

Thermisches Verhalten von Hochleistungs-LEDs und die Konsequenzen für die Auslegung von optoelektronisch-lichttechnischen LED-Systemen

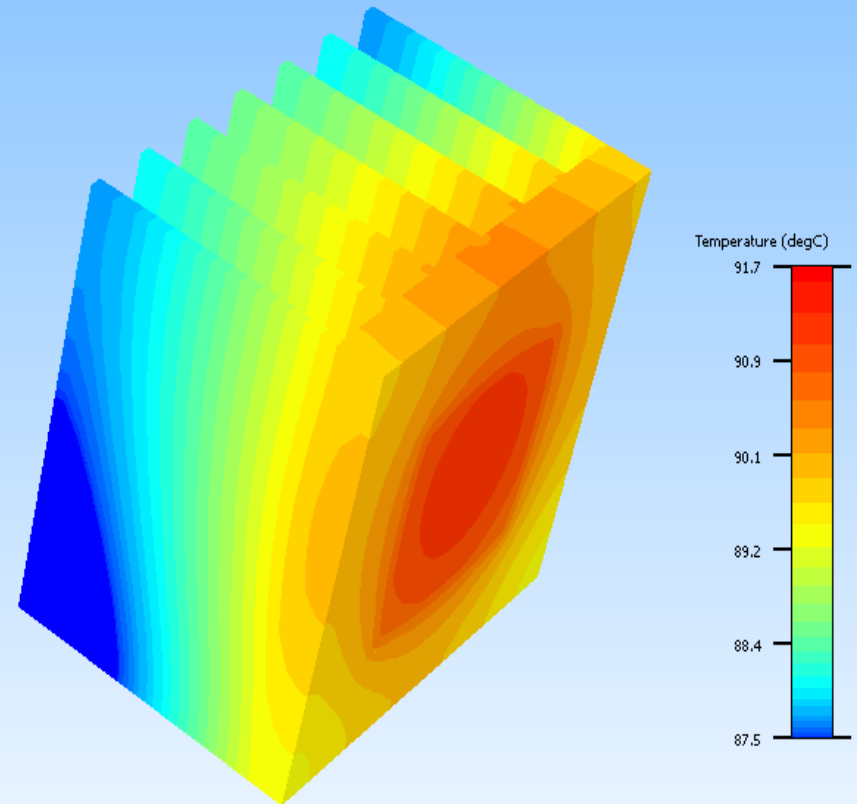
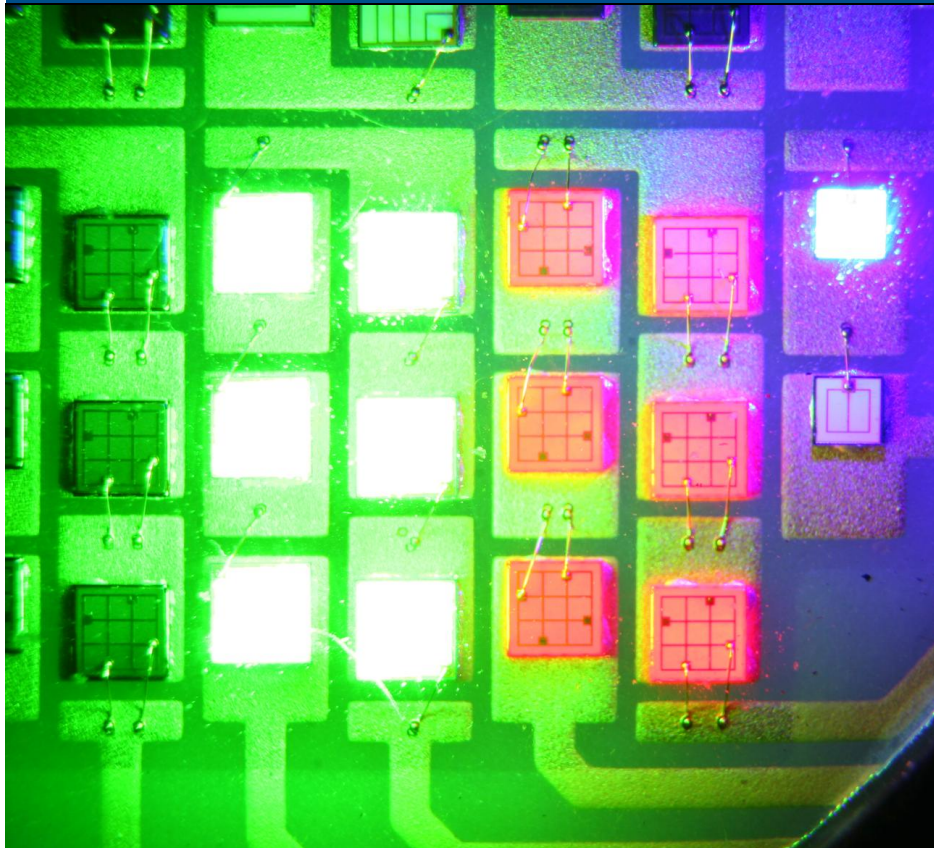
Prof. Dr.-Ing. habil. Tran Quoc Khanh



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



FACHGEBIET
LICHTTECHNIK



1. Kurze historische Betrachtung der Lichtquellentechnologien und Anwendungen
2. Energiebilanzen von heutigen Lichtquellen
3. Verhalten von HP-LEDs als Funktion der Temperatur
4. Elektronik einer LED-Leuchte zur Temperaturüberwachung
5. Zusammenfassung

1. Kurze historische Betrachtung der Lichtquellentechnologien



Öllampe
Asien

10000 v. Chr.



Kerze
Ägypten

4000 v. Chr.



