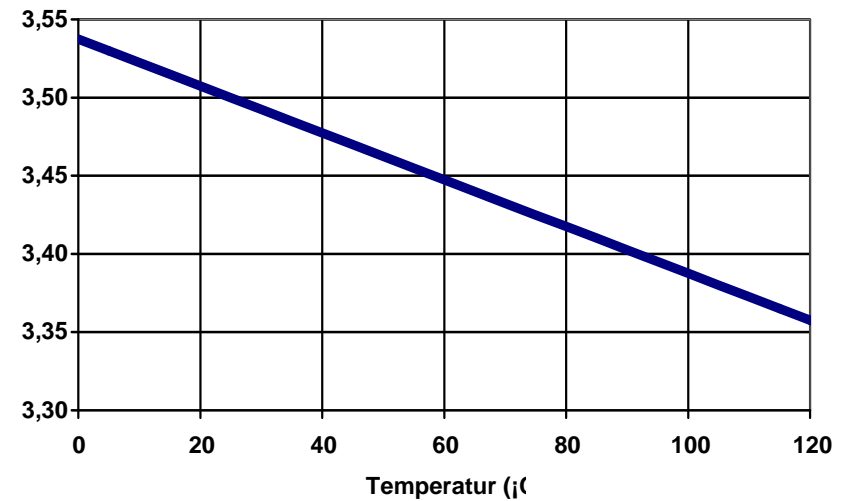
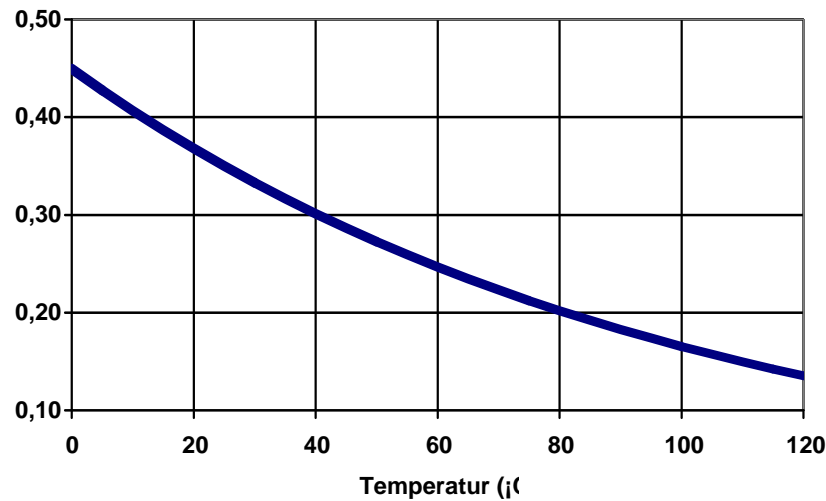
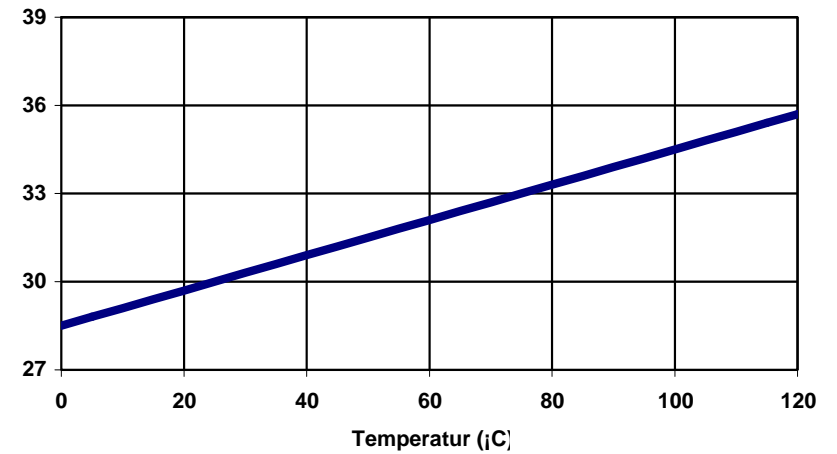
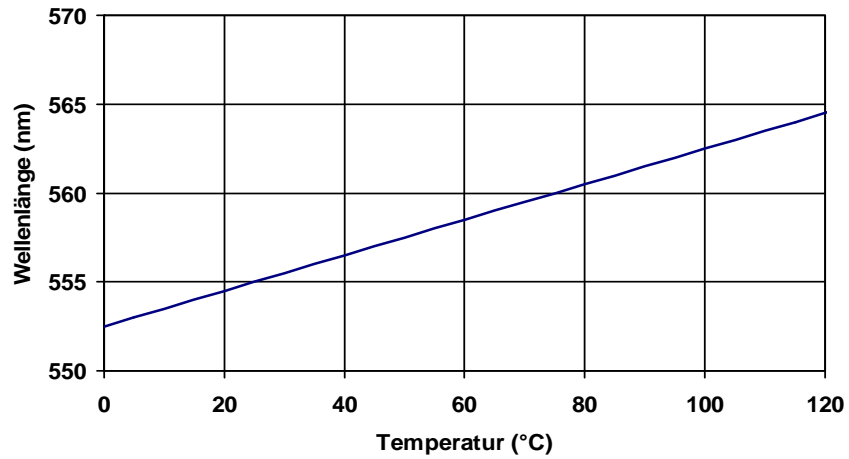


Typischer Temperaturgang für LED

Reversibler Prozess



Temperaturabhängigkeit LEDs (GaP, AlGaAs, AlInGaP)



Problem Entwärmung:

Leistungsaufnahme \times (1 - Wirkungsgrad)
 = Verlustleistung
 = Heizleistung

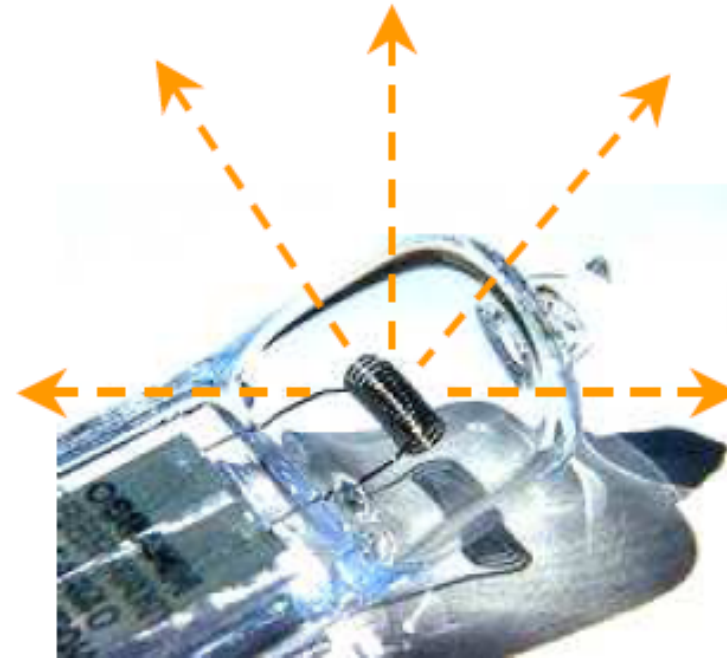
Beispiel 1:
 50 W Halogenlampe
 15 % Wirkungsgrad

43 W Verlustleistung

Entwärmung fast
 ausschließlich über
 Wärmestrahlung:

$T_1 = 3000 \text{ K}$

$T_2 = 300 \text{ K}$



Problem Entwärmung:

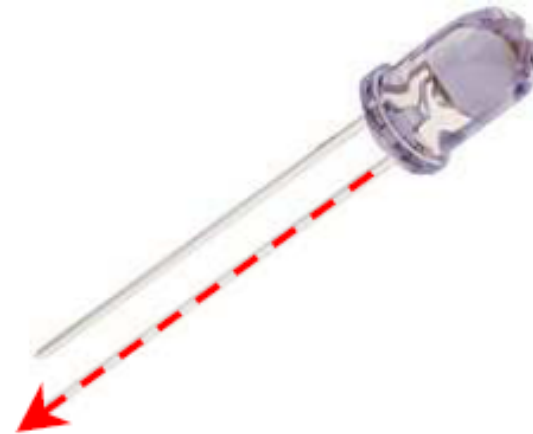
Beispiel 2:
LED

20 - 500 mW Verlustleistung

Entwärmung fast
ausschließlich über
Wärmeleitung:

$$T_1 = 400 \text{ K}$$

$$T_2 = 300 \text{ K}$$

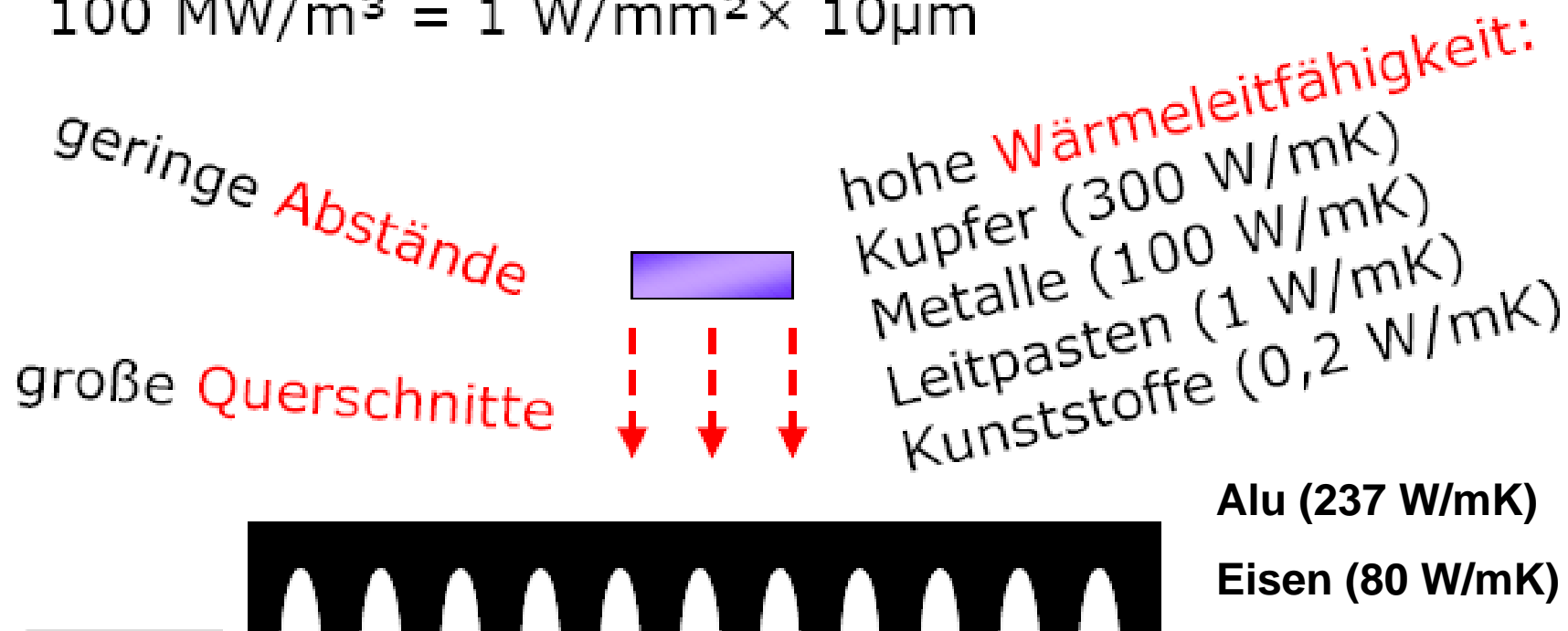


Entwärmungsanforderungen

Die Abwärme des LED-Chips muss möglichst direkt zu größeren Flächen geleitet werden.

