



# **Nagyteljesítményű LEDek fénytechnikai és elektromos tulajdonságai valós működési körülmények között**

2010.02.24 MEE-VTT LED konferencia

Előadó: Szegulja Márton (M.Eng)

## **LEDek fényárammérése (Diplomamunka)**

Verfahren und Messanordnung für LED Lichtstrommessungen  
(FH-Hannover – BMF Kandó)

## **LEDek fényárammérése Spektrométer segítségével**

Spektral aufgelöste Lichtstrommessung von LEDs  
(Niedersächsische Forschungsprojekte – FH-Hannover)

## **Mérőrendszer és Mérési eljárás Nagyteljesítményű LEDek felhasználás közeli fényáramméréséhez (Masterthesis)**

Verfahren und Messanordnung für die anwendungsnahe  
Lichtstrommessung von High-Power-LEDs  
(Schuch GmbH – FH-Hannover – TU-Ilmenau – TU-Darmstadt)

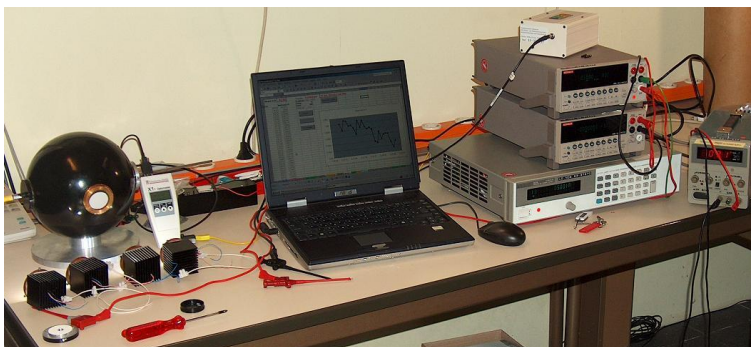
a)



c)



b)



d)



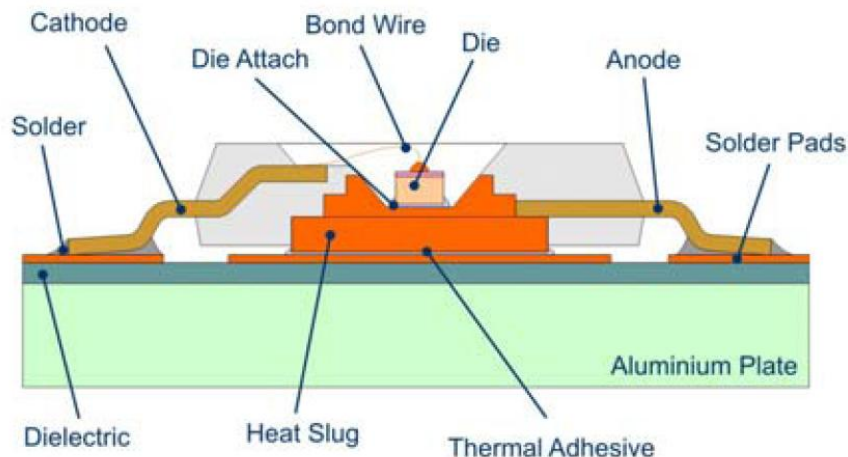
**1. Ábra:** Mérőhelyek és mérőberendezések: a) LED – mérőhely FH-Hannover; b) LED- mérőhely Schuch GmbH c) Ulbricht gömbök Schuch GmbH; d) Vízhűtéses aktív SLUG temperáló, Ingo Fischbach

Az előadás tematikája:

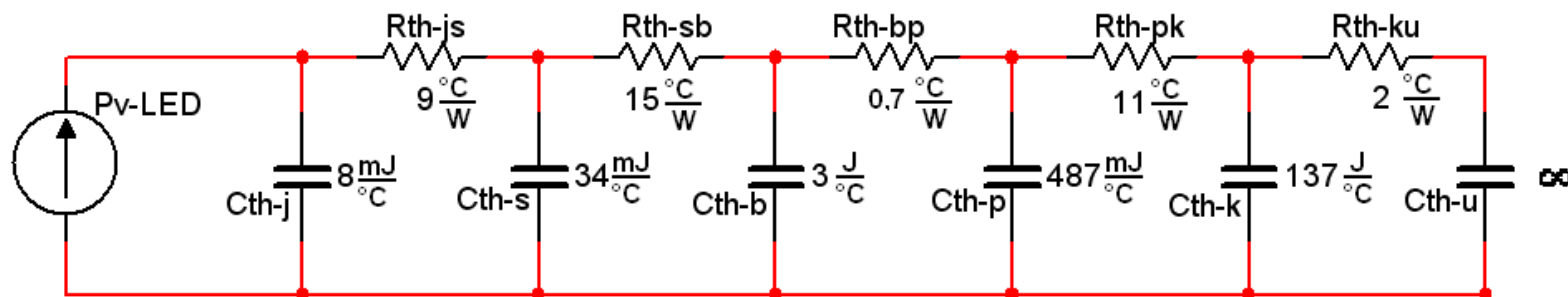
- 1. Termikus modell és a záróréteg hőmérséklet meghatározása**
2. Mérés végfelhasználás közeli állapotban, definiált valós körülmények
- 3. Hőmérséklet hatása nagyteljesítményű LEDekre**  
**(U-I; I- $\Phi$ , I- $\eta$  a hőmérséklet függvényében)**
4. Nagyteljesítményű LEDek karakterisztikái valós körülmények között  
(U-I; I- $\Phi$ , I- $\eta$  karakterisztikák)
- 5. Nagyteljesítményű LEDek tulajdonságainak szórása**
6. Nagyteljesítményű LEDek élettartama valós működési körülmények között
- 7. Spektrális eloszlás és színhőmérséklet**
8. Néhány megvalósult példa, Németországból és Magyarországról