Glühlampe
USA

1880



Luxeon LED
USA

1999

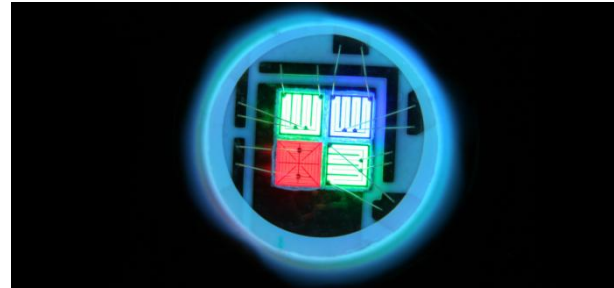
**Technologischer
Durchbruch**

Klassifizierung von Lichtquellen

Thermische Strahler:
**Glühlampen,
Halogenglühlampen**



Halbleiter-Lichtquellen:
LED, OLED

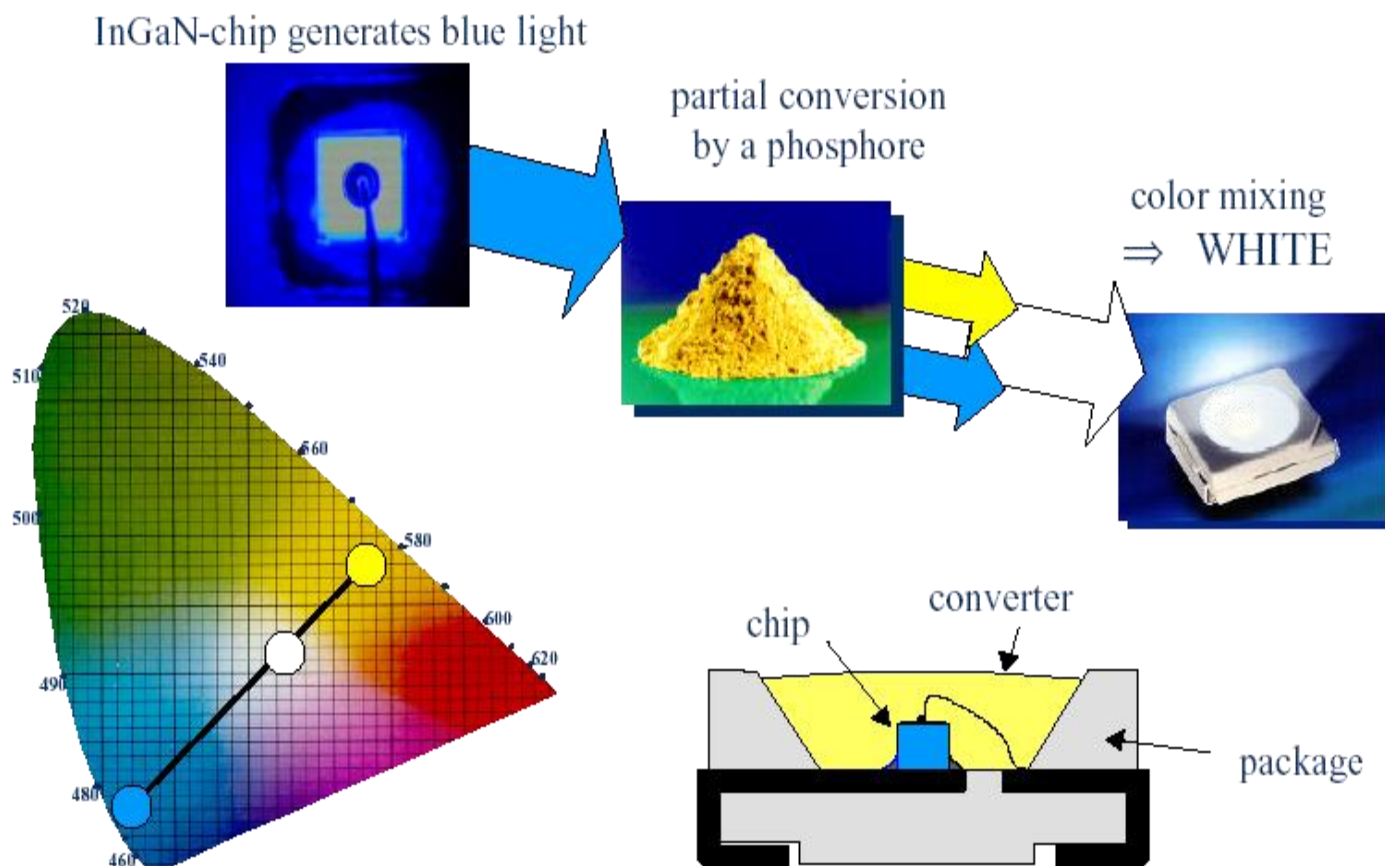


Entladungslampen



LED: weiße Strahlung durch Phosphorkonversion

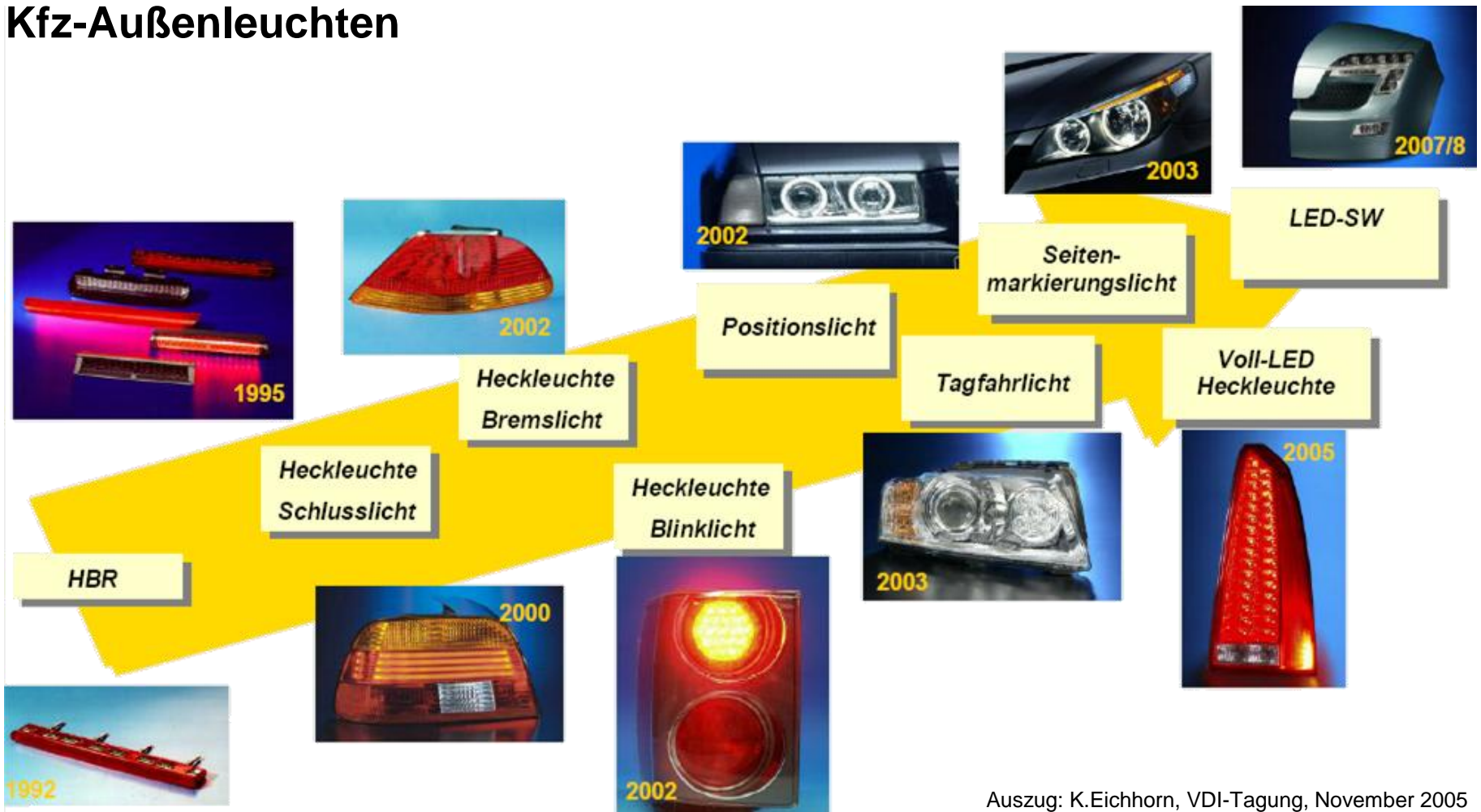
Blaue LED und gelber Leuchtstoff



Anwendungen- Automobile Lichttechnik

LED in der Kfz-Lichttechnik

Kfz-Außenleuchten



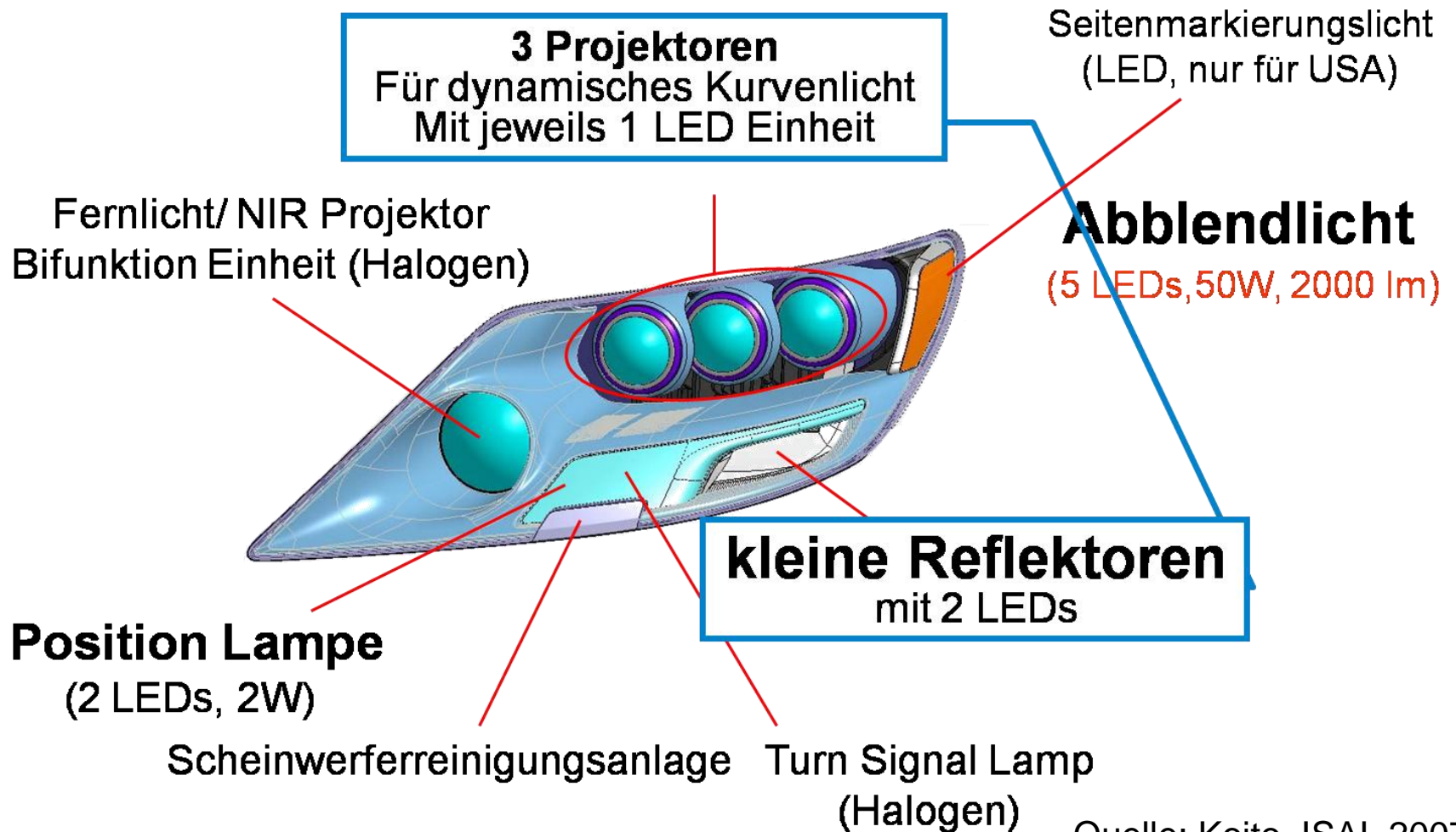
Auszug: K.Eichhorn, VDI-Tagung, November 2005



Das weltweit erste Auto mit **LED-Abblendlicht**
Der Lexus LS 600h, Sommer 2007

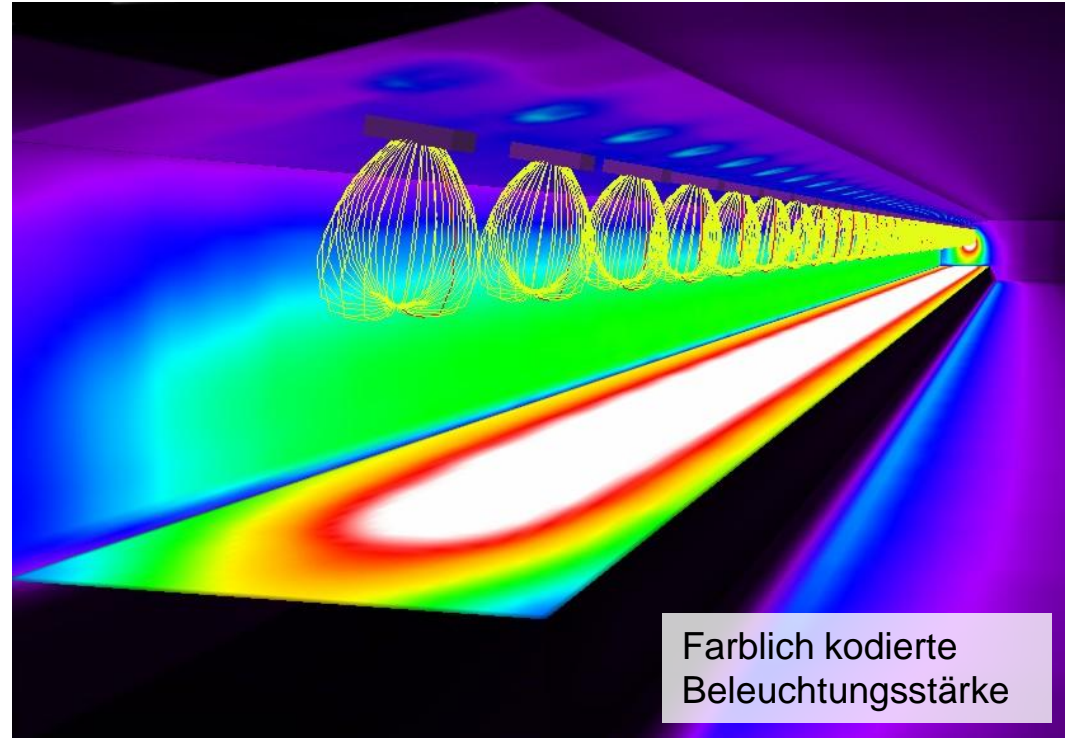
Quelle: Koito, ISAL 2007

LEDs in der Kfz-Lichttechnik



Quelle: Koito, ISAL 2007

Simulation der LED-Anlage für die Europa's erste LED-beleuchtete U-Bahn-Station in Duisburg (Installation im Mai 2010)



	Vorgaben der U-Bahndirektion	Erfüllung
Inhomogenität	0,33:1	0,472:1
Mittlere Beleuchtungsstärke	150 lx	150 lx

Anwendungen von LEDs

Innenraumbeleuchtung: Büro mit 500 lx (LED-Leuchten)



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Technische Beschreibung der LED-Stehleuchte



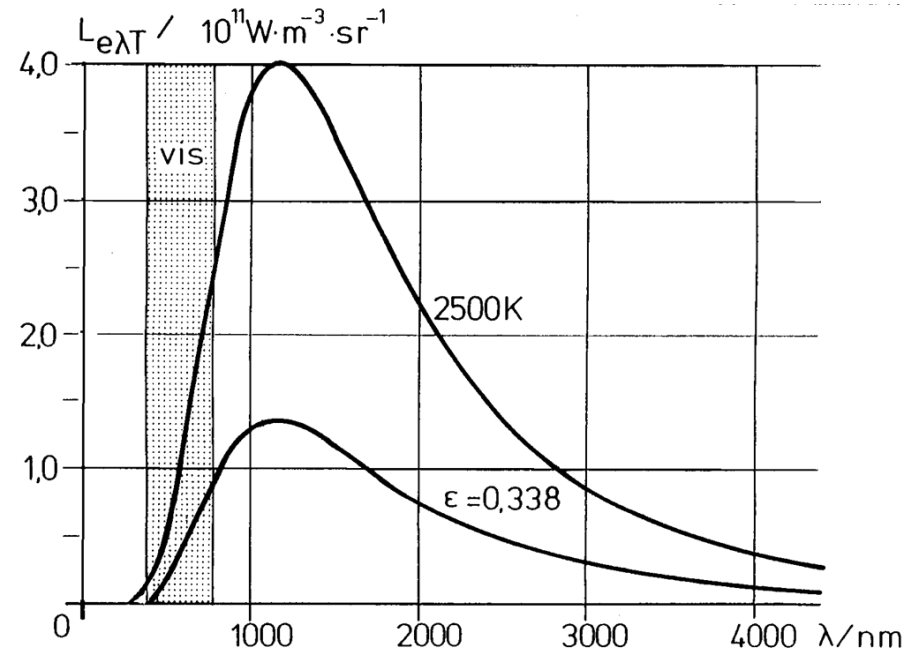
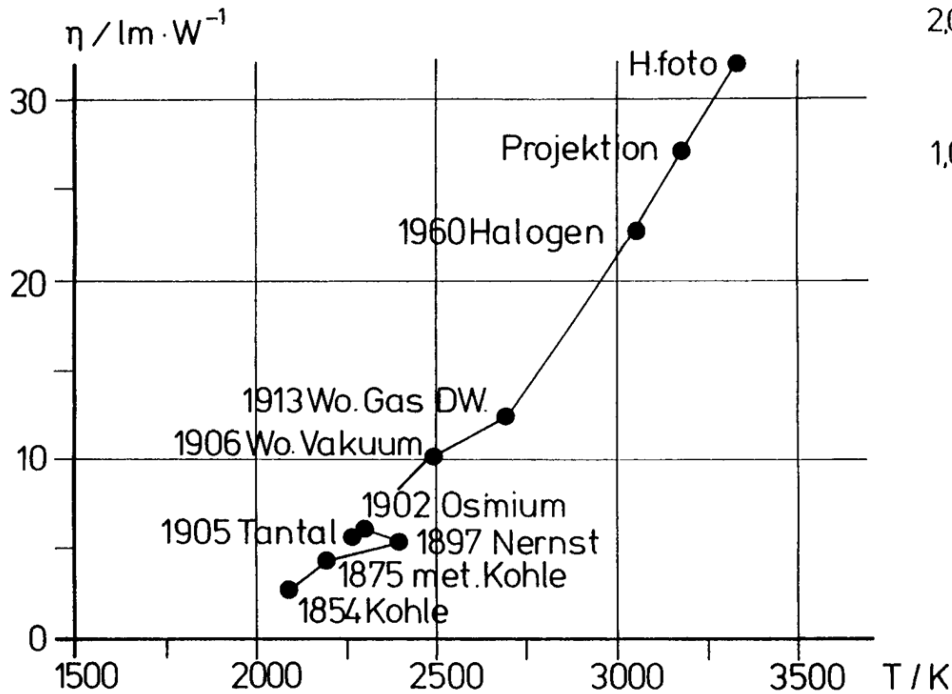
- **Stehleuchte mit:**
 - **18 Stck. LED´s Golden Dragon Plus für Direktlichtanteil**
 - **54 Stck. LED´s Golden Dragon Plus für Indirektanteil**
- **Tageslichtsensor und Präsenzmelder OSRAM MULTI ECO**
- **Dimmbare LED Treiber**
- **Mechanische Justagemöglichkeit des Direktanteils für Einzel- bzw. Doppelarbeitsplatz**
- **Indirektanteil individuell schaltbar**
- **Anschlussleistung: 105 W**
- **LED-Wirkungsgrad = 105 lm/W**
- **Systemwirkungsgrad = 57 lm/W**