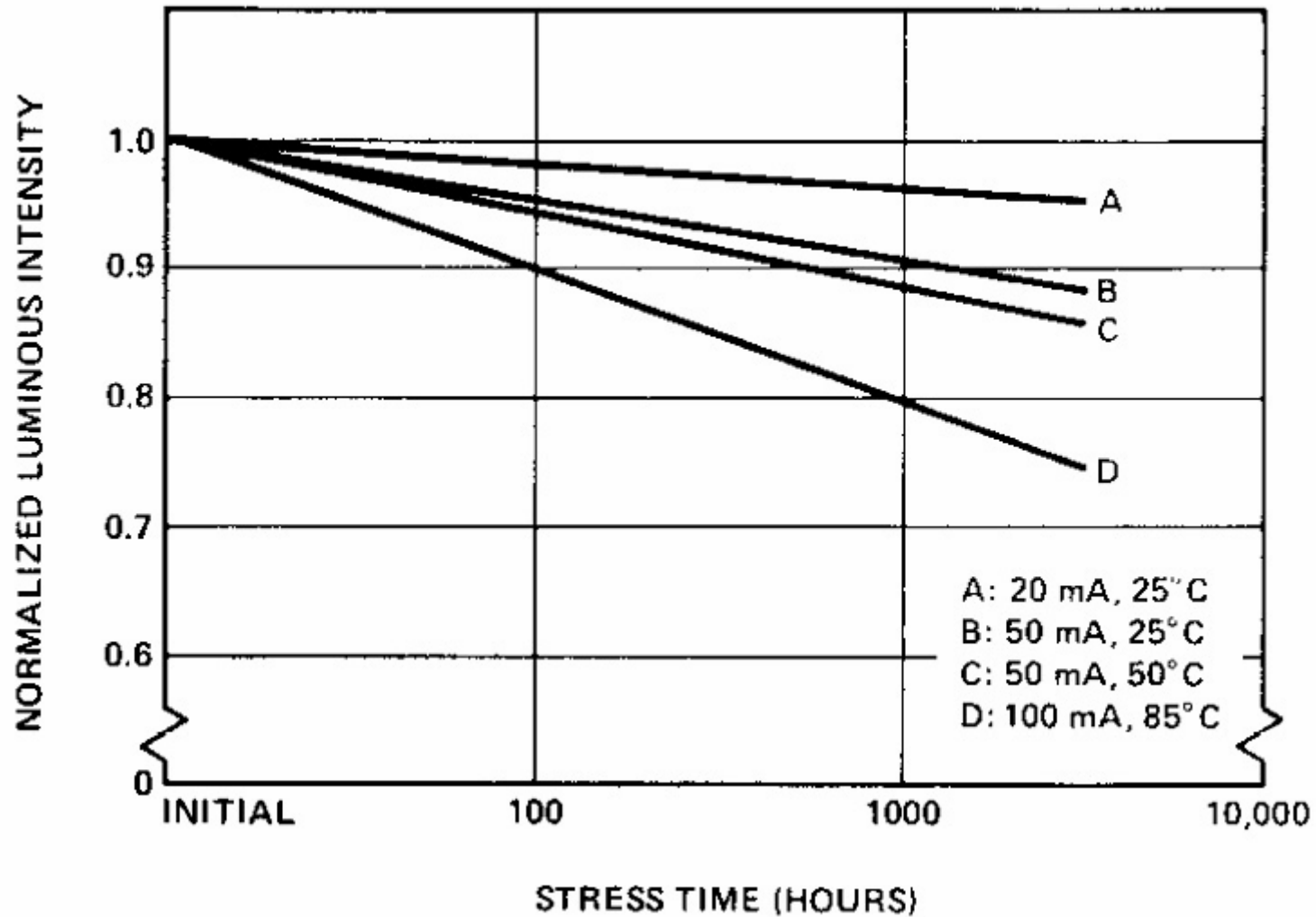
Die Leistungsdichten auf LEDs entsprechen denen von Kernbrennstoffen in AKWs:

$$100 \text{ MW/m}^3 = 1 \text{ W/mm}^2 \times 10 \mu\text{m}$$



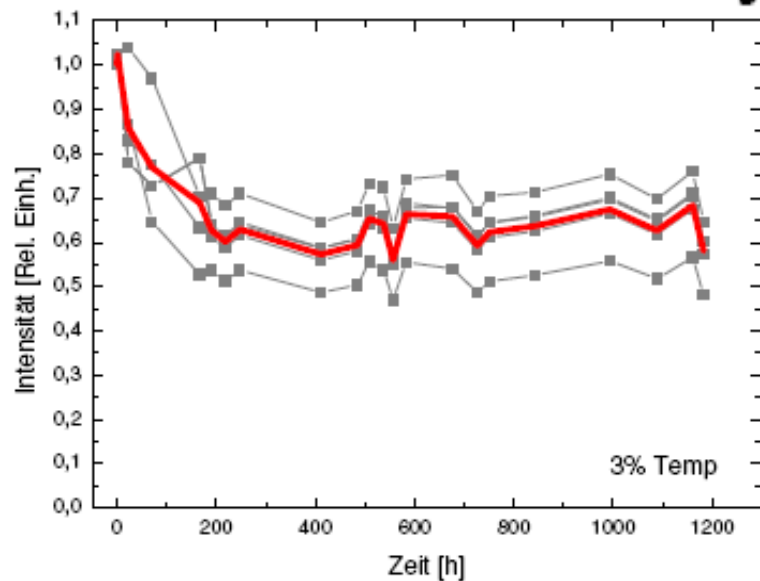
Dr. C. Lehnberger
Andus Electronic
26. September 08

Degradation (irreversibler Prozess)

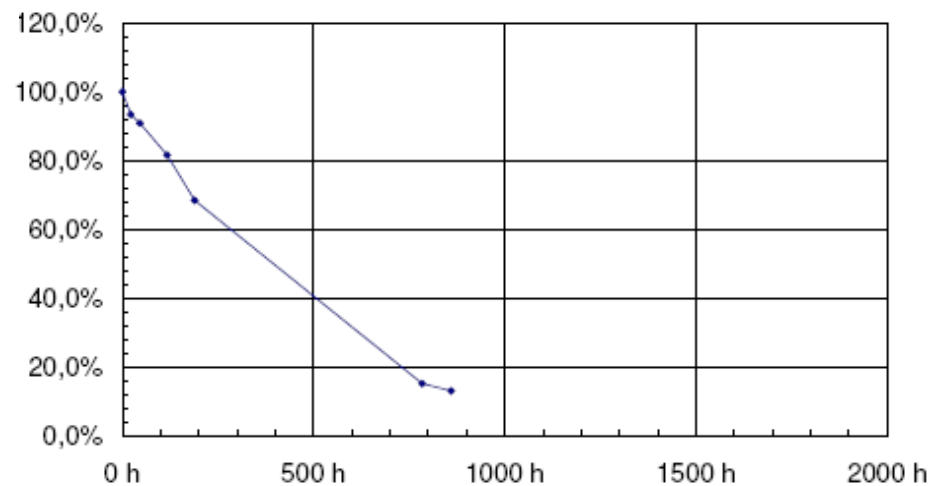


Degradation

UV- LED mit hoher Strombelastung (über Nennstrom)