- Vizsgált nagyteljesítményű LED-Chip gyártók:  
Lumileds, Cree, Osram, Nichia, Toyoda Gosei
- LED Adatlapokban a közétett adatok általában  **$T_j=25^{\circ}\text{C}$**  záróréteg hőmérsékletre vonatkoznak, ami a gyakorlati alkalmazásokban csak igen drága költséggel, körülményes hűtéssel valósulhat meg.

## 1. Termikus modell és a záróréteg hőmérséklet meghatározása

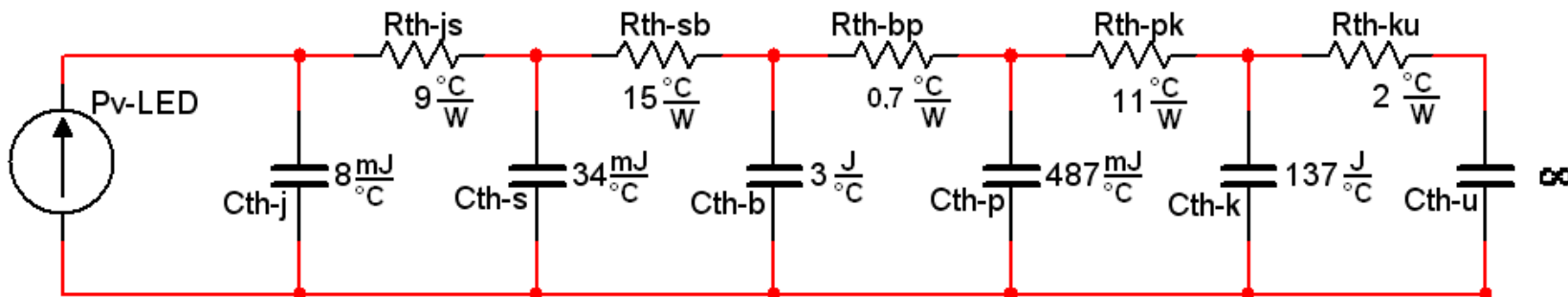


2. **Ábra:** Nagy teljesítményű LED fizikai felépítése [1]



3. **Ábra:** Nagy teljesítményű LED termikus helyettesítő képe

## 1. Termikus modell és a záróréteg hőmérséklet meghatározása



$$P(t) = U_D \cdot I_D - \int_0^{\infty} \Phi_e(\mathcal{G}, I) \cdot d\lambda$$

ahol:

- P**: elektromos teljesítmény
- I<sub>D</sub>**: átfolyó áram
- U<sub>D</sub>**: Nyitófeszültség
- Φ<sub>e</sub>**: Sugárzott teljesítmény
- λ**: hullámhossz
- t**: Idő
- ℳ**: Hőmérséklet

### 1. Egyenlet: LEDek elektromos teljesítménye [2]

## 1. Termikus modell és a záróréteg hőmérséklet meghatározása

$$T_s = T_0 + \frac{(U_T - U_0)}{k}$$

ahol:

$T_s$ : Záróréteg hőmérséklet

$T_0$ : Vonaloztatási hőmérséklet

$U_T$ : Mért Feszültség

$U_0$ : Feszültség a vonatkoztatott hőmérsékleten

$k$ : Hőmérsékleti koefficiens

$$k = \left. \frac{\delta U}{\delta \mathcal{G}} \right|_{I=konst} = -1 \frac{mV}{K} \dots \dots -10 \frac{mV}{K}$$

$$k = \frac{(U_0 - U_1)}{(T_0 - T_1)}$$

ahol:

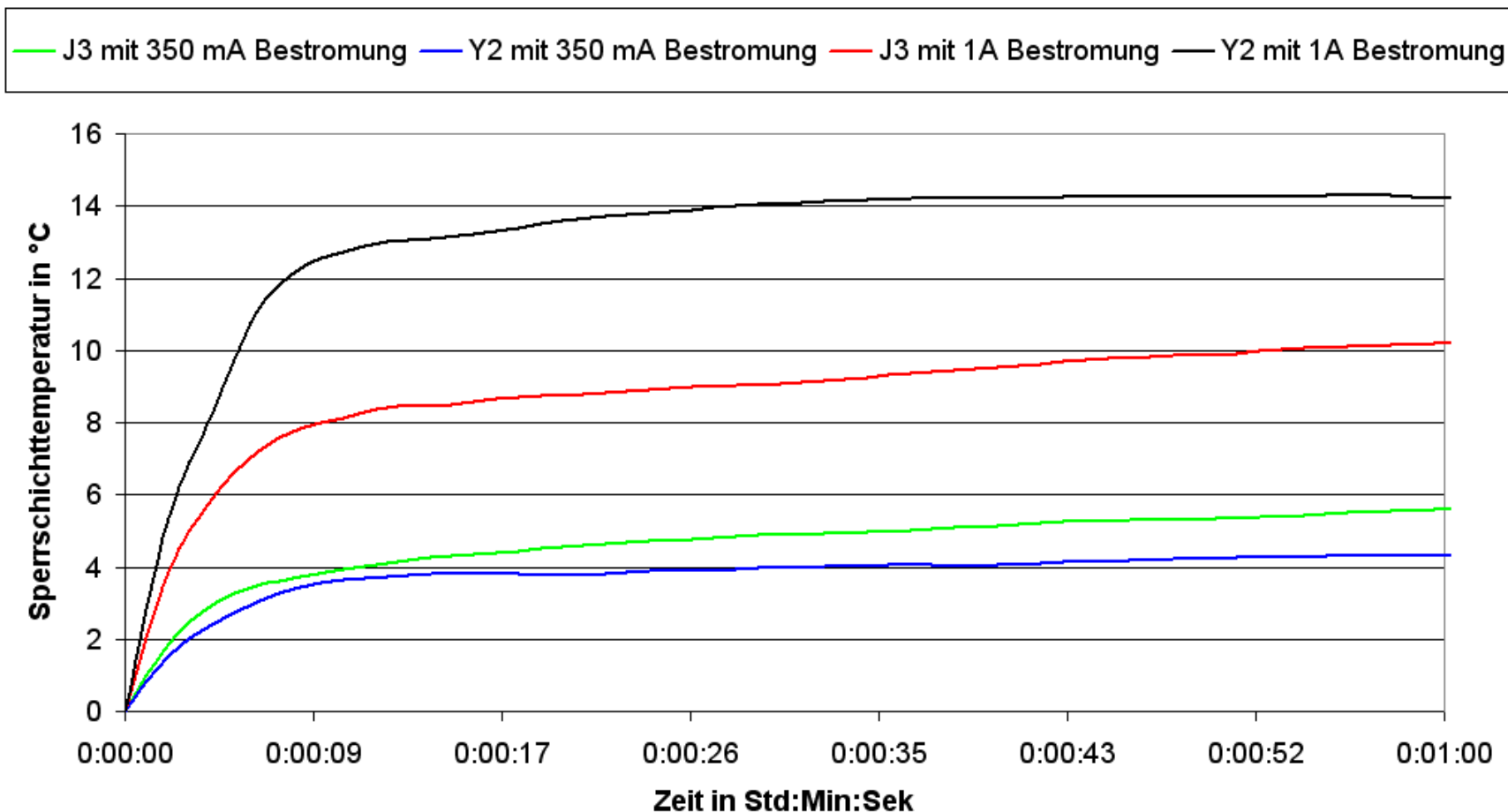
$U_0$  Feszültség  $T_0$  záróréteg hőmérsékleten

$U_1$  Feszültség  $T_1$  záróréteg hőmérsékleten

**2. Egyenlet:** Mérési eljárás a záróréteg hőmérséklet meghatározására a nyitó feszültségek mérése és ismert hőmérsékletek alapján [3]