Quelle mit Erlaubnis von
Osram

2. Energiebilanzen von heutigen Lichtquellen

Thermische Strahler

Der vorwiegende Strahlungsanteil der Glüh- und Halogenglühlampen liegt im IR

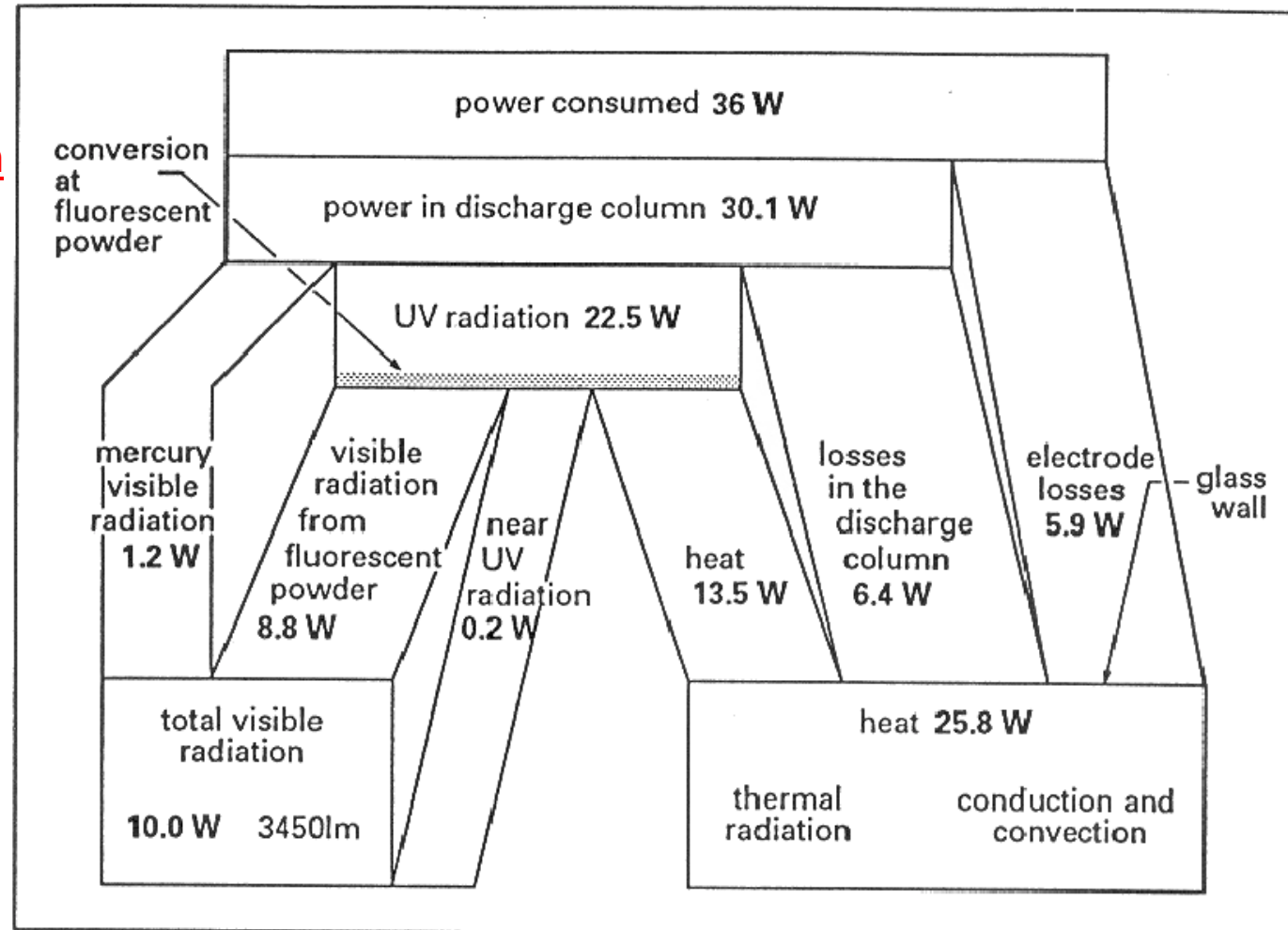


Der Emissionsgrad von Wolfram liegt bei 0,4- 0,42 im sichtbaren Bereich

2. Energiebilanzen von heutigen Lichtquellen

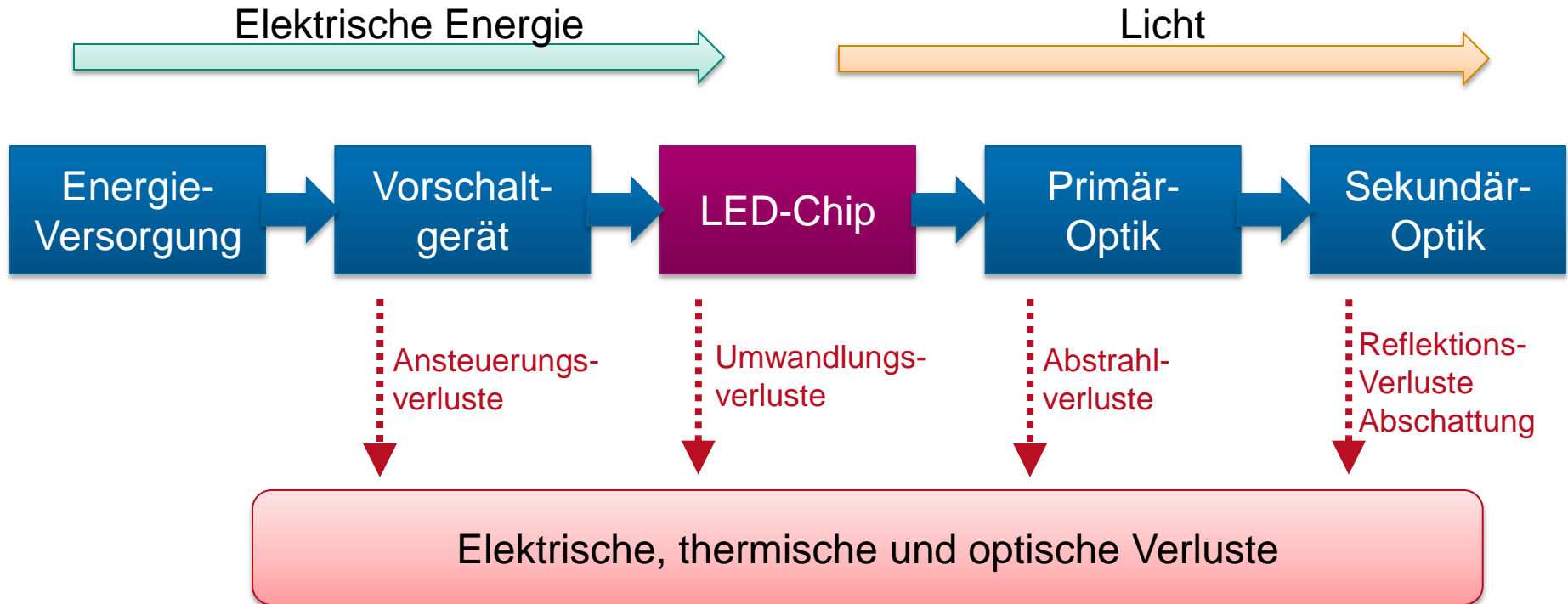
Leuchtstoff-Lampen

- Energiebilanz einer 26 mm 36W röhrenförmigen Leuchtstofflampe



2. Energiebilanzen von heutigen Lichtquellen

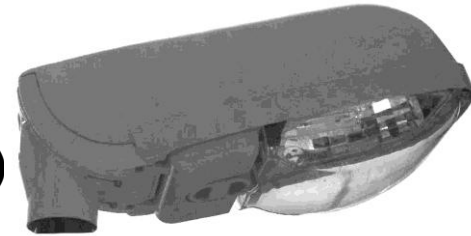
Blockdiagramm einer LED-Leuchten-Struktur



Stand der heutigen LED-Leuchtentechnik

Messergebnisse 11.2009 (Lichtlabor TU Darmstadt)

- **Lichtausbeute von kaltweißen LEDs:**
bei 60 °C (Leiterpl.-Temperatur) und 350 mA = 93 lm/W
- **Optischer Wirkungsgrad der Optiken (Reflektoren, Linsen)**
85% bis 88% (0,85- 0,88)
- **Wirkungsgrad der LED-Elektroniken:** 85% bis 92% (0,85-0,92)
- **Leuchtenlichtausbeute:**
 $93 \text{ lm/W} \cdot 0,88 \cdot 0,88 = \underline{72,0 \text{ lm/W}}$ (ohne Verluste durch Abdeckglas)

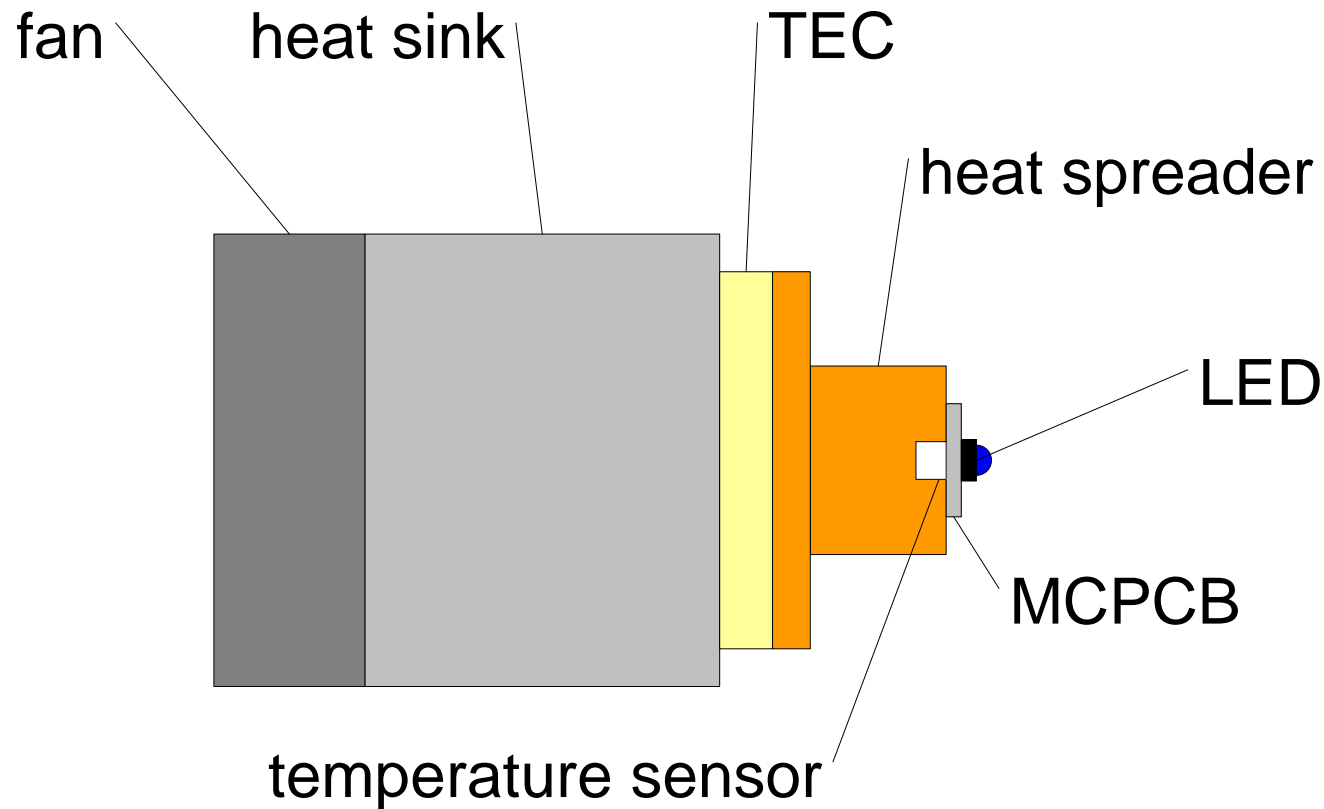


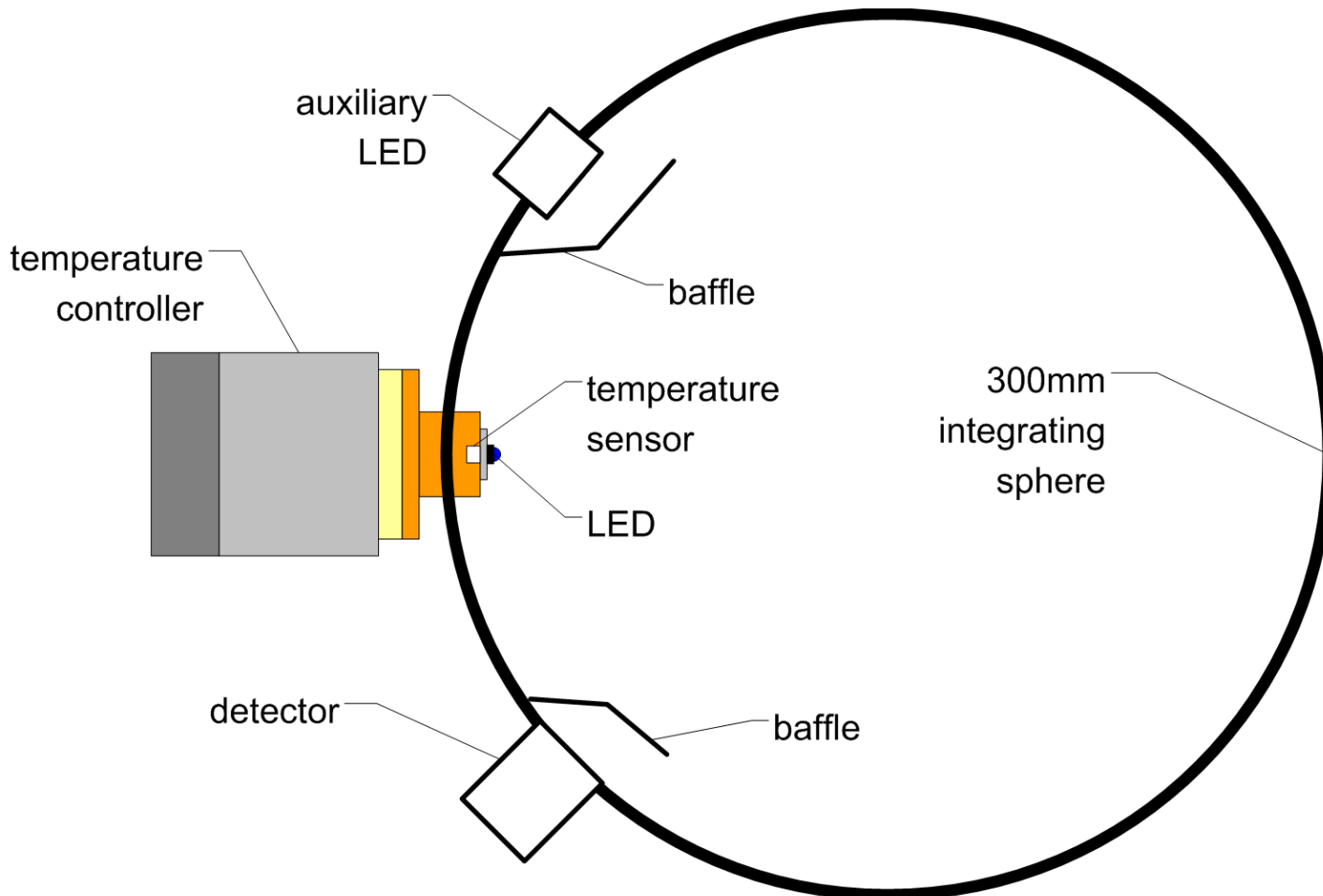
Nr.	Lichtausbeute (lm/W)	Messbedingungen
Hersteller 1, warmweiss, 2740 K	58,7	60°C , 350 mA
Hersteller 2, warmweiss, 3050 K	64,5	60°C , 350 mA
Hersteller 3, kaltweiss, 6000 K	93,7	60°C , 350 mA
Hersteller 4, kaltweiss, 5970 K	93,1	60°C , 350 mA