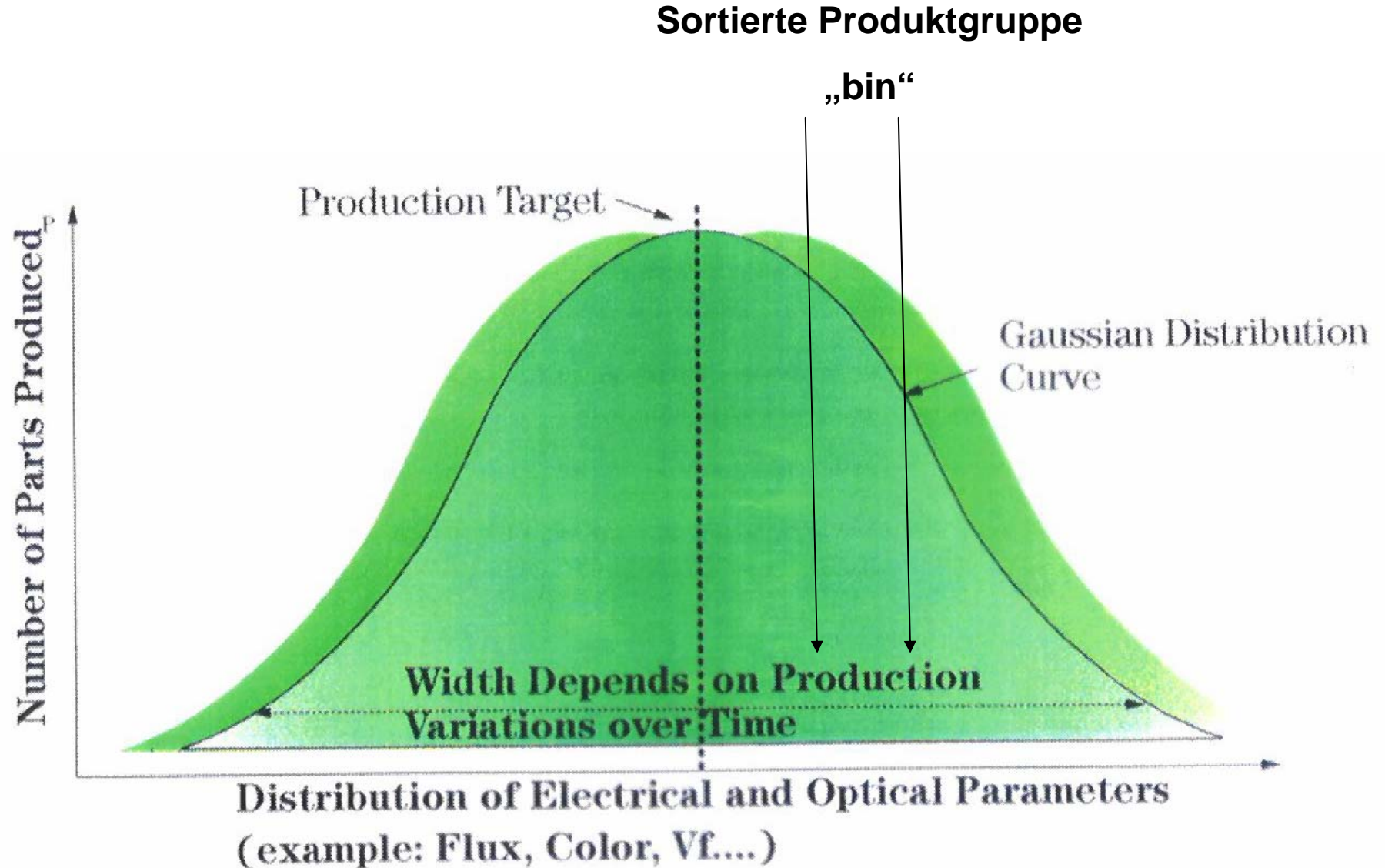


durchschnittliche Helligkeitsänderung, $I_p, mW/sr$

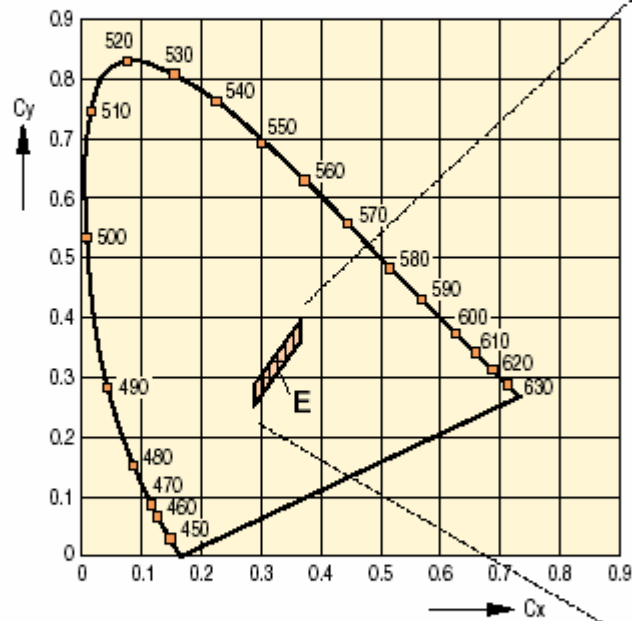


UV- LED mit ungeeignetem Vergussmaterial

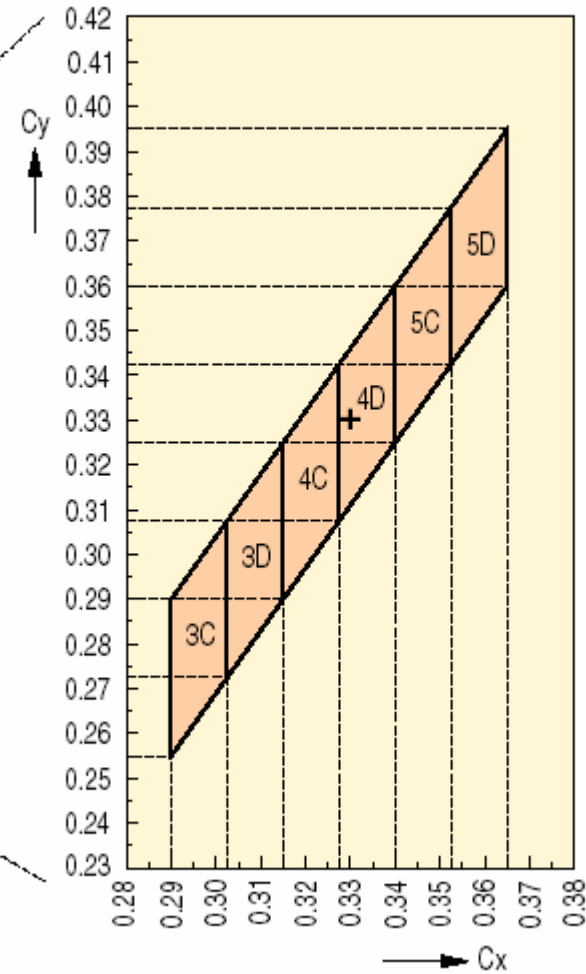
Problem der Verteilung verschiedener LED Parameter in der Produktion



Farbortgruppe ¹⁾



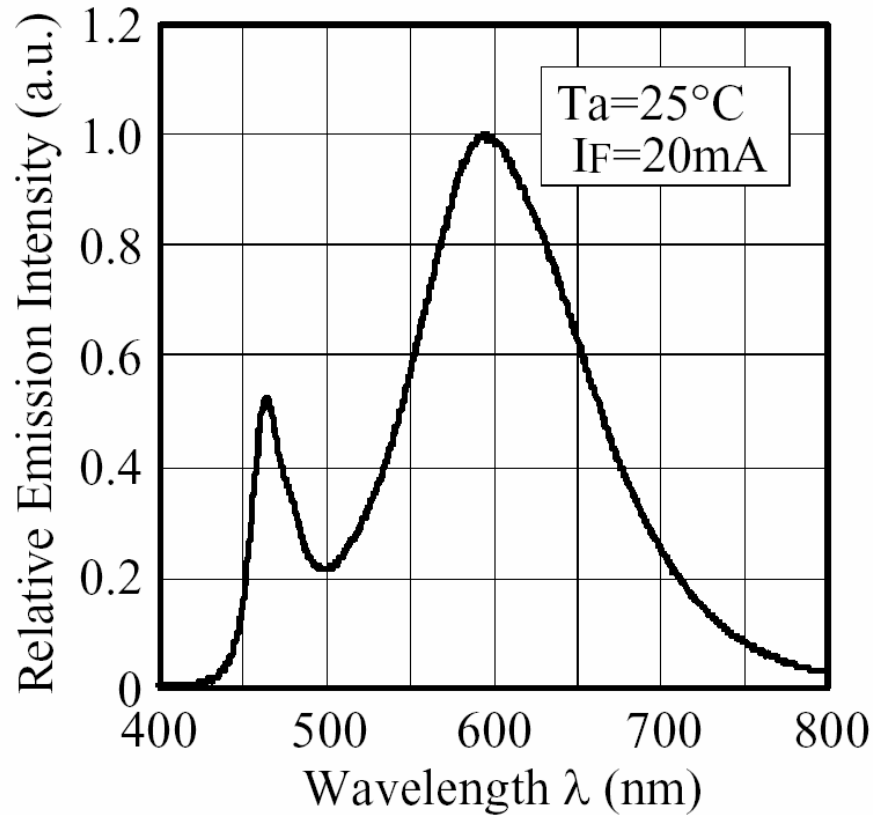
Chromaticity coordinate groups ¹⁾



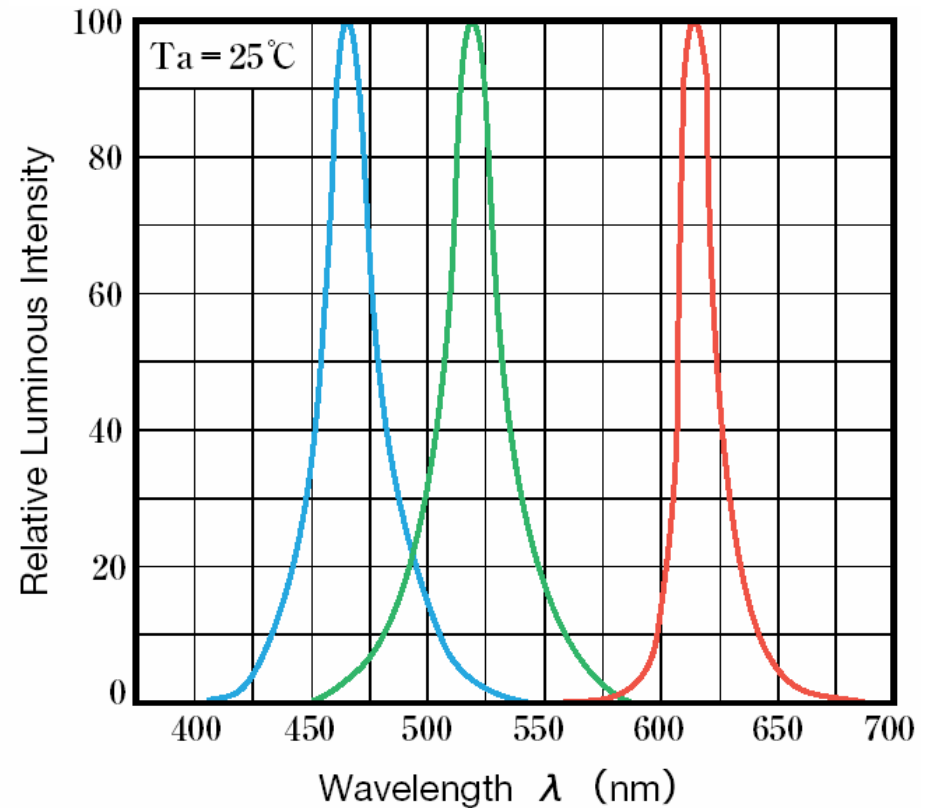
OHA04327

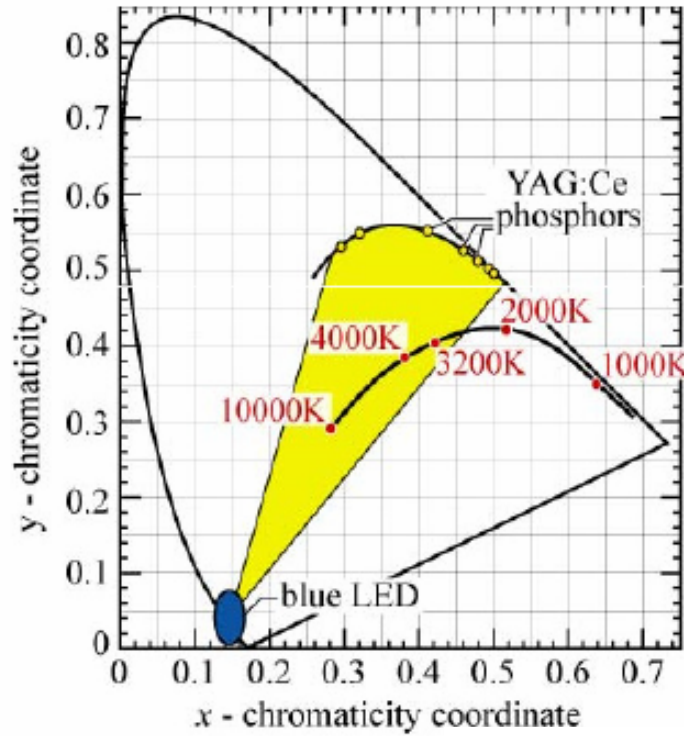
Zwei Farben Weiß

Blau und Leuchtstoff



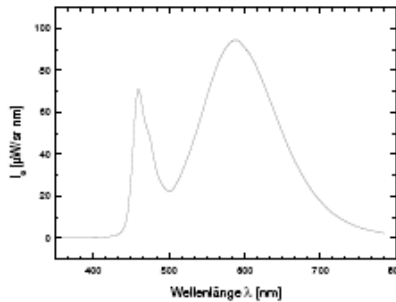
RGB - Spektrum



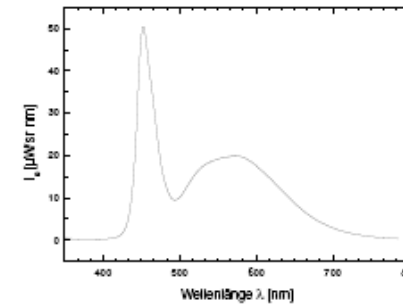


- Im Farbraum ist der mit dem häufig verwendeten Farbstoff YAG:Ce erreichbare Farbbereich zu erkennen