## 1. Termikus modell és a záróréteg hőmérséklet meghatározása



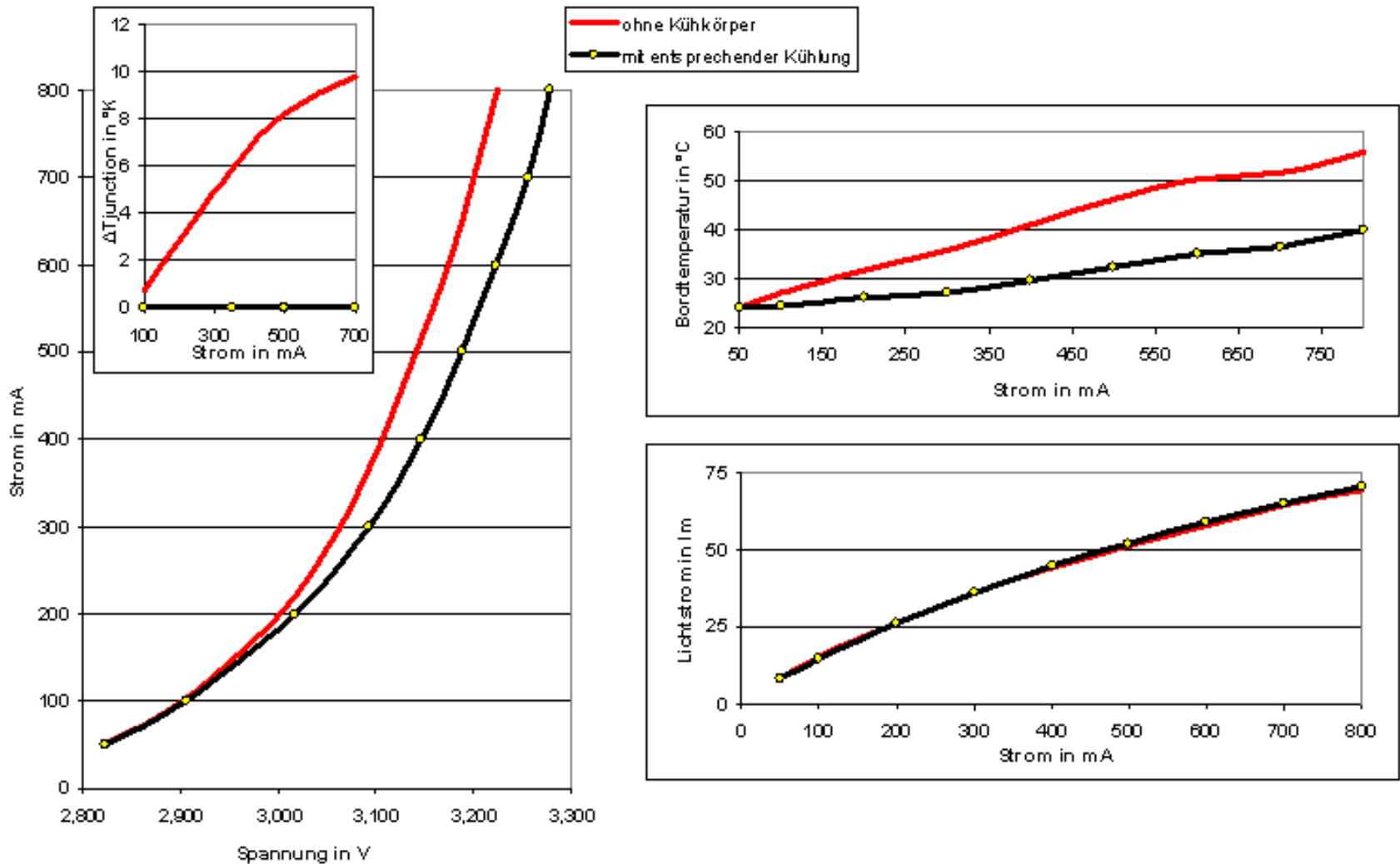
**4 Ábra:** Záróréteg hőmérséklet alakulása 2 nagyteljesítményű LEDnél állandóan tartott „Slug” hőmérsékletnél az idő függvényében

## 2. Mérés végfelhasználás közeli állapotban, definiált valós körülmények

**Valós1:** Működés elegendő passzív hűtéssel, 5 cm x 5 cm standard extrudált alumínium hűtőborda, 2 K/W termikus ellenállással, szolgáltatja a hűtést emitterenként

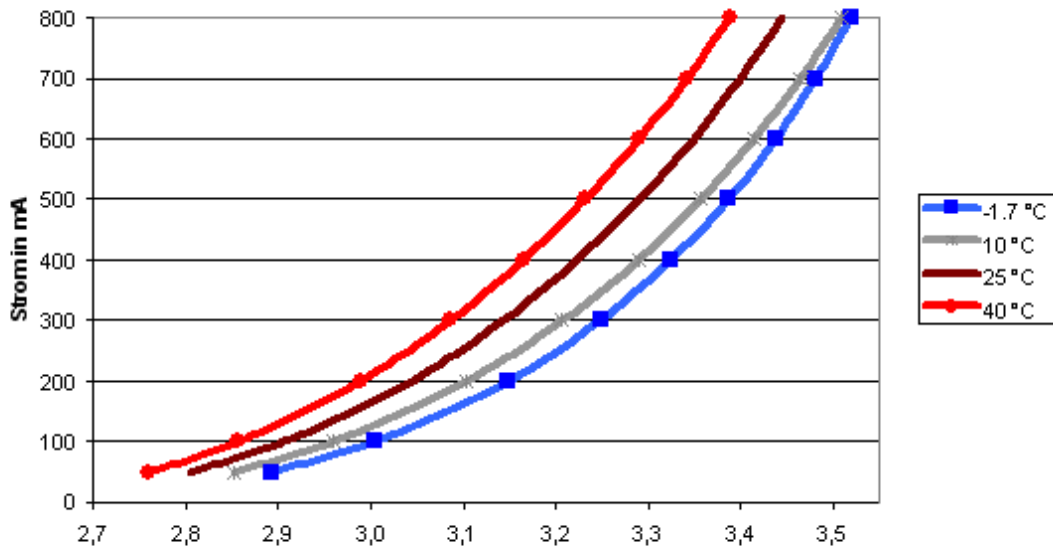
**Valós2:** hűtőborda nélkül, 4cm x 4cm acél lemez szolgáltatja a hűtést emitterenként.