3. Verhalten von HP-LEDs als Funktion der Temperatur- Messbedingungen an der TU Darmstadt

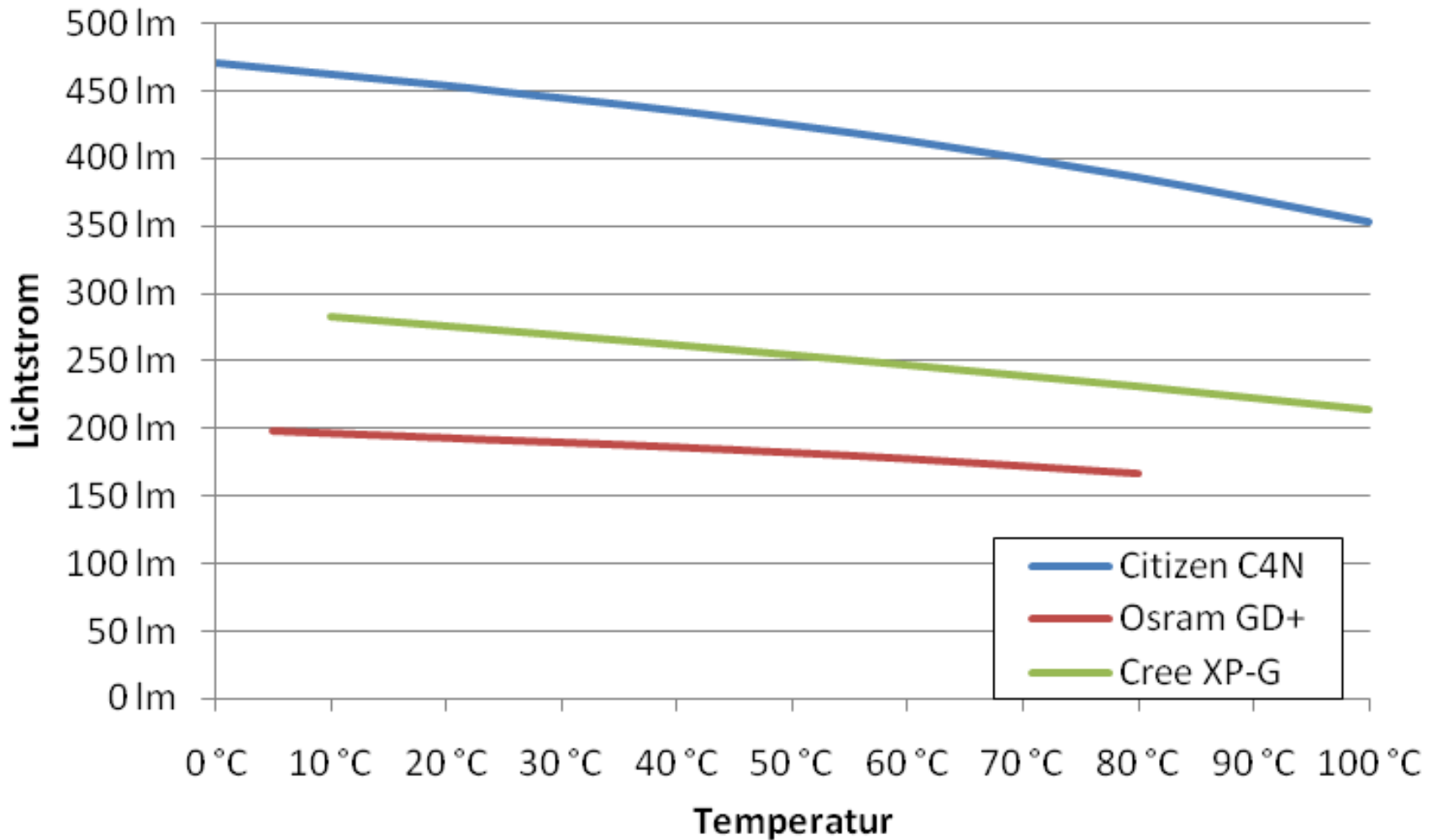


- Aktuelle Hochleistungs-LEDs: Lumileds, Osram, Cree, Citizen
- Konstantstrom auf max. erlaubtem Level
(350...1000mA, je nach LED-Typ)
- Lichtmessung mit U-Kugel und Spektroradiometer
- Temperaturregelung mit Peltierelement