- Bei warmweißen Farbtönen werden Farbstoffgemische erforderlich



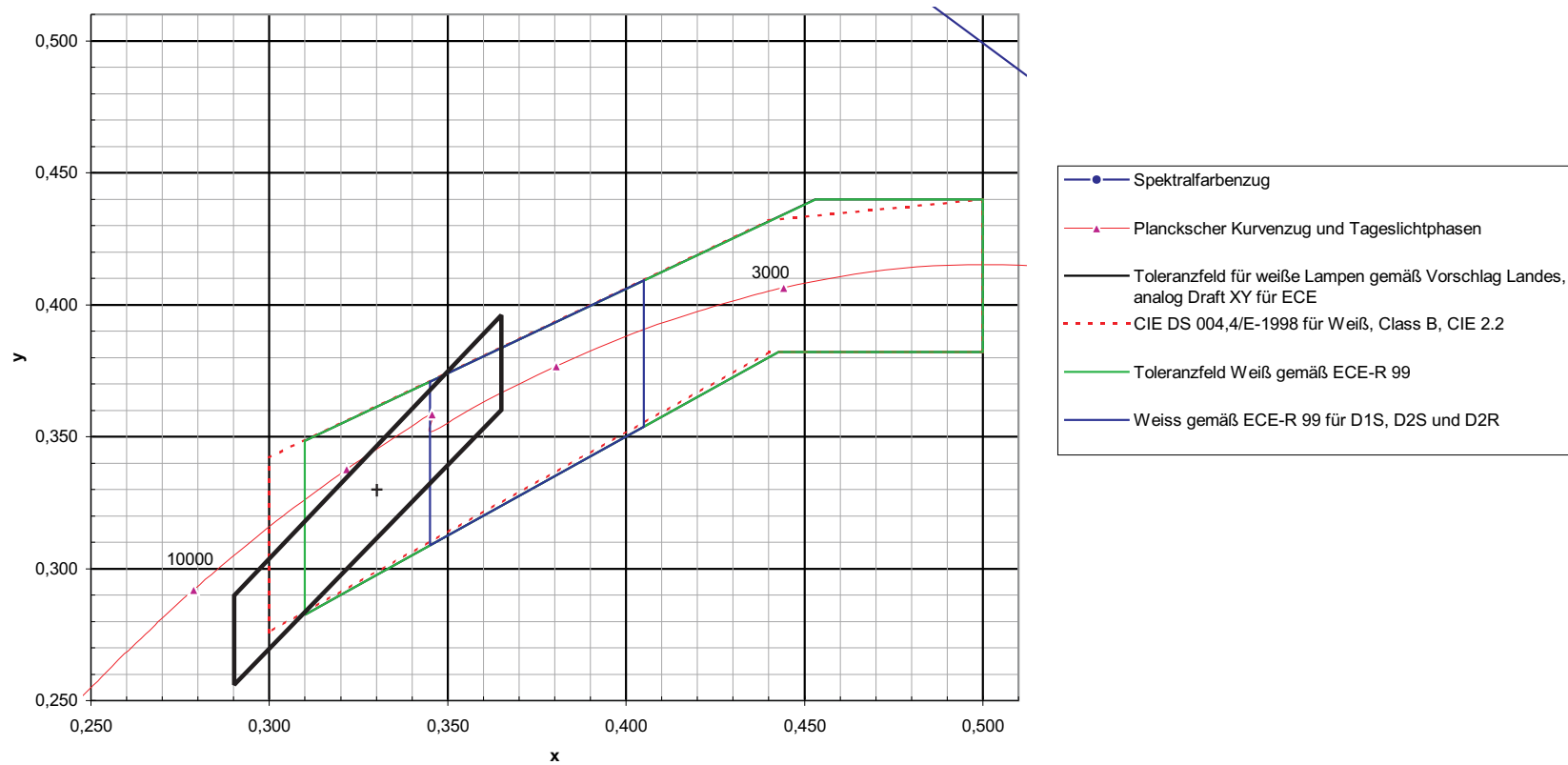
3200 K warm white

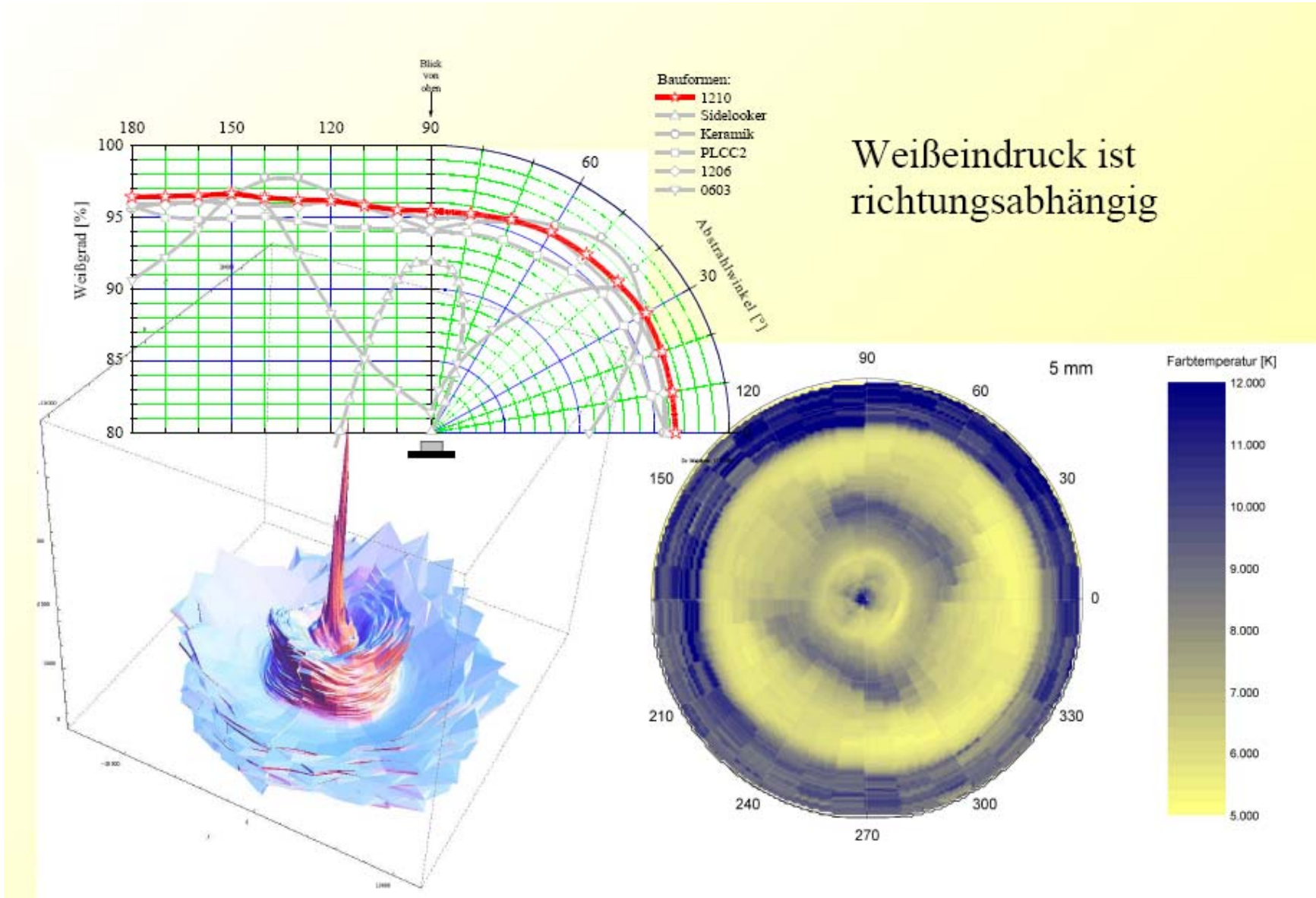


7000 K cool white

Im Leistungsspektrum ist der erforderliche Blau Peak der Primär-Quelle zu erkennen.

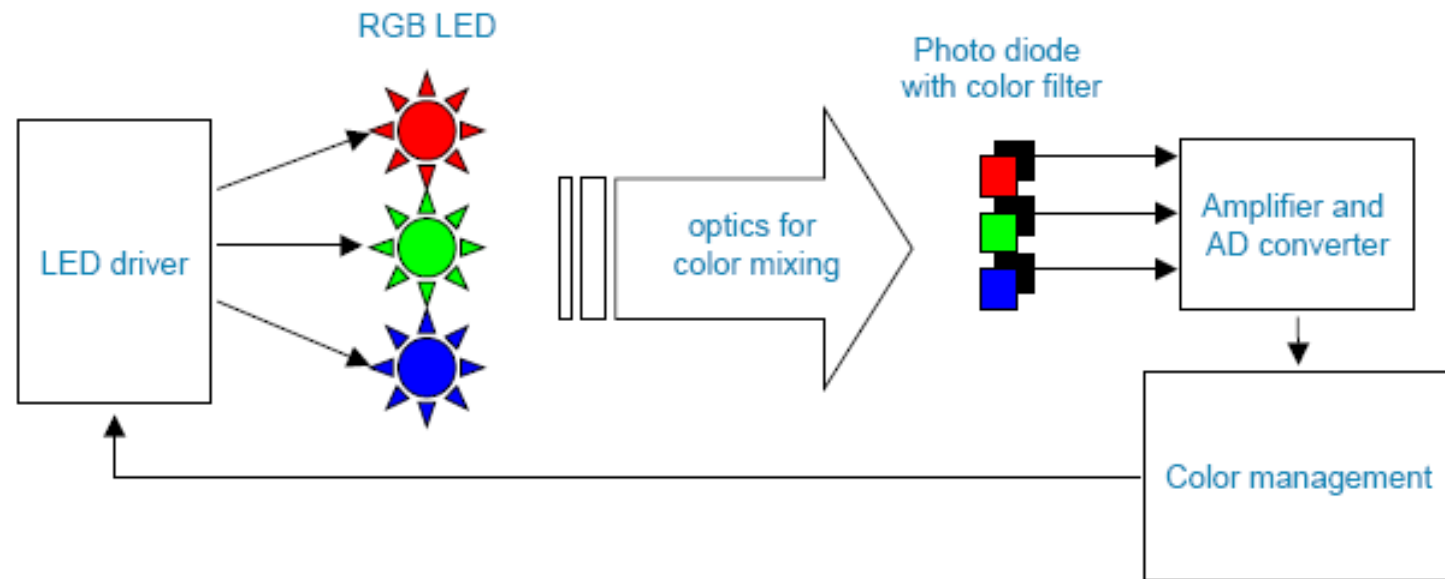
**Normfarbtafel für 2°-Beobachter nach DIN 5033 mit
Farbtoleranzfeldern ECE-R 99 für Gasentladungs-Kfz-Lampen**