## 2. Mérés végfelhasználás közeli állapotban, definiált valós körülmények



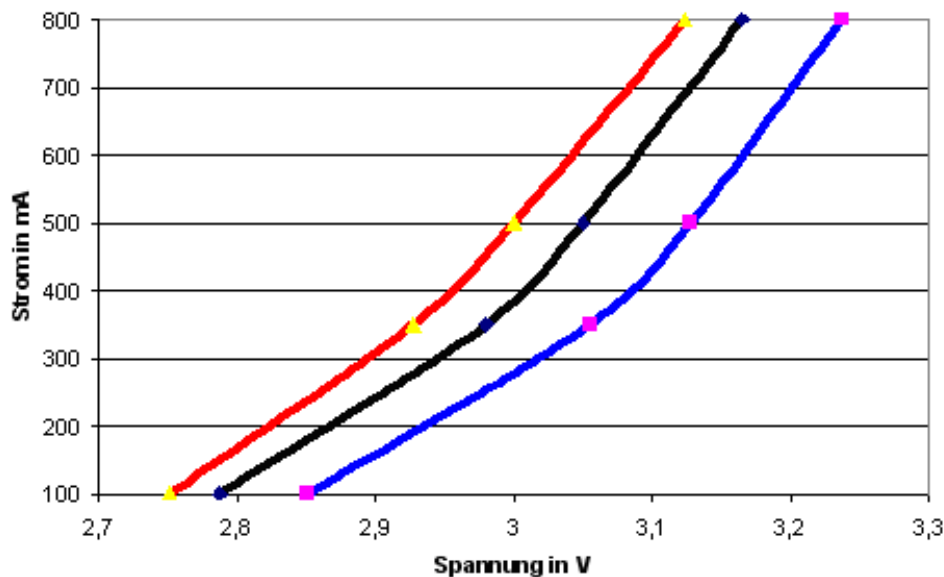
5. Ábra: Nagyteljesítményű LED karakterisztikái, a 2 definiált passzív hűtéssel