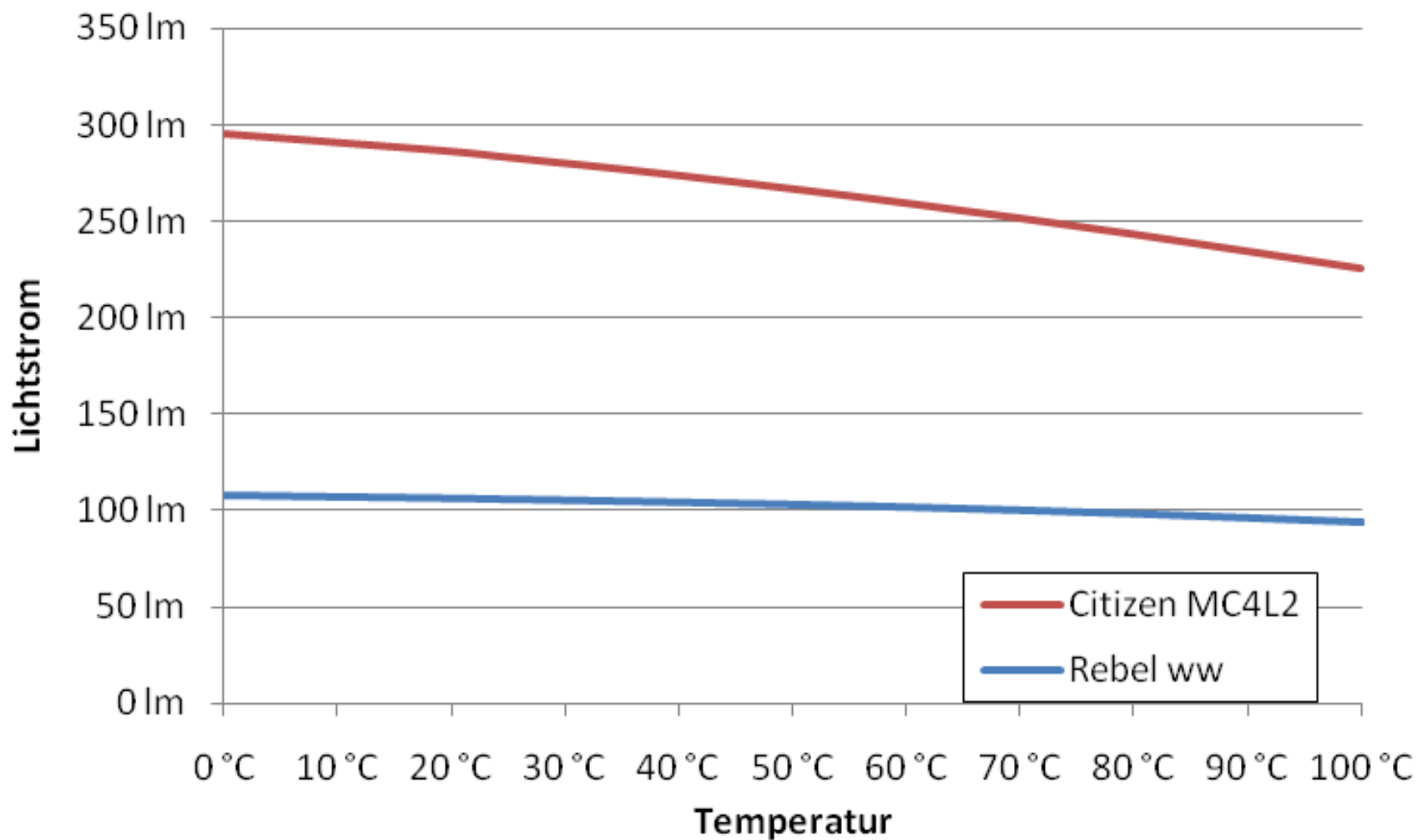




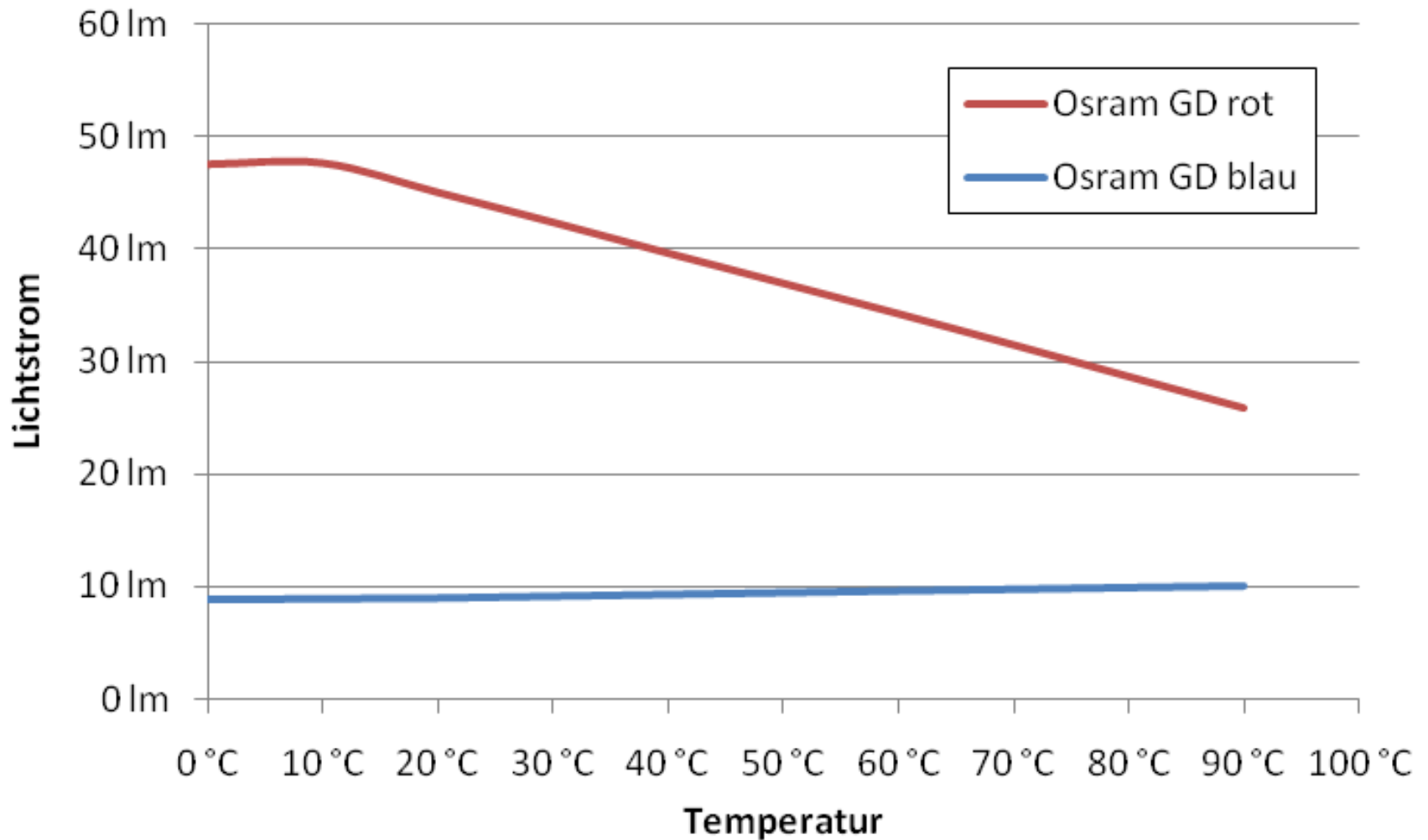
Kaltweisse LEDs



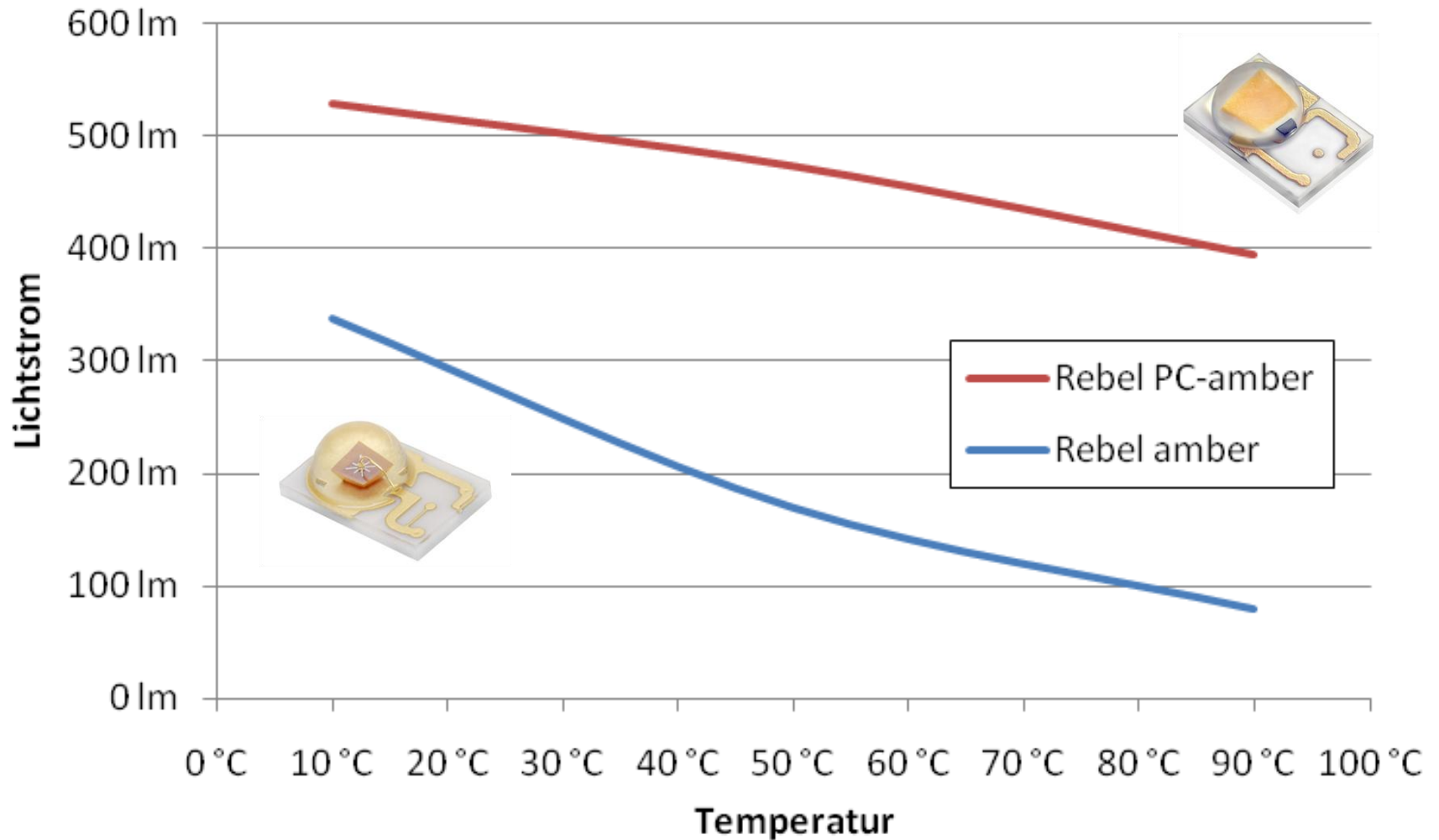
Warmweisse LEDs



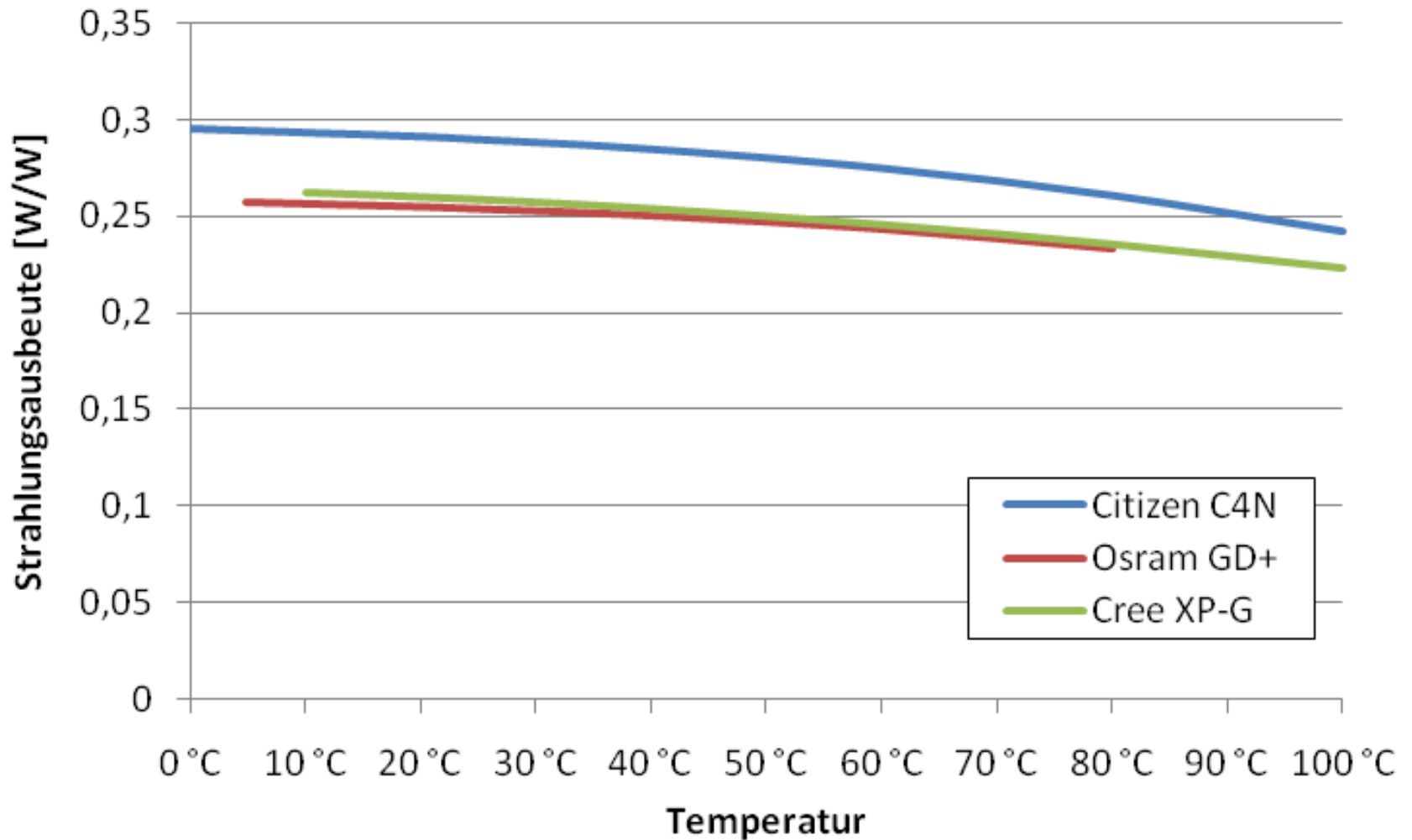
Rot, Blau



Amber LED (Lumileds)