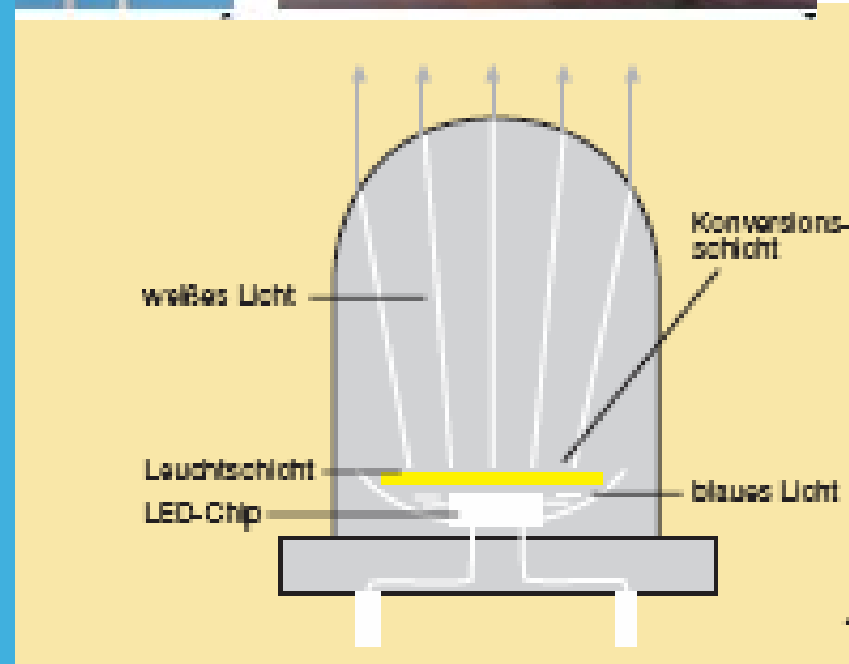
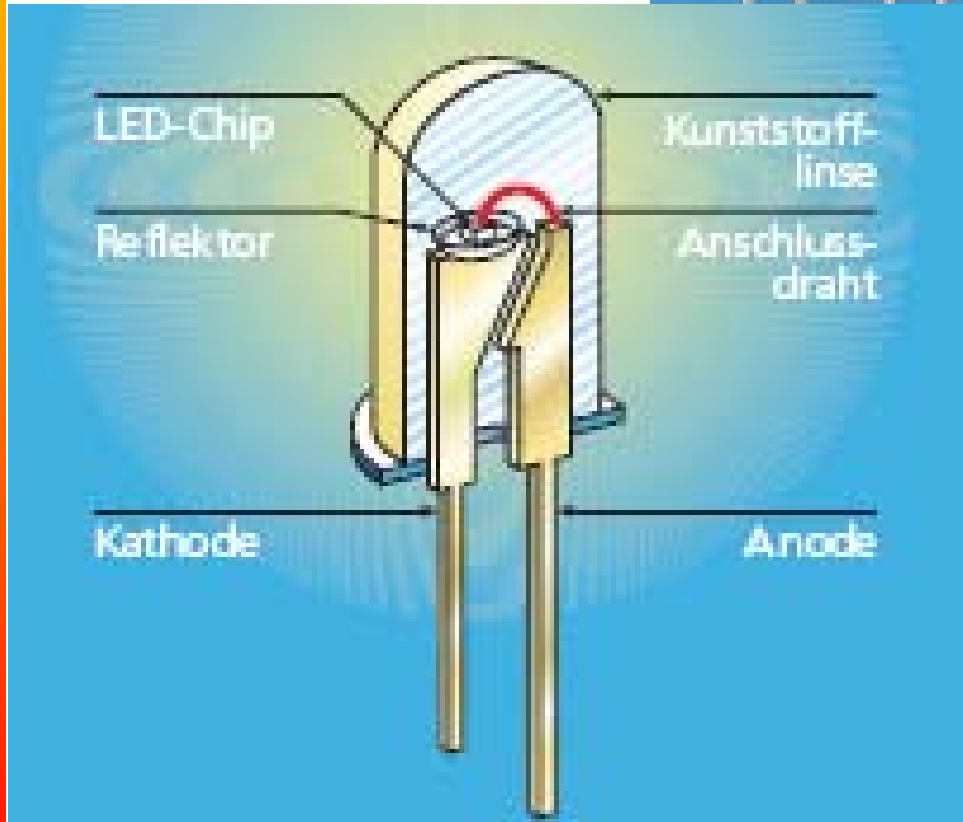
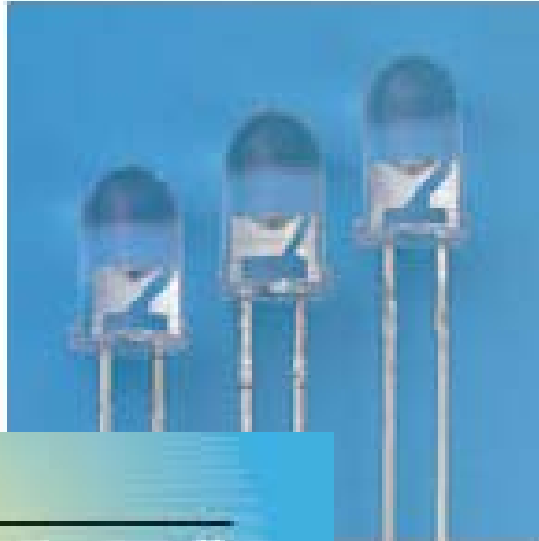
Weißindruck ist richtungsabhängig

Prinzip der Farbregelung von RGB LED basierend auf Dreibereichssensoren



2008-10-23 EPIGAP Optoelektronik GmbH

LED: Klassische Form



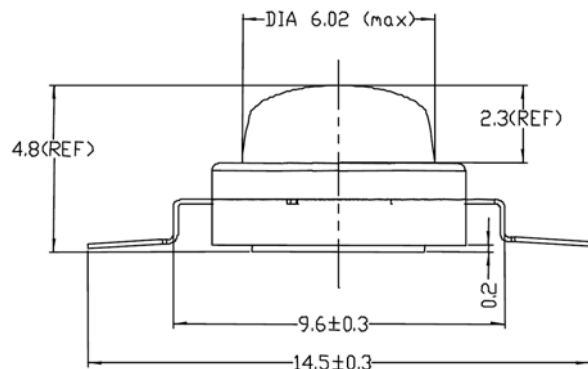
Aufbau einer LED

Vorteile

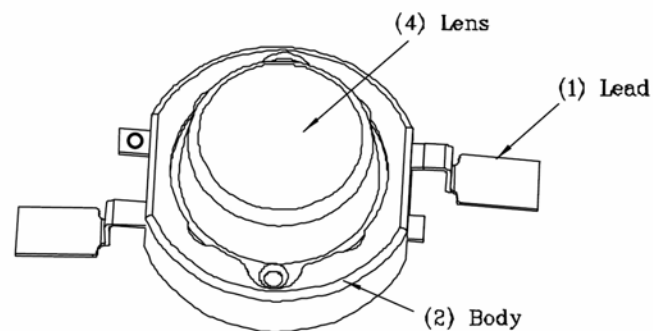
- hoher Wirkungsgrad
- grosse Kühlfläche

Nachteile

- Kühlfläche nicht elektrisch isoliert
- Nur zwei Ausstrahlcharakteristiken verfügbar



Luxeon Emitter



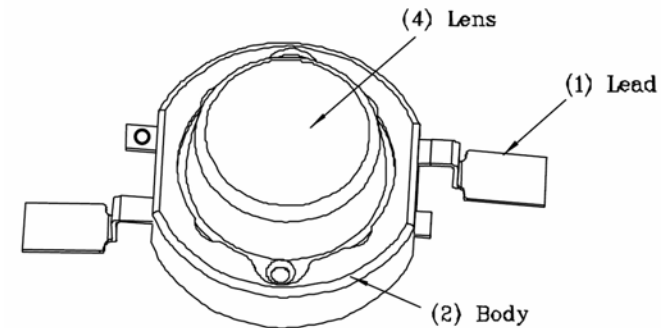
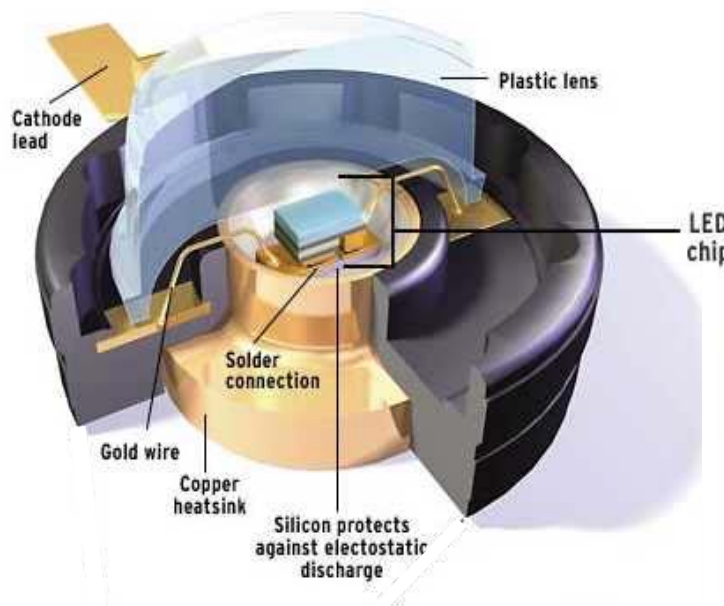
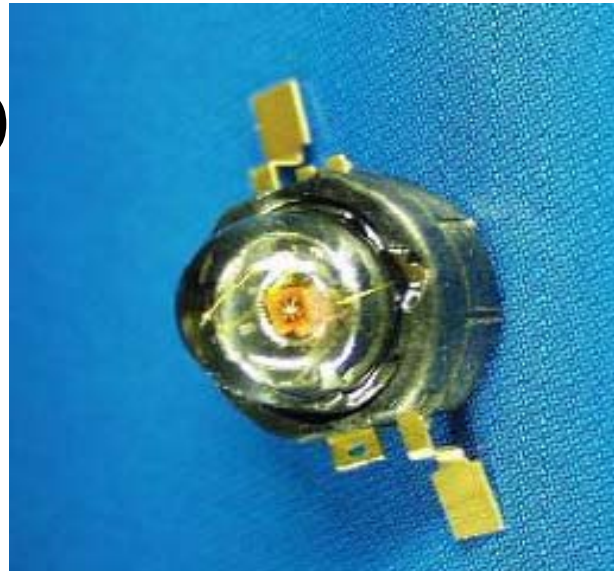
Aufbau einer LED