### 3. Hőmérséklet hatása a nagyteljesítményű LEDekre



#### 6. Ábra:

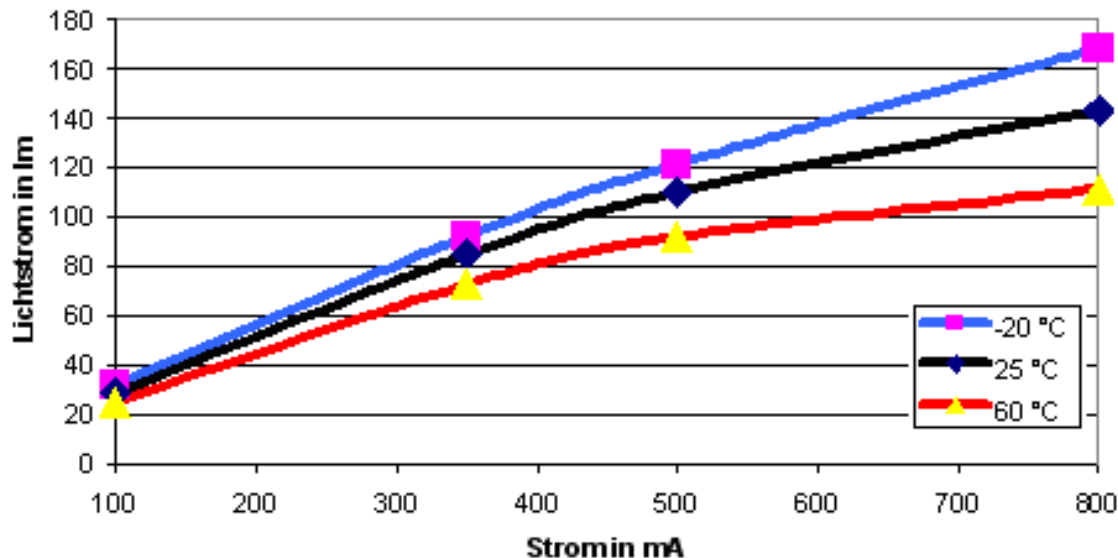
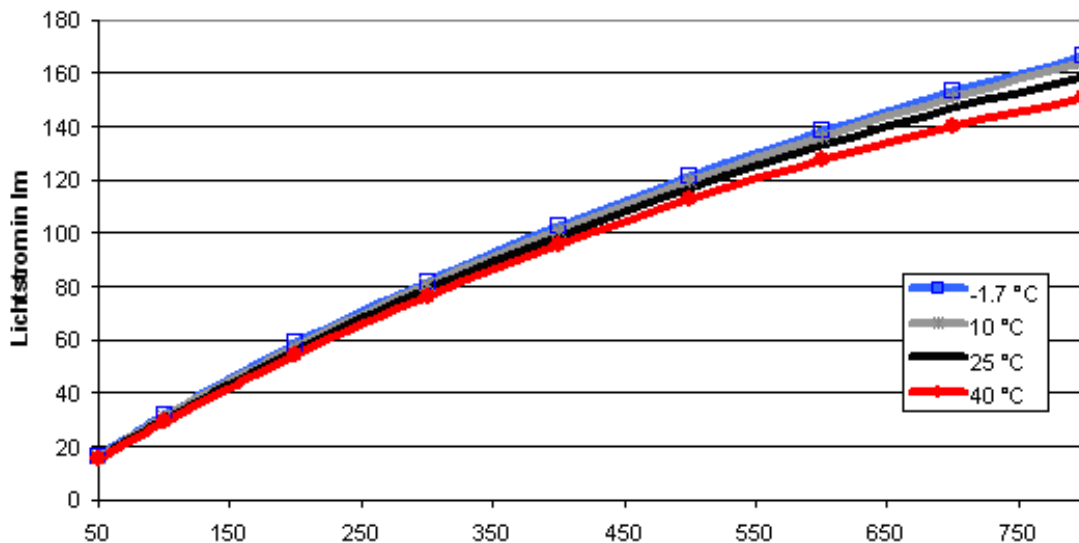
Nagyteljesítményű LED  
U-I karakterisztikája  
több „Slug”  
hőmérsékletnél



#### 7. Ábra:

Nagyteljesítményű LED  
U-I karakterisztikája  
több környezeti  
hőmérsékletnél definiált  
passzív hűtéssel (Valós1)

### 3. Hőmérséklet hatása a nagyteljesítményű LEDekre



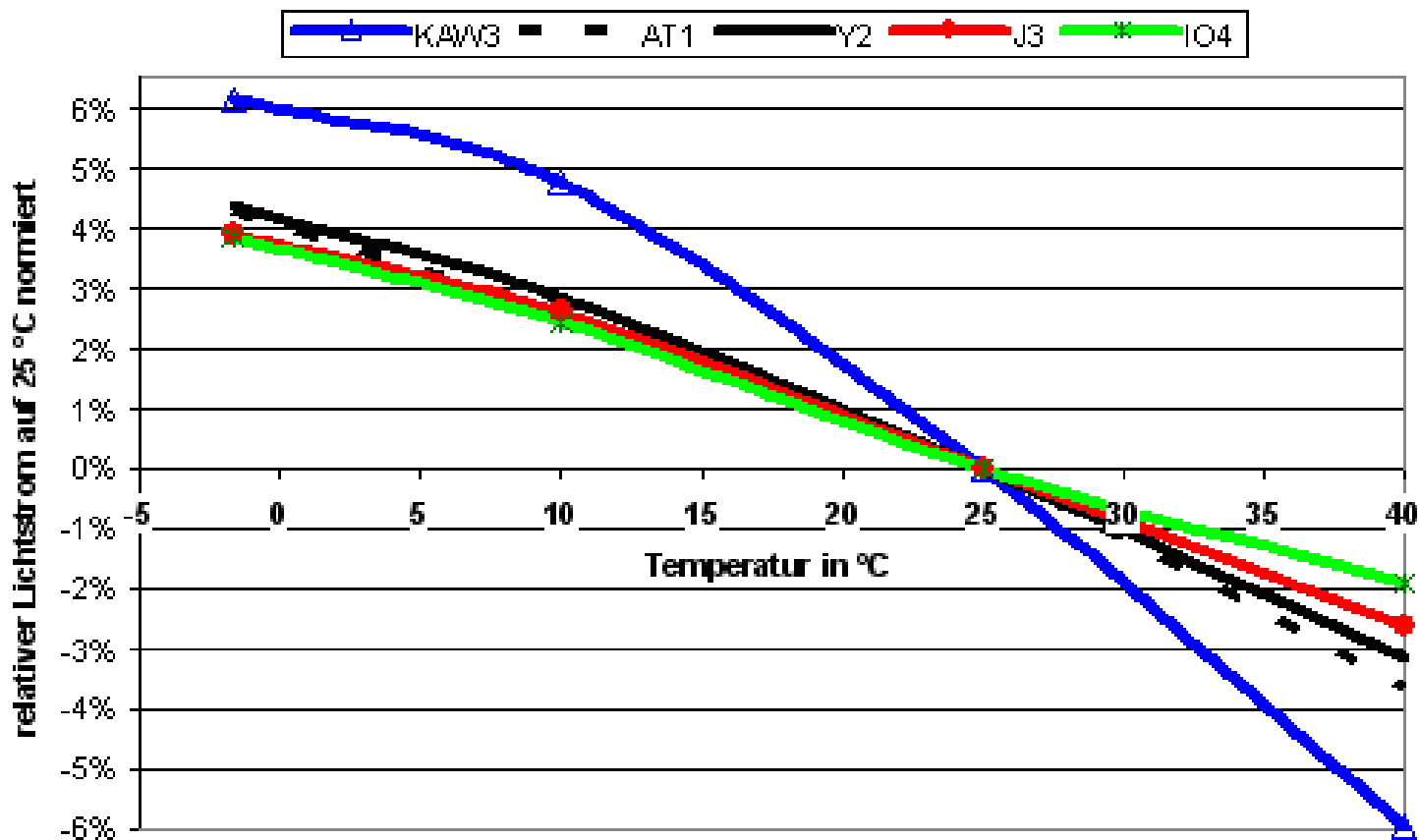
### 8. Ábra:

Nagyteljesítményű LED fényárama az átfolyó áram függvényében több „Slug” hőmérsékletnél

### 9. Ábra: Nagyteljesítményű

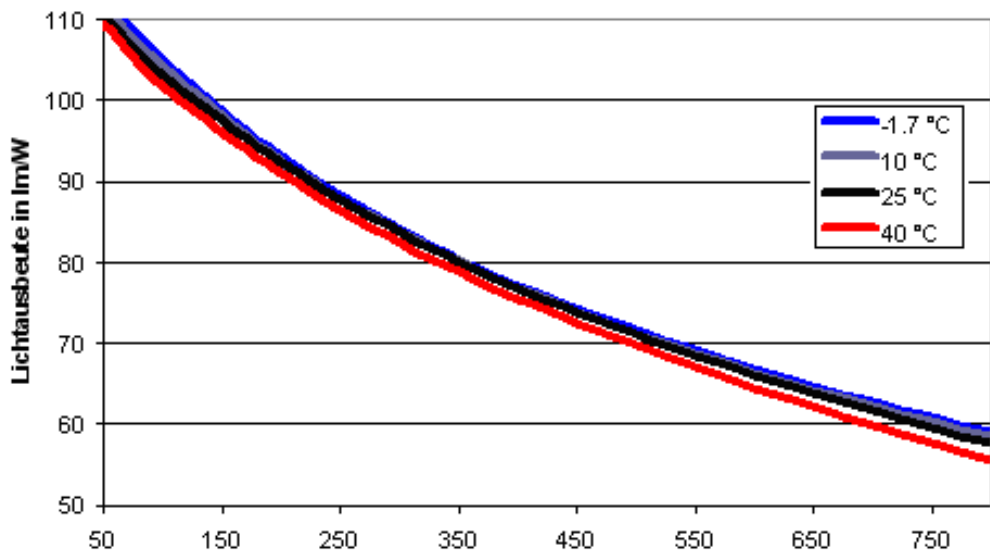
LED fényárama az átfolyó áram függvényében több környezeti hőmérsékletnél definiált passzív hűtéssel (Valós1)

### 3. Hőmérséklet hatása a nagyteljesítményű LEDekre



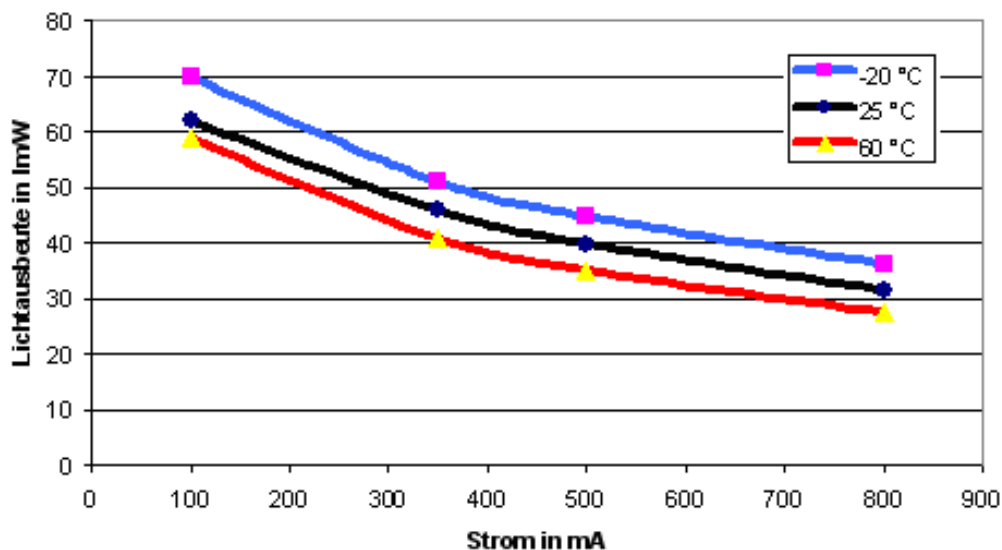
**12 Ábra:** Normált fényáram a „Slug” hőmérséklet függvényében, több nagyteljesítményű LEDnél