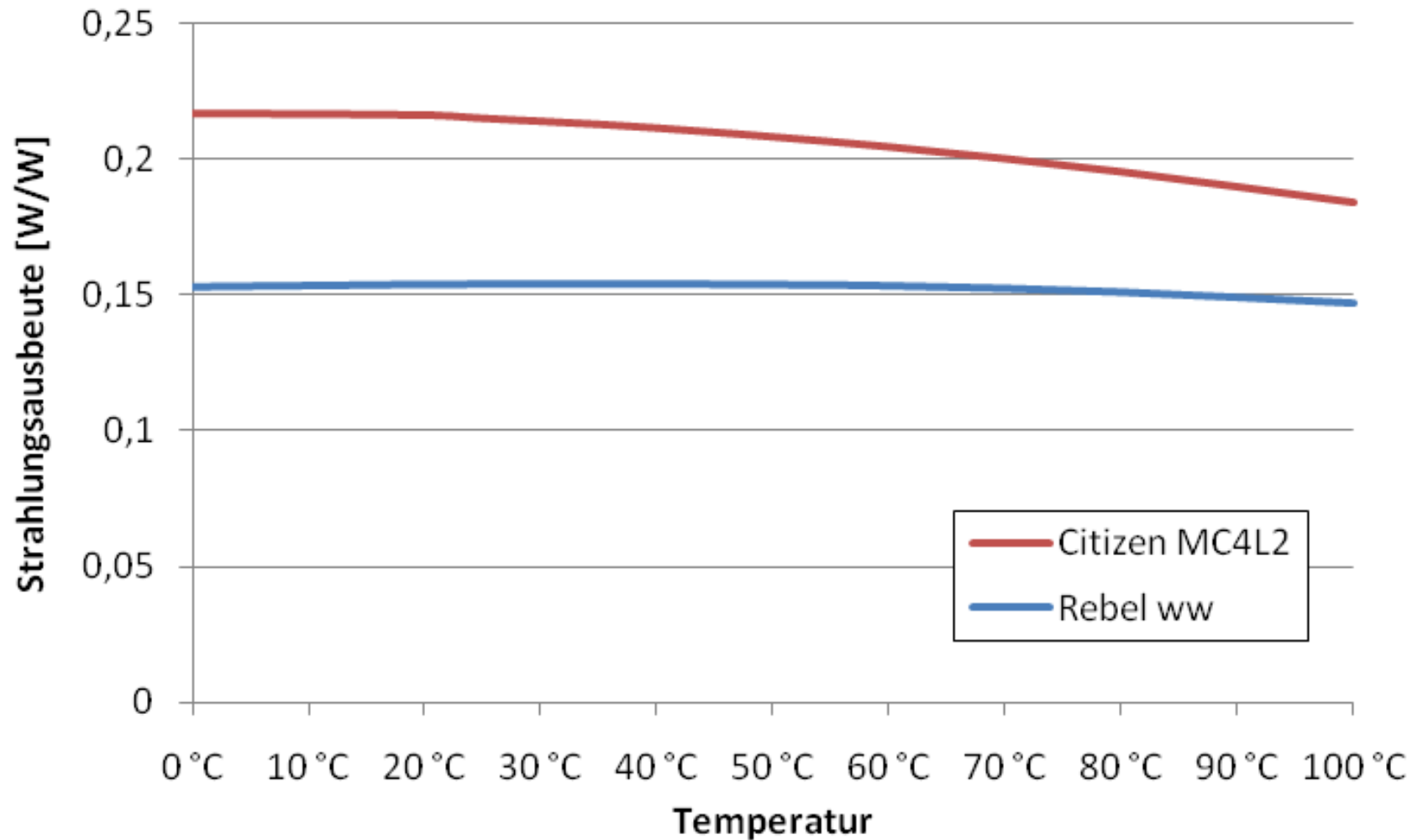
Strahlungsausbeute der kaltweissen LEDs



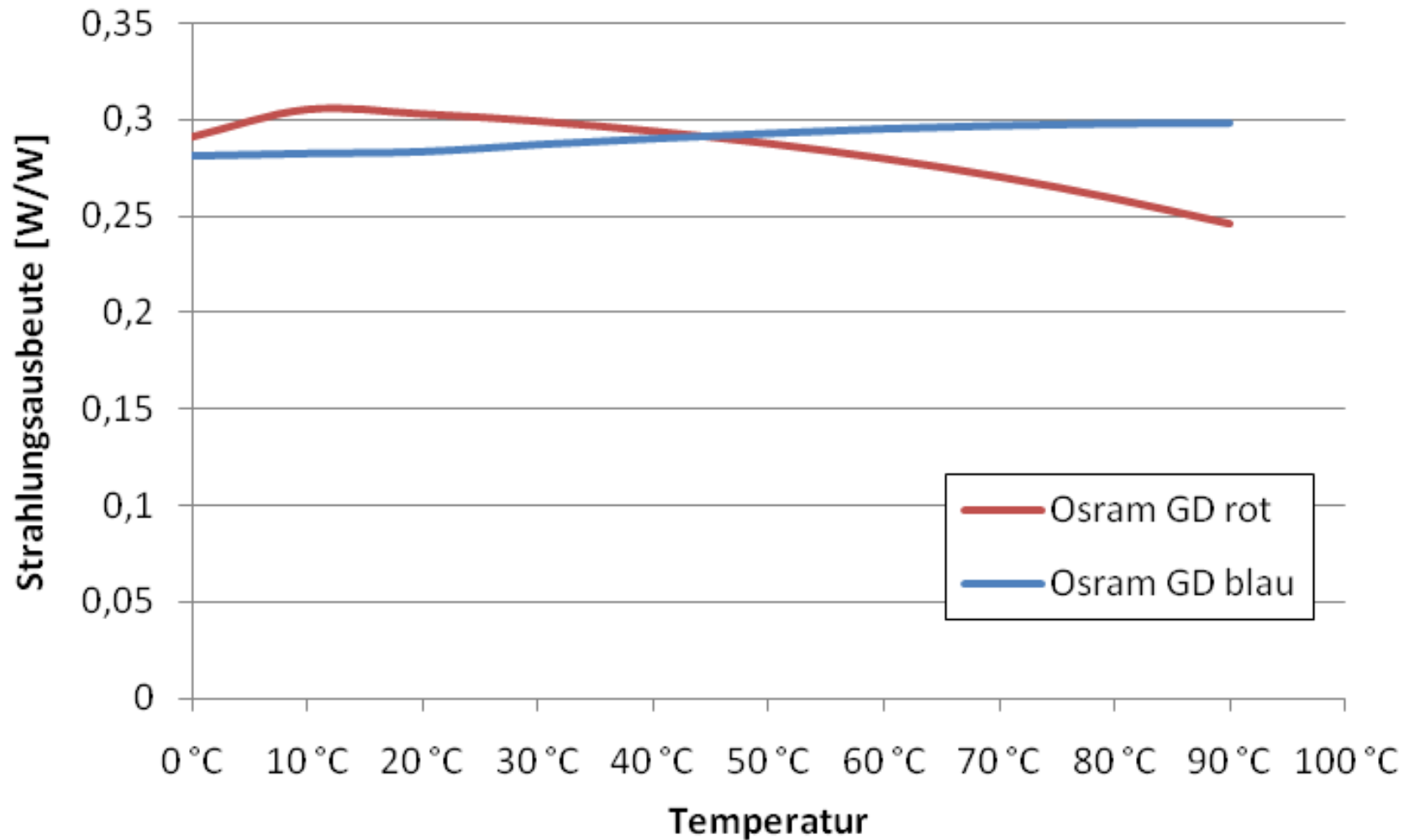
Strahlungsausbeute der warmweissen LEDs



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

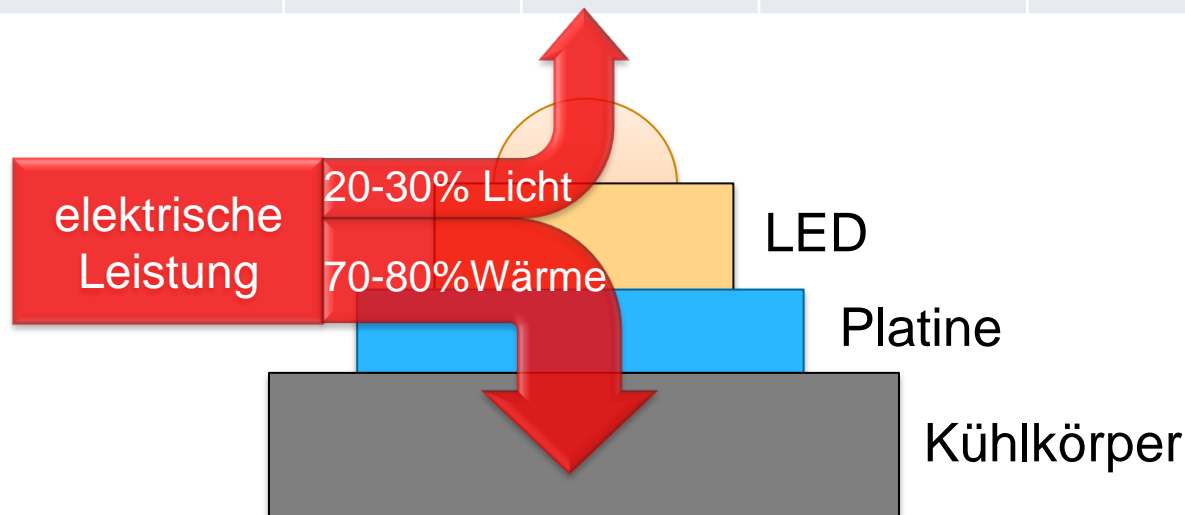


Rot, Blau

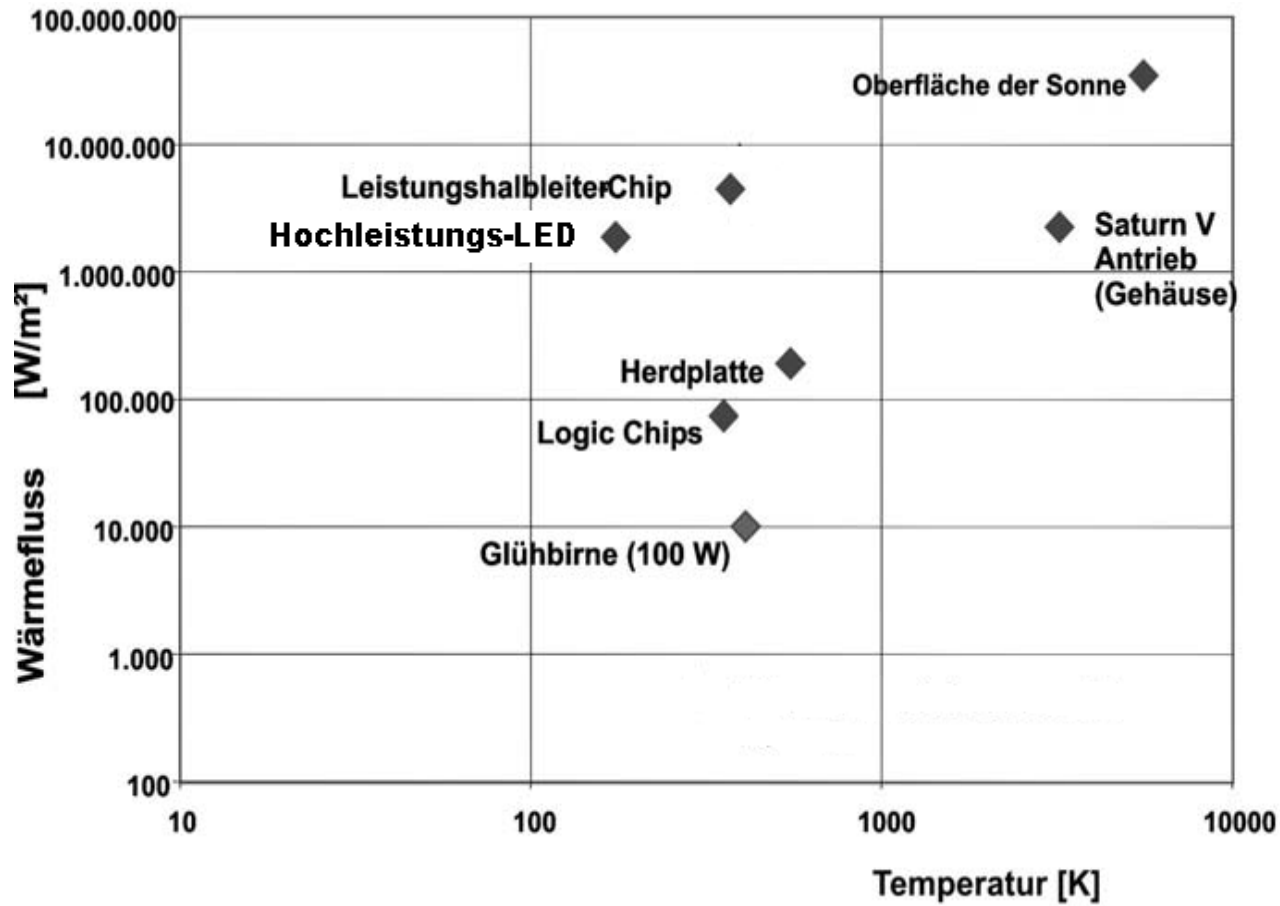


Lichtausbeute und Strahlungsausbeute einer effektiven kaltweißen LEDs (5600 K) bei verschiedenen Strömen

Lichtausbeute lm/W	63,4	73,3	84,3	97,8	105,4
Strahlungsausbeute %	20	23,3	26,3	29,9	31,5
Wärmeverlust %	80	76,7	73,7	70,1	68,5