Vorteile

- hoher Wirkungsgrad
- grosse Kühlfläche

Nachteile

- Kühlfläche nicht elektrisch isoliert
- Nur zwei Ausstrahlcharakteristiken verfügbar

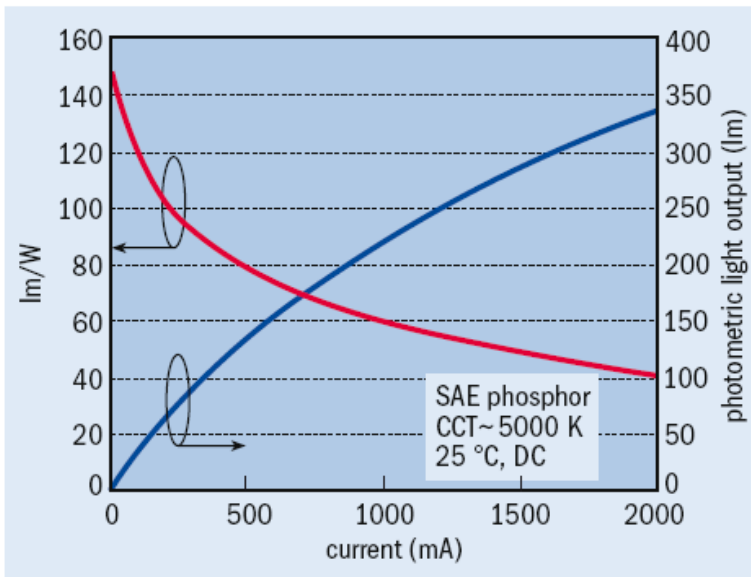
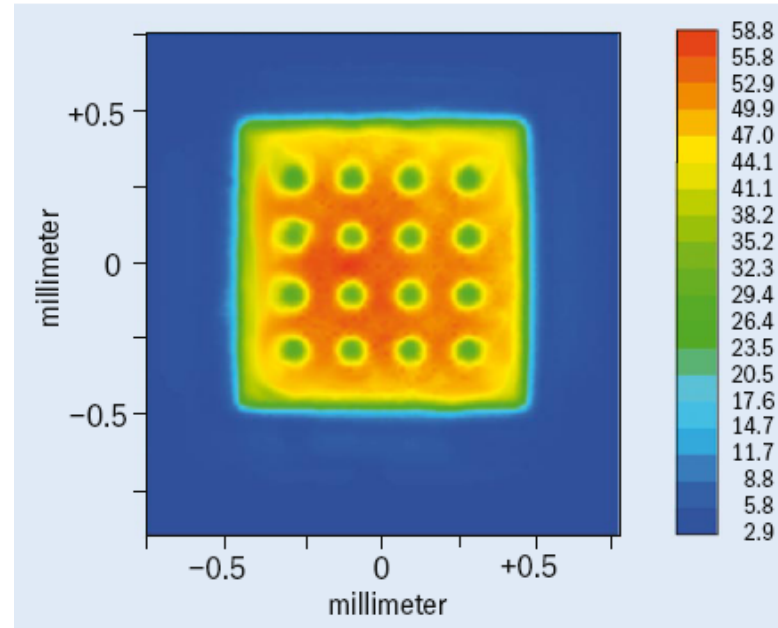
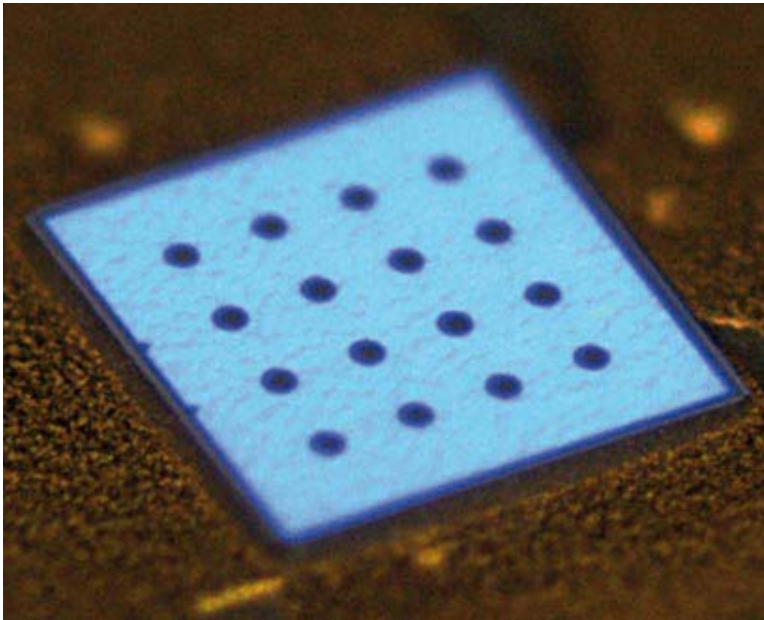


Luxeon Emitter

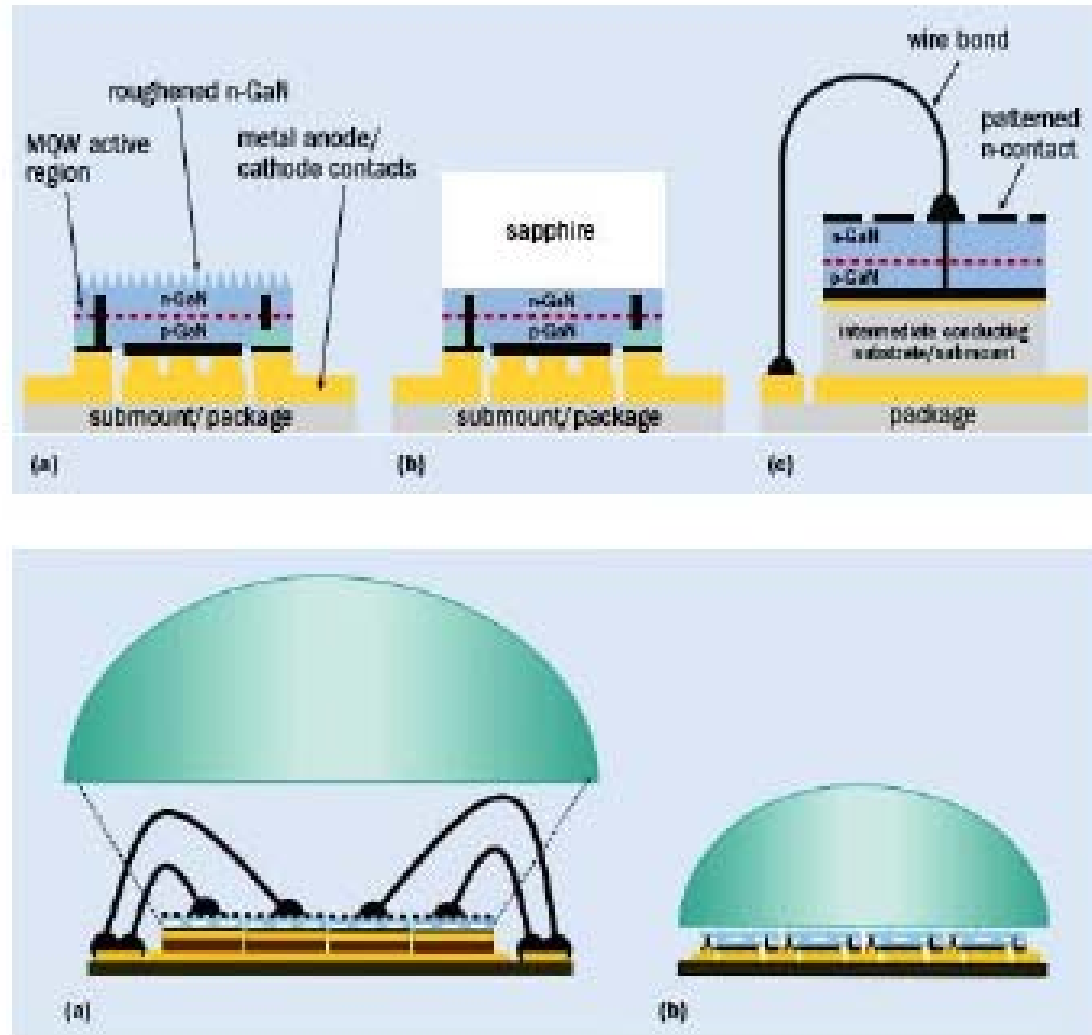
Verschiedene Gehäusebauformen



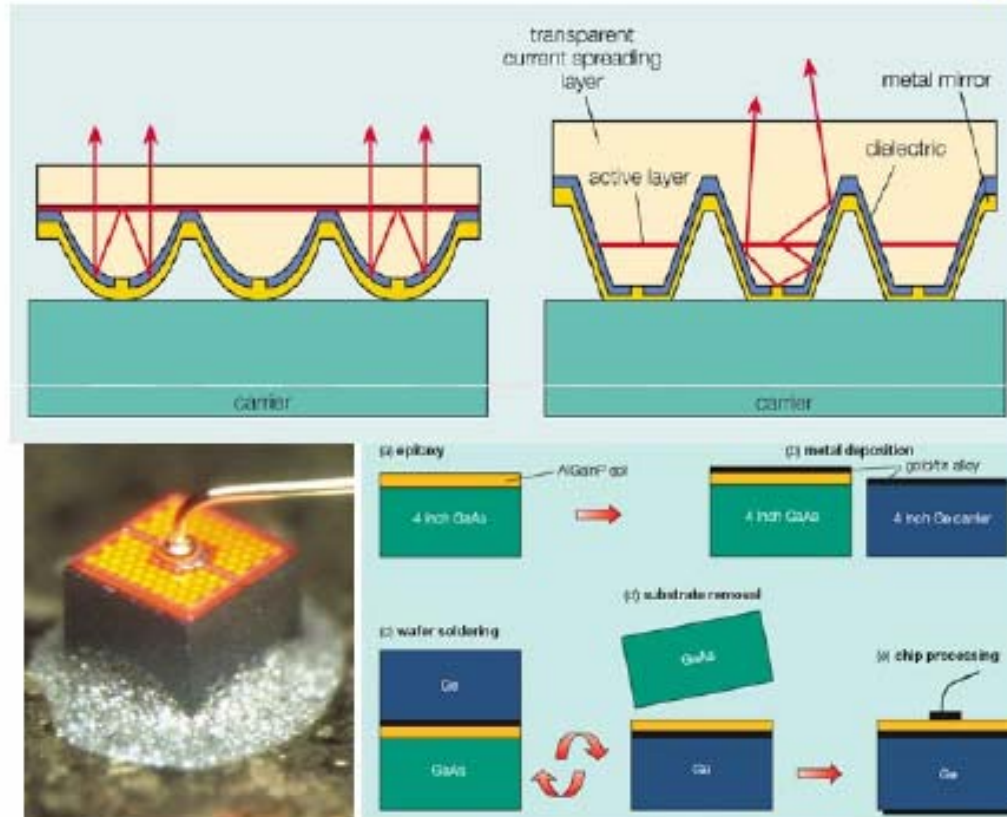
Neuere Entwicklungen



Kontaktierung auf der Rückseite

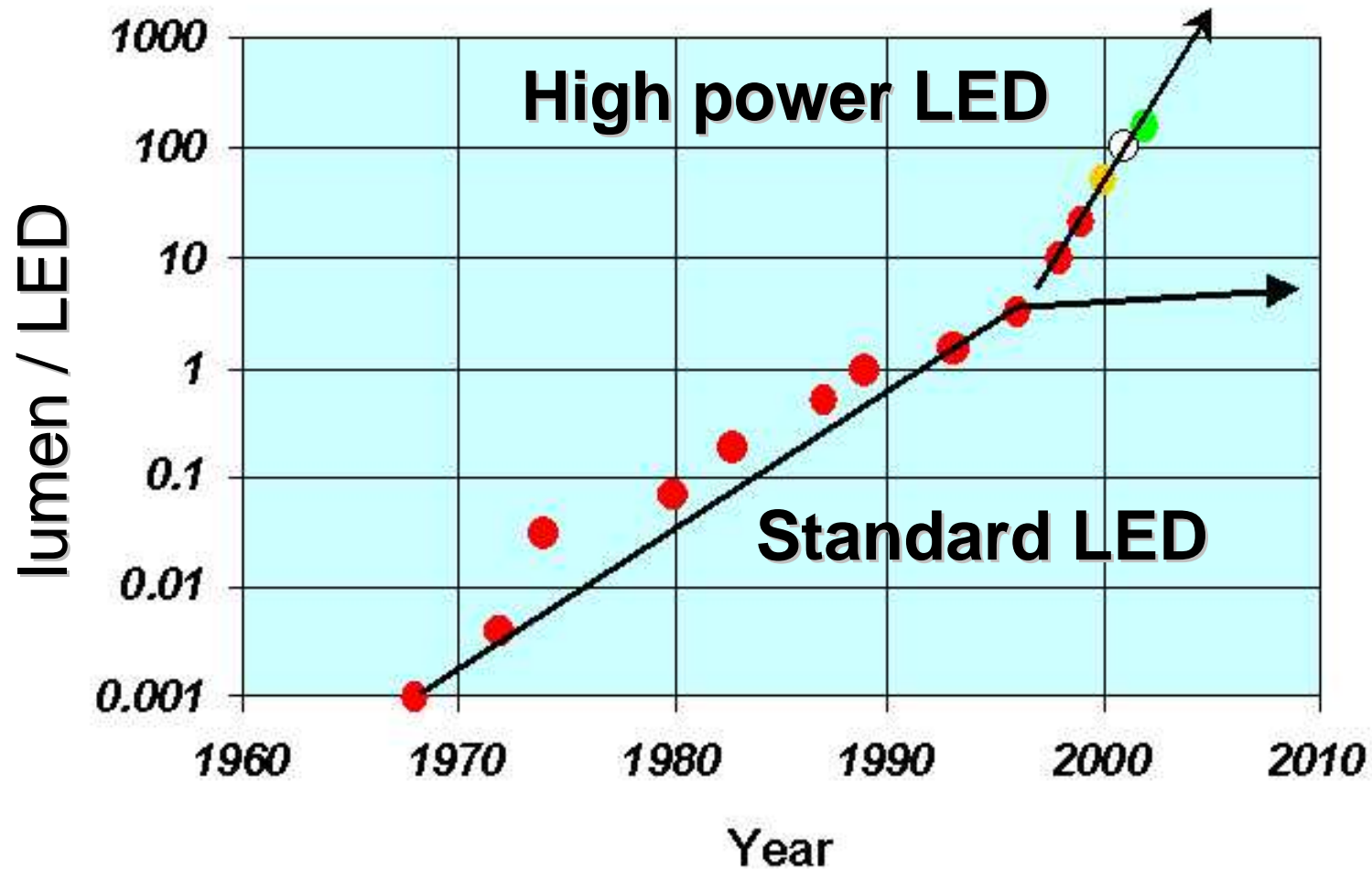


Verschiedene Varianten von Dünnsfilmchips (Thin film Chips) /Phillips/



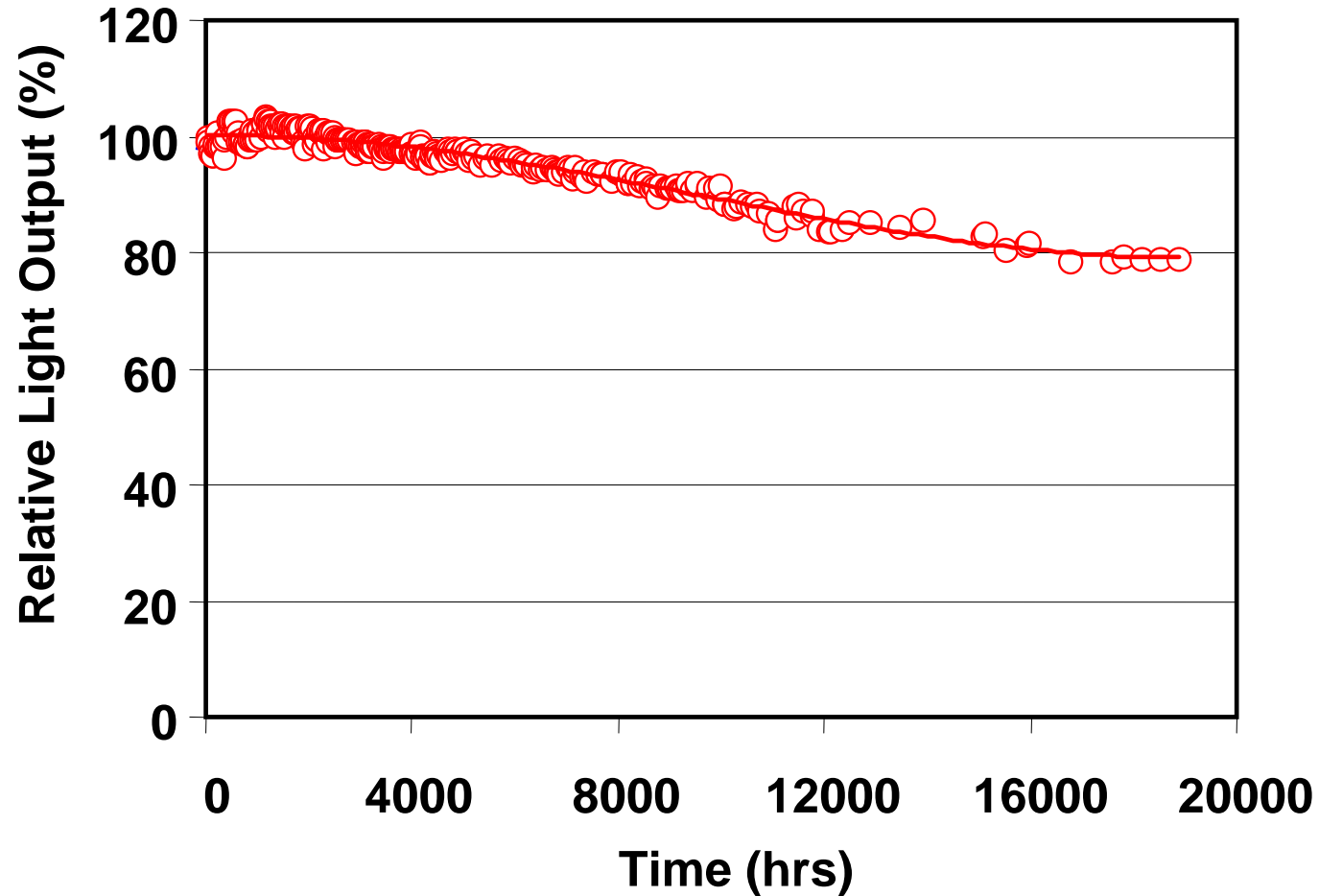
Dünnschichtchips (Thin film Chips) als ohne Effizienzverluste in der Chipfläche vergrößerbare Alternative (/Compound Semiconductors, /)

Trend:



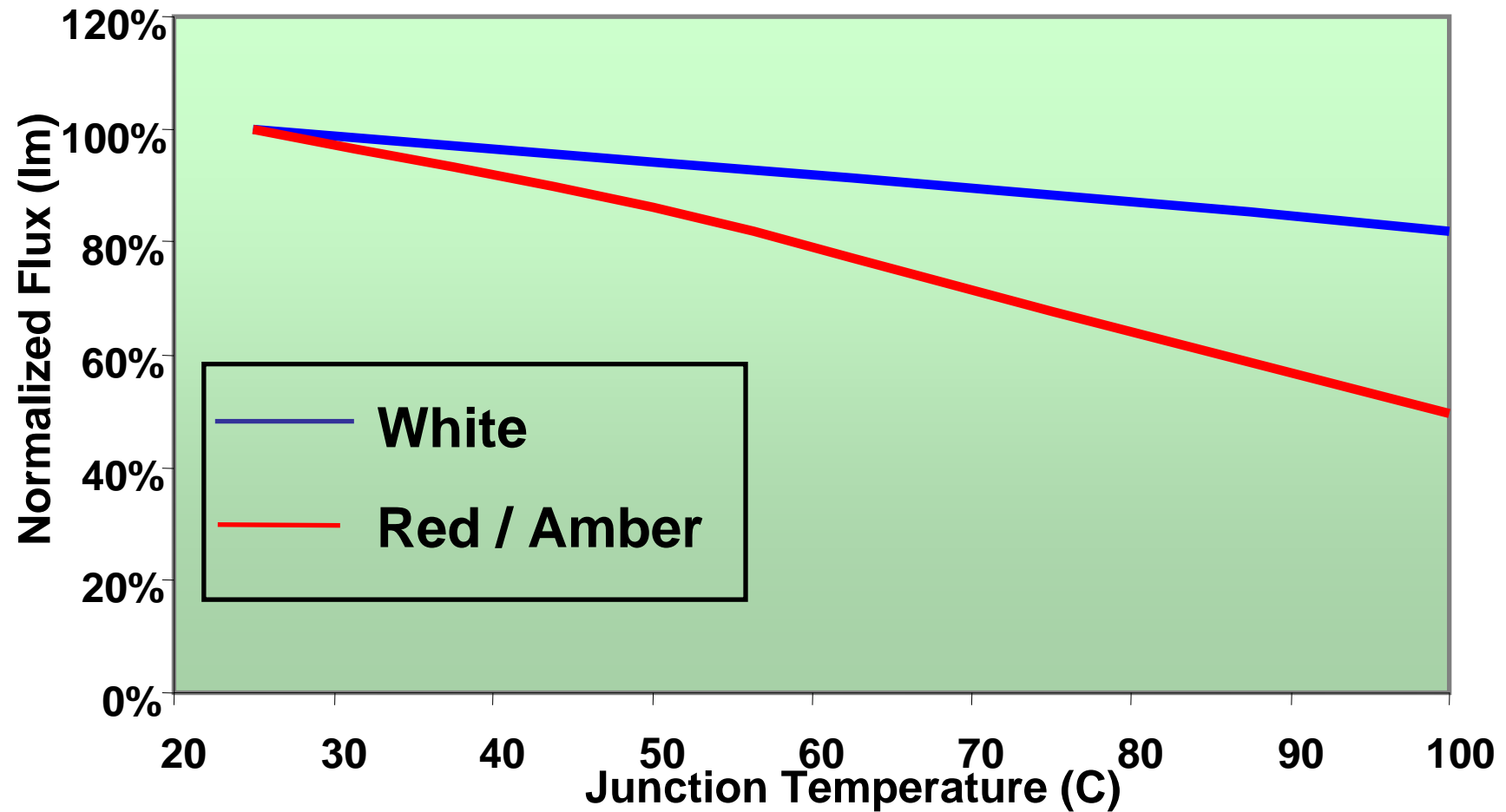
High Power LED White

Luminous Intensity versus Time:



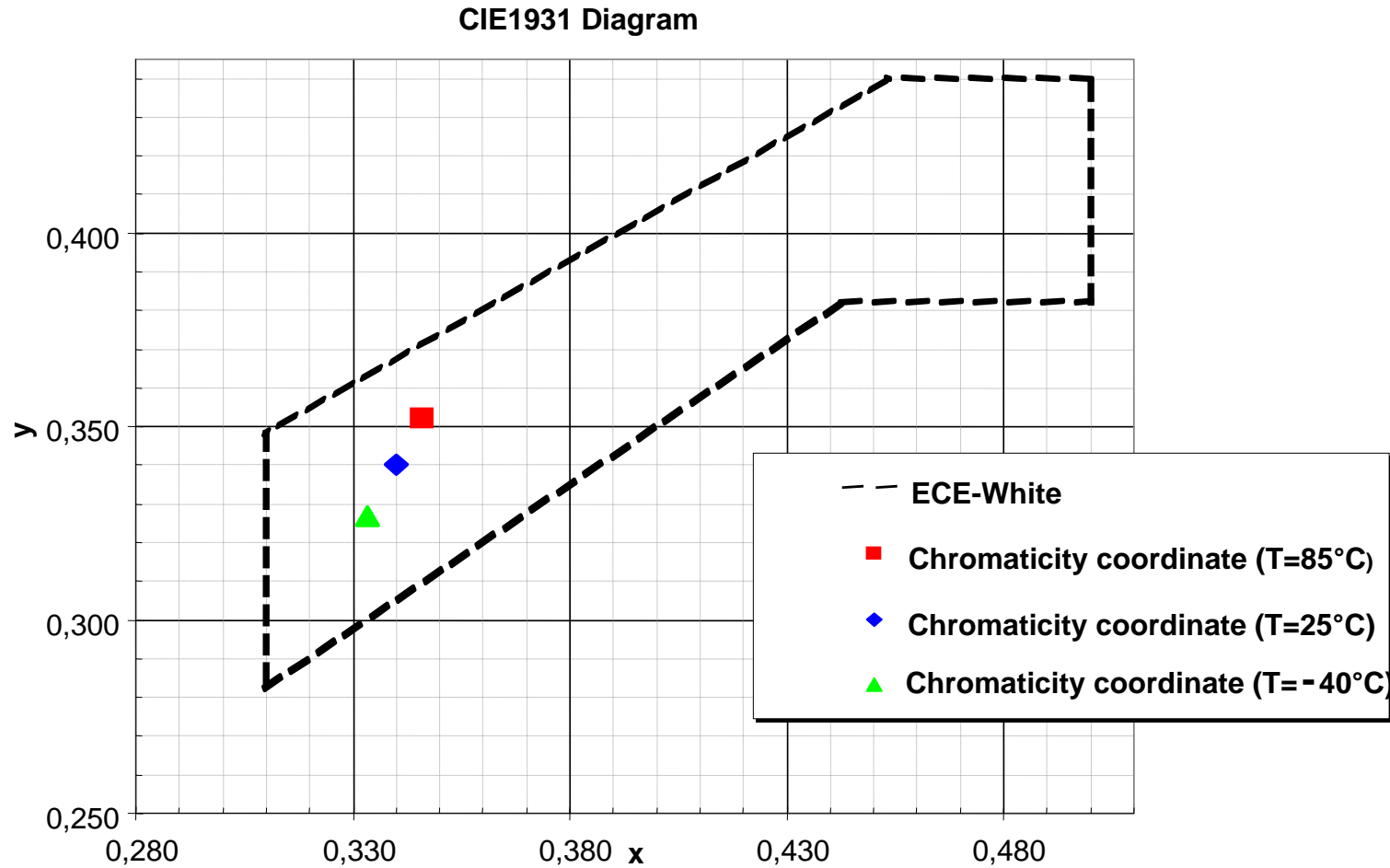
Thermisches Verhalten von Power LED

Luminous Intensity versus Temperature (typical):

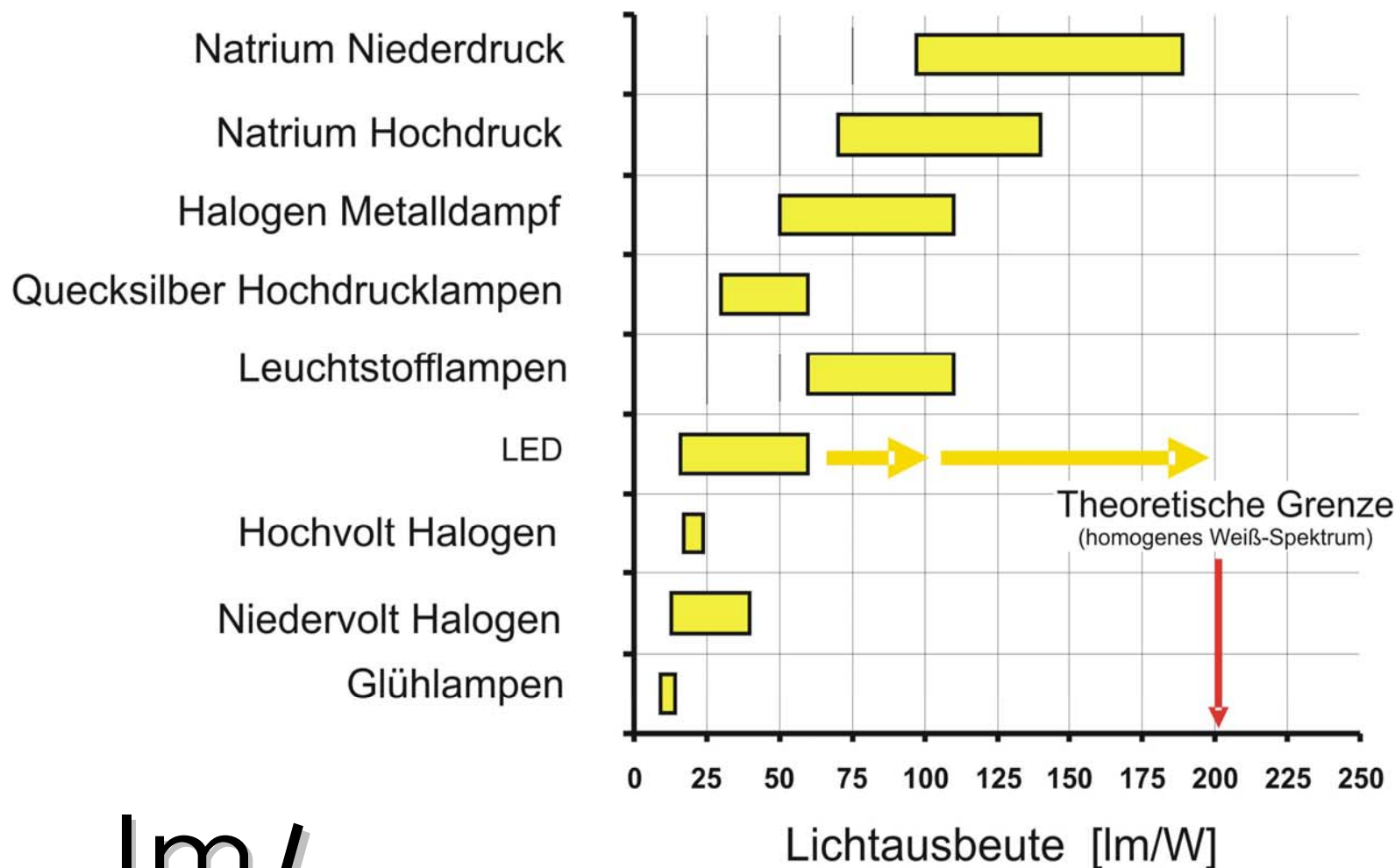


Thermisches Verhalten von Power LED

Colour Drift Versus Temperature:



Übersicht der Wirkungsgrade



lm/w

- Der Stand der Technik ermöglicht – unabhängig von der Betrachtung der Kosten- die statische und animierte Beleuchtung von verschiedensten Objekten im Innen- wie im Außenbereich
- Die weitere Erhöhung des Lichtstroms von LED wird vor allem von der weiteren Erhöhung des Leistungsumsatzes an der Einzel- LED und in den LED-Anordnungen getragen, wobei auch weitere Effizienzsteigerungen zu erwarten sind
- Die Zuverlässigkeit von Hochleistungs- LED und LED- Systemen ist von der Dimensionierung der thermischen Umgebung und den Betriebsbedingungen abhängig
- LED Systeme können als nicht zu reparierende Systeme auch für den Beleuchtungsbereich ausgelegt werden