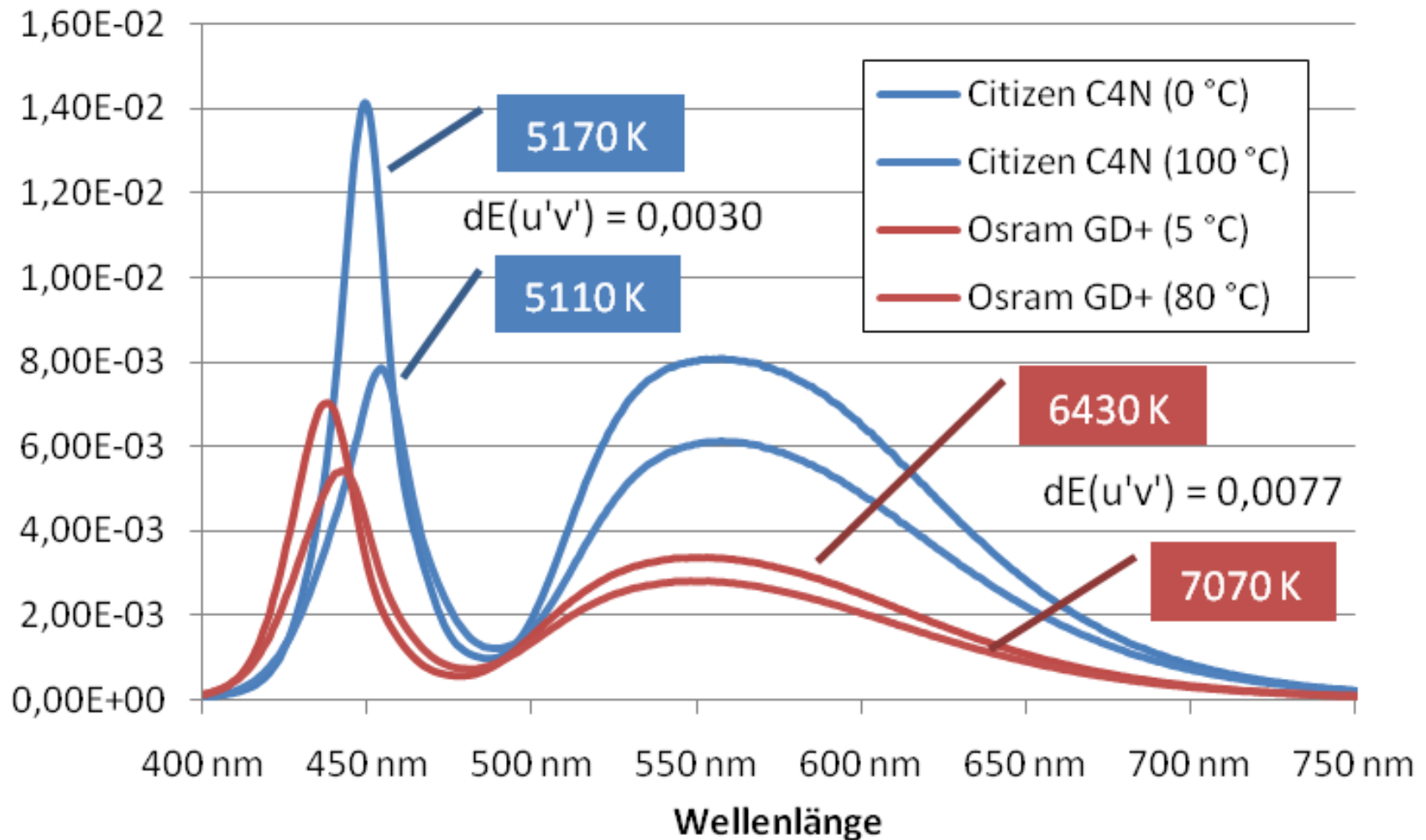


Wärmebelastung der LED

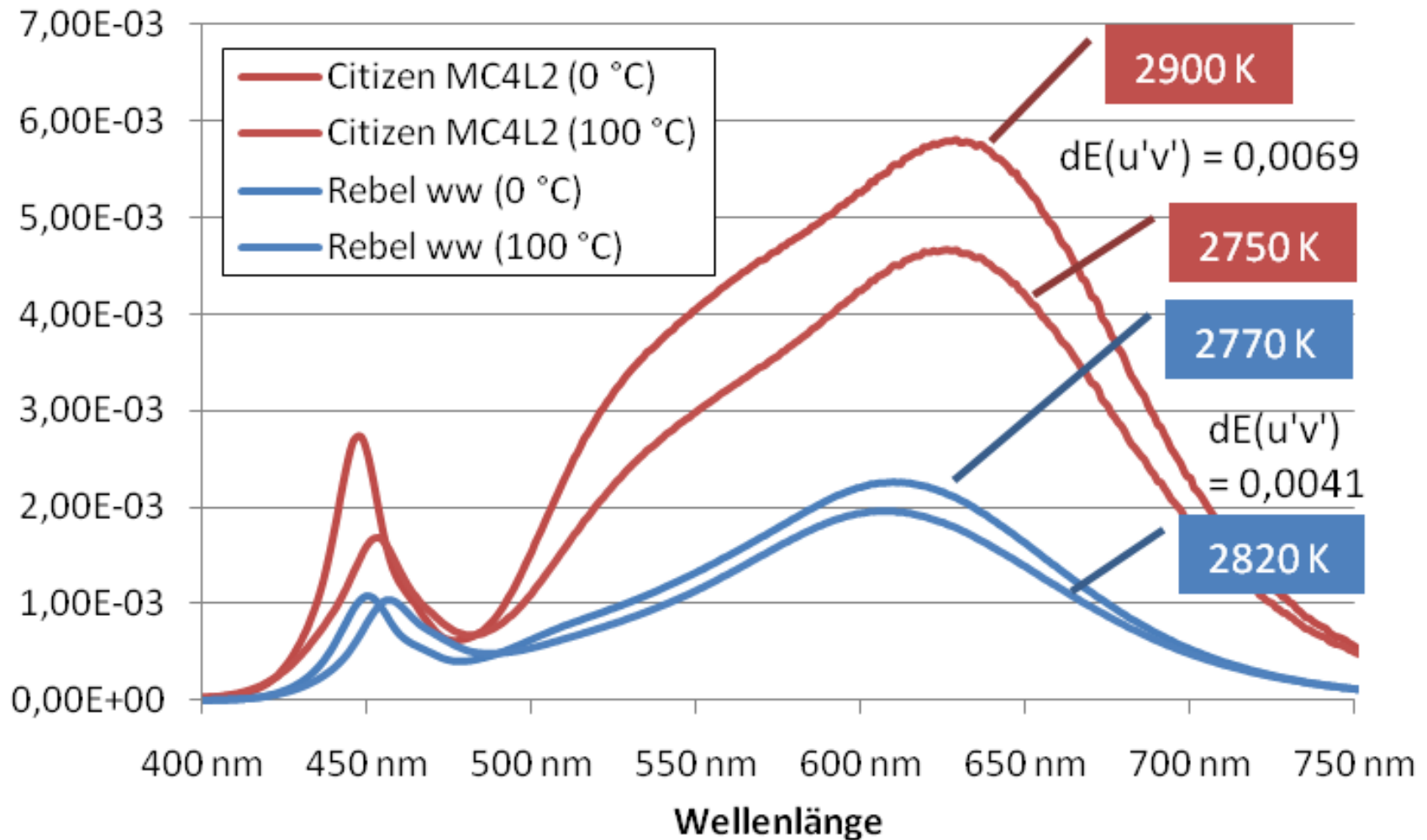


Quelle: Lutz: Halbleiter-Leistungsbaulemente

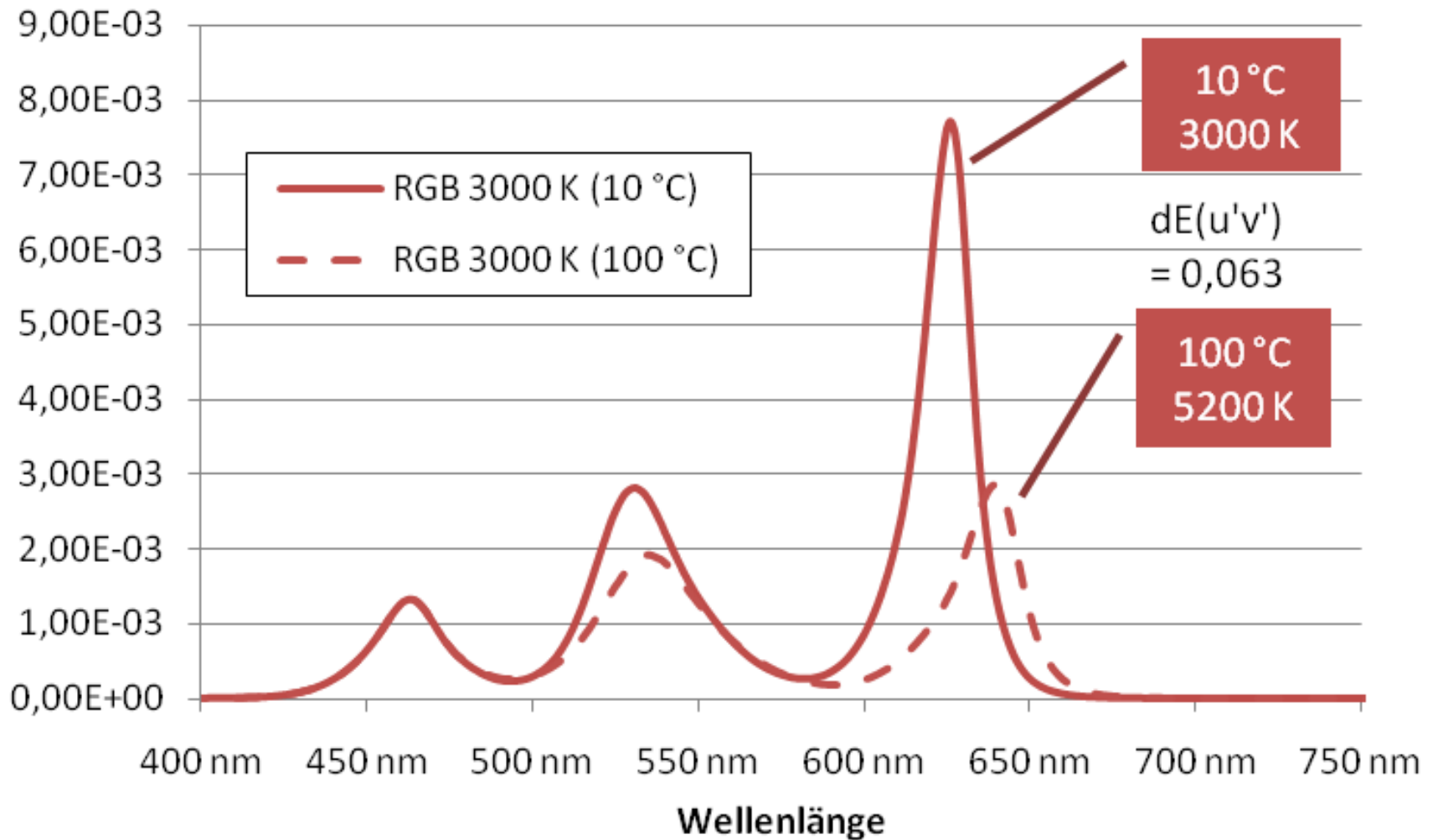
Änderung der spektralen Verteilung der kaltweissen LEDs



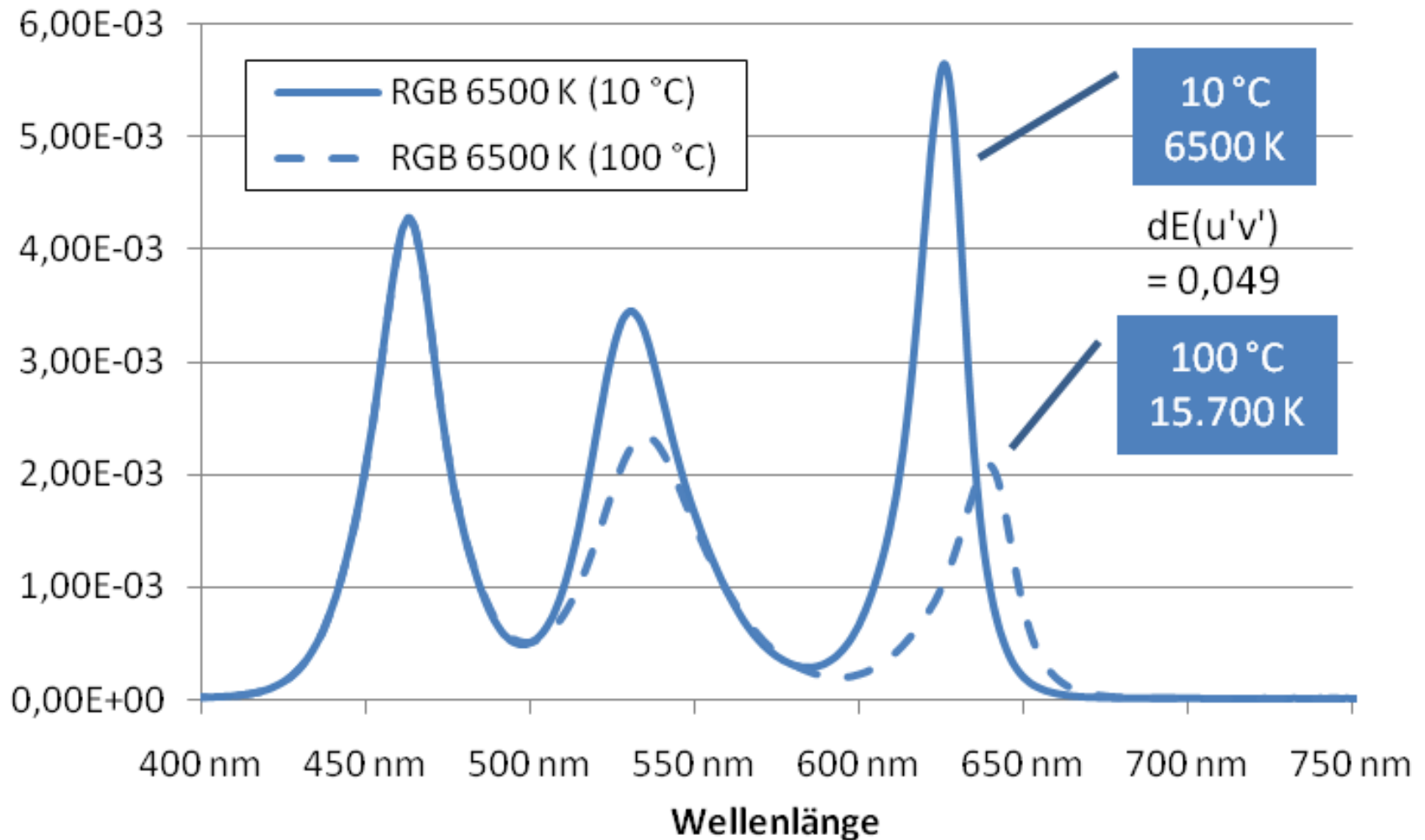
Änderung der spektralen Verteilung der warmweissen LEDs



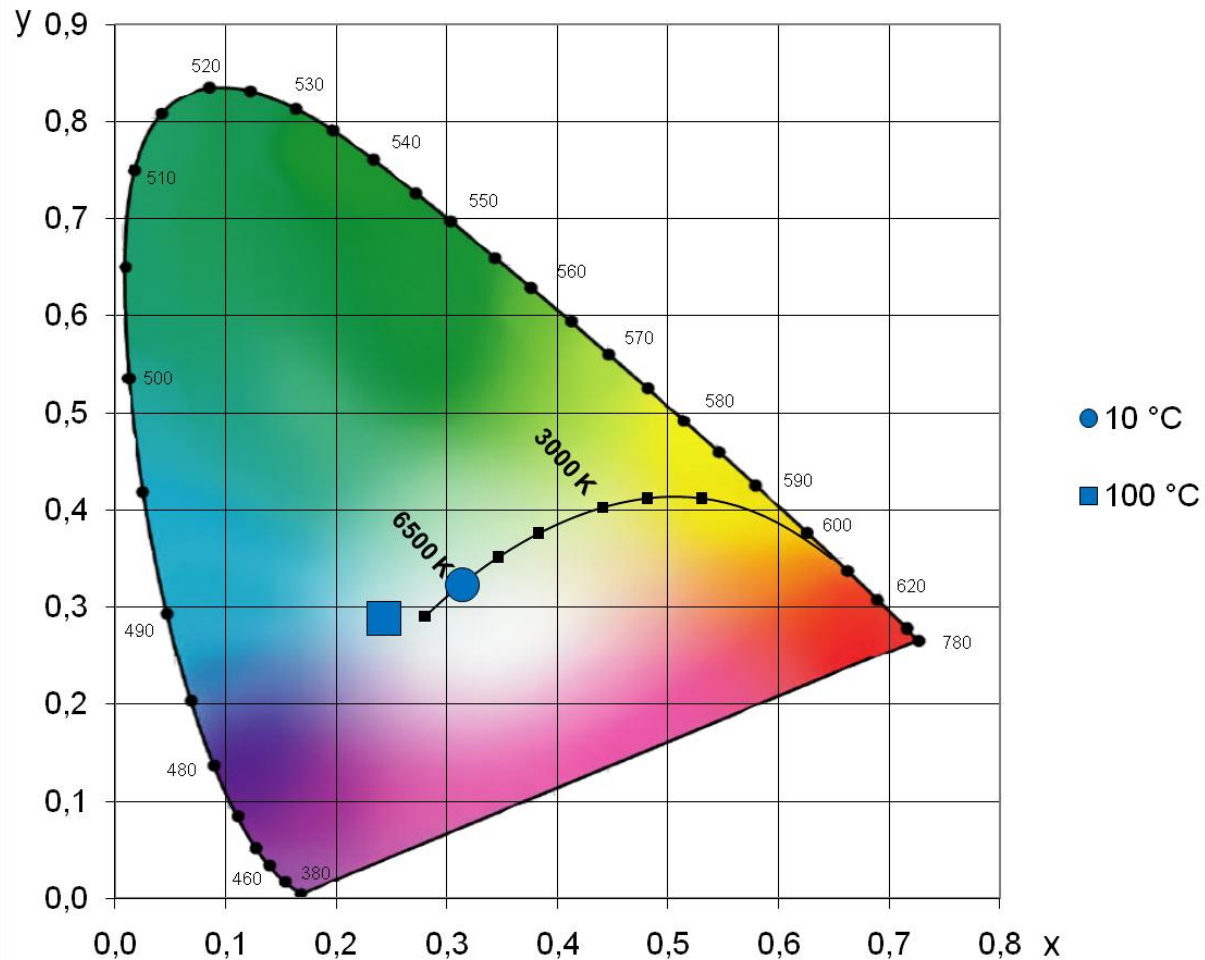
RGB – 3000 K



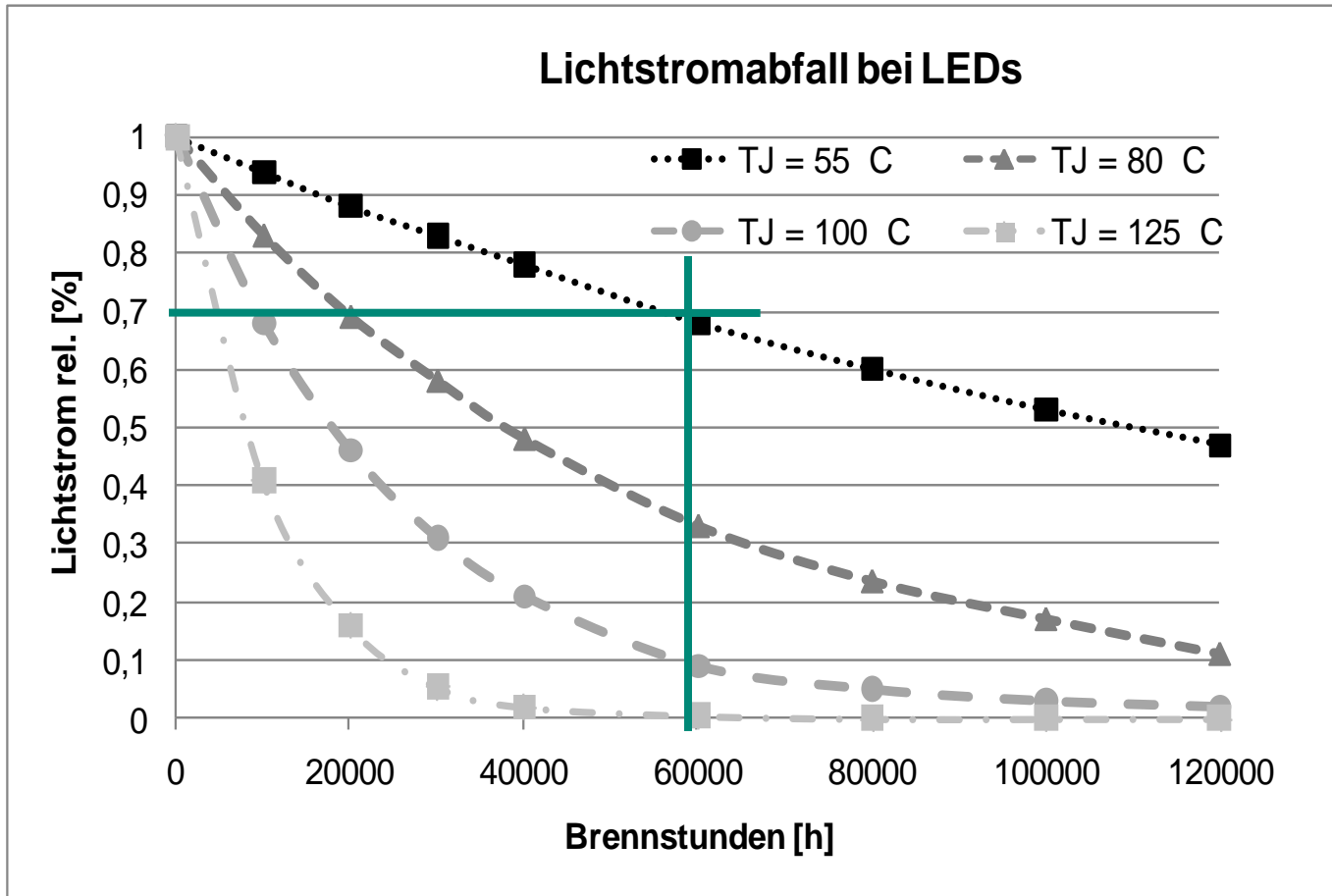
RGB – 6500 K



RGB – 6500 K

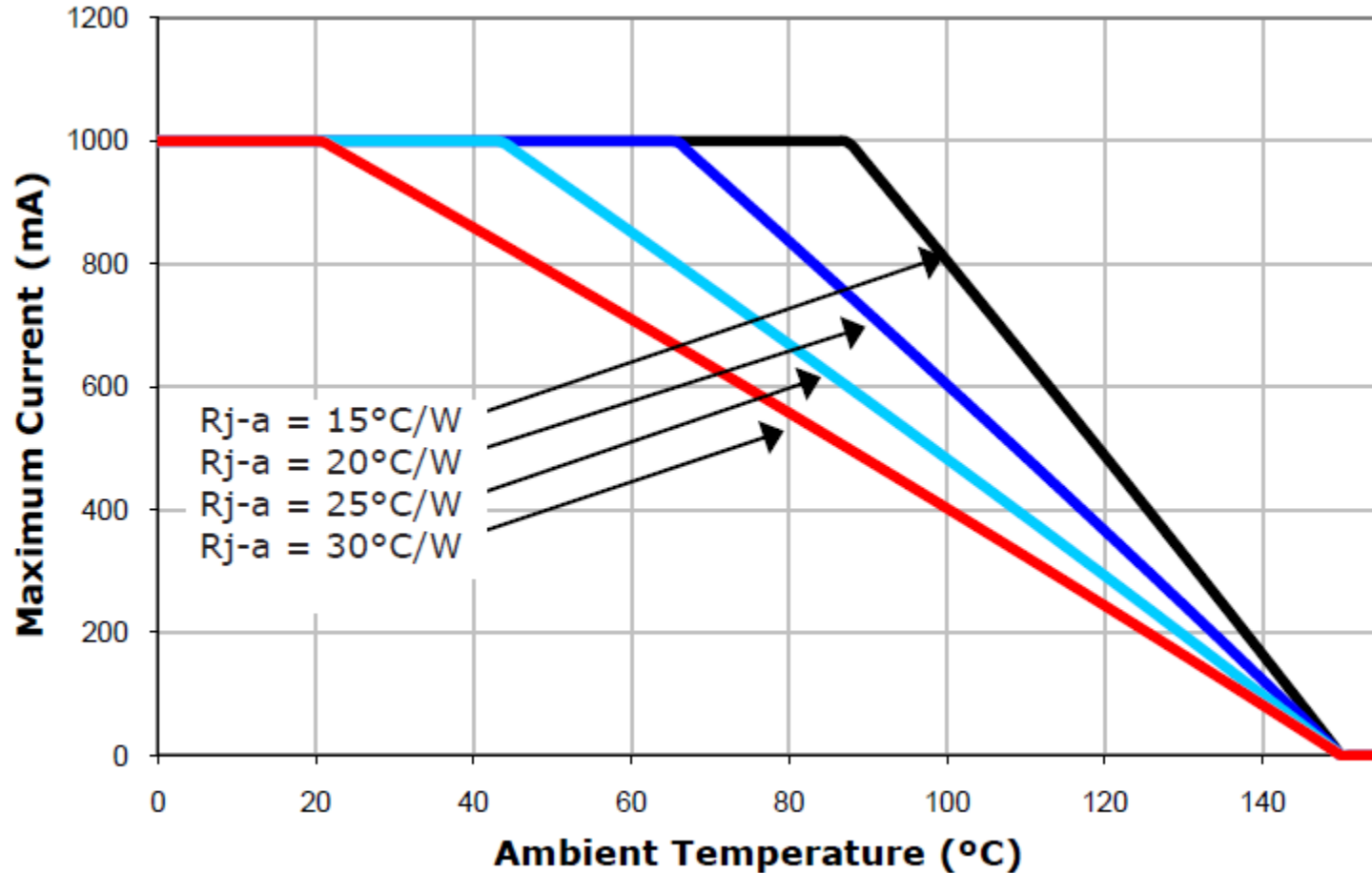


Lebensdauer der LEDs als Funktion der pn-Übergangstemperatur



Quelle: Seoul
Semiconductor

Thermische Widerstände und Maximalstrom für Cree-LEDs



Lumileds Rebel InGaN B50 L70

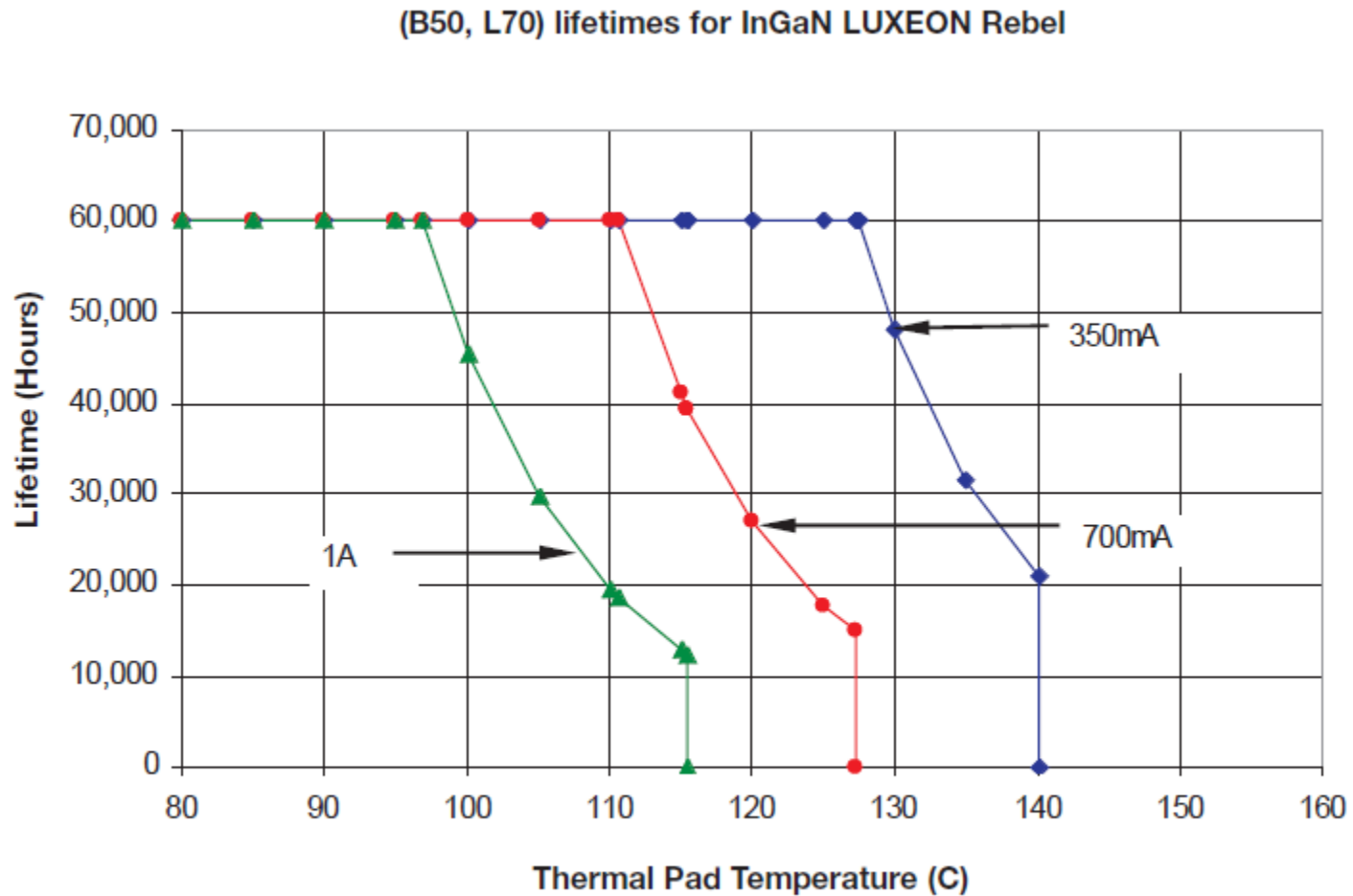
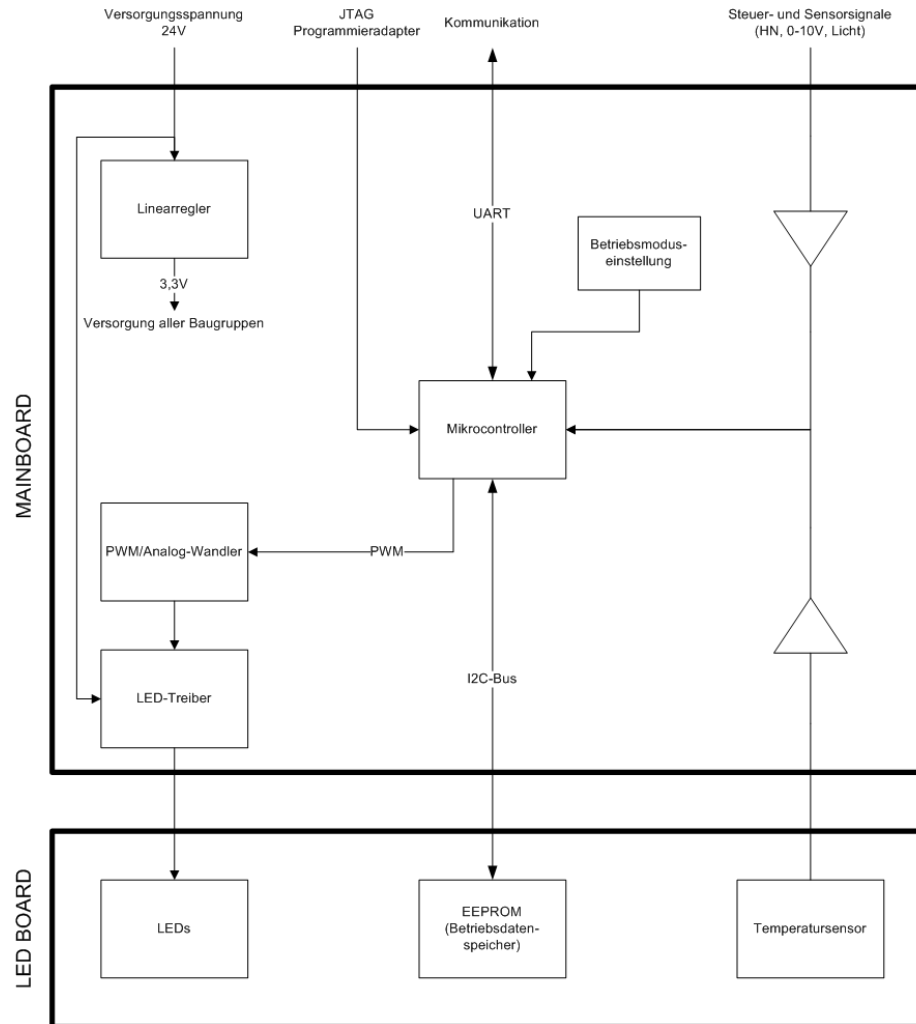
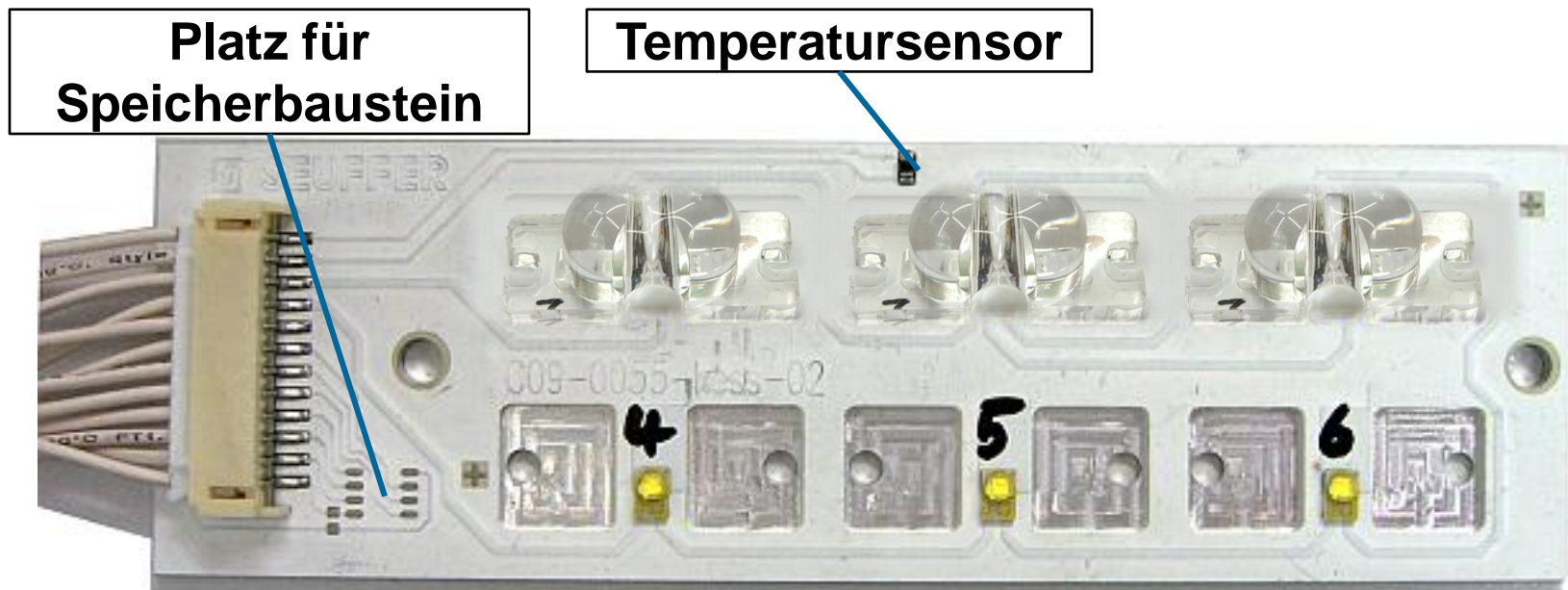


Figure 8. Expected (B50, L70) lifetimes for InGaN LUXEON Rebel.

4. Elektronik einer LED-Leuchte zur Temperaturüberwachung



4. Fertigung der Platine



5. Zusammenfassung

- Selbst bei hocheffizienten LEDs ist die thermische Belastung hoch
- Die thermische Belastung entscheidet für die Lebensdauer der LEDs
- Das thermische Management ist daher wichtig
- Das beginnt bei Design von LEDs, von Leiterplatten, Wärmeleitklebern, Kühlkörpermaterialien bis Kühlsystemen (Lüfter, Peltier,)



Literaturquelle

Datenblätter von Cree, Lumileds oder Osram



Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!