### 3. Hőmérséklet hatása a nagyteljesítményű LEDekre



**10. Ábra:**

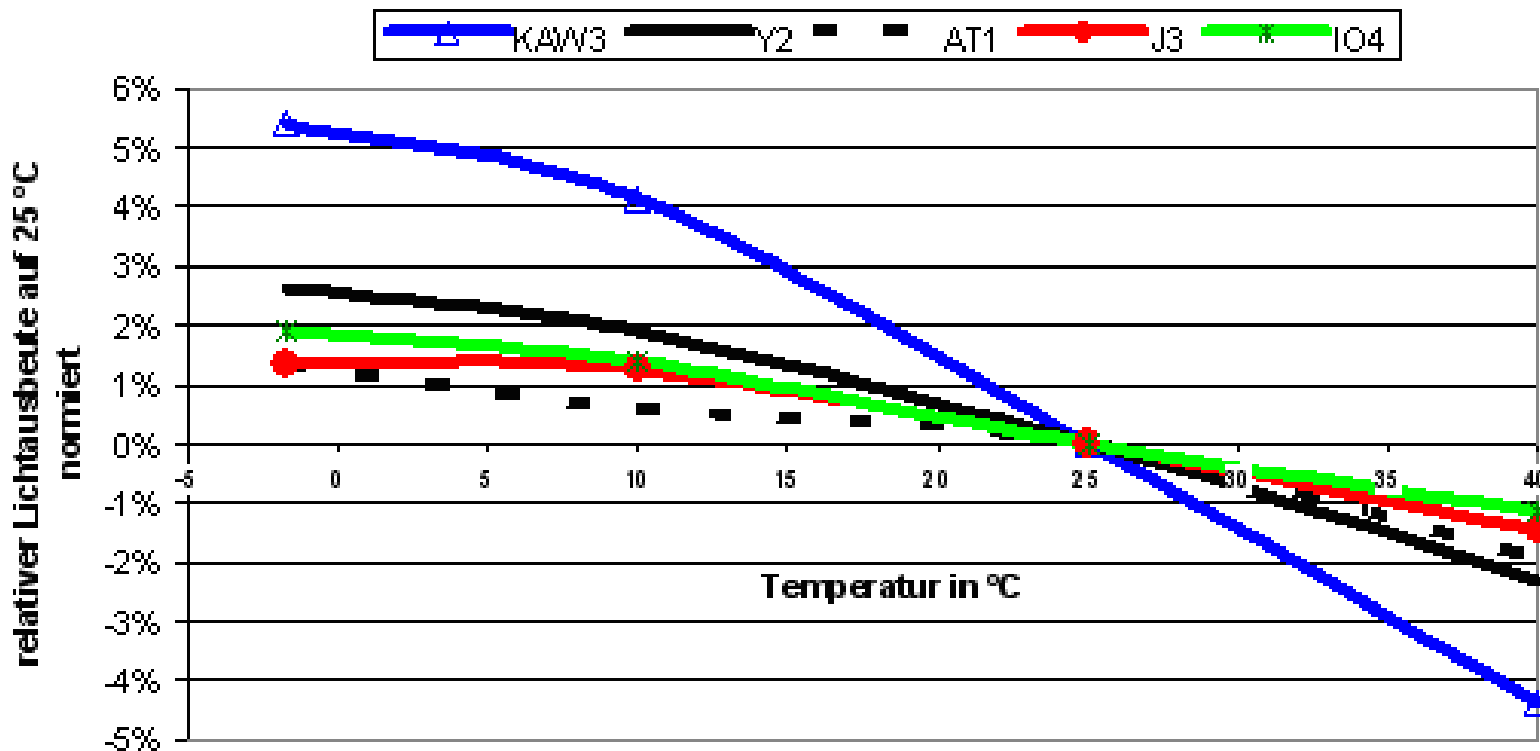
Nagyteljesítményű LED fényhasznosítása az átfolyó áram függvényében több „Slug” hőmérsékletnél



**11. Ábra:** Nagyteljesítményű

LED fényhasznosítása az átfolyó áram függvényében több környezeti hőmérsékletnél definiált passzív hűtéssel (Valós1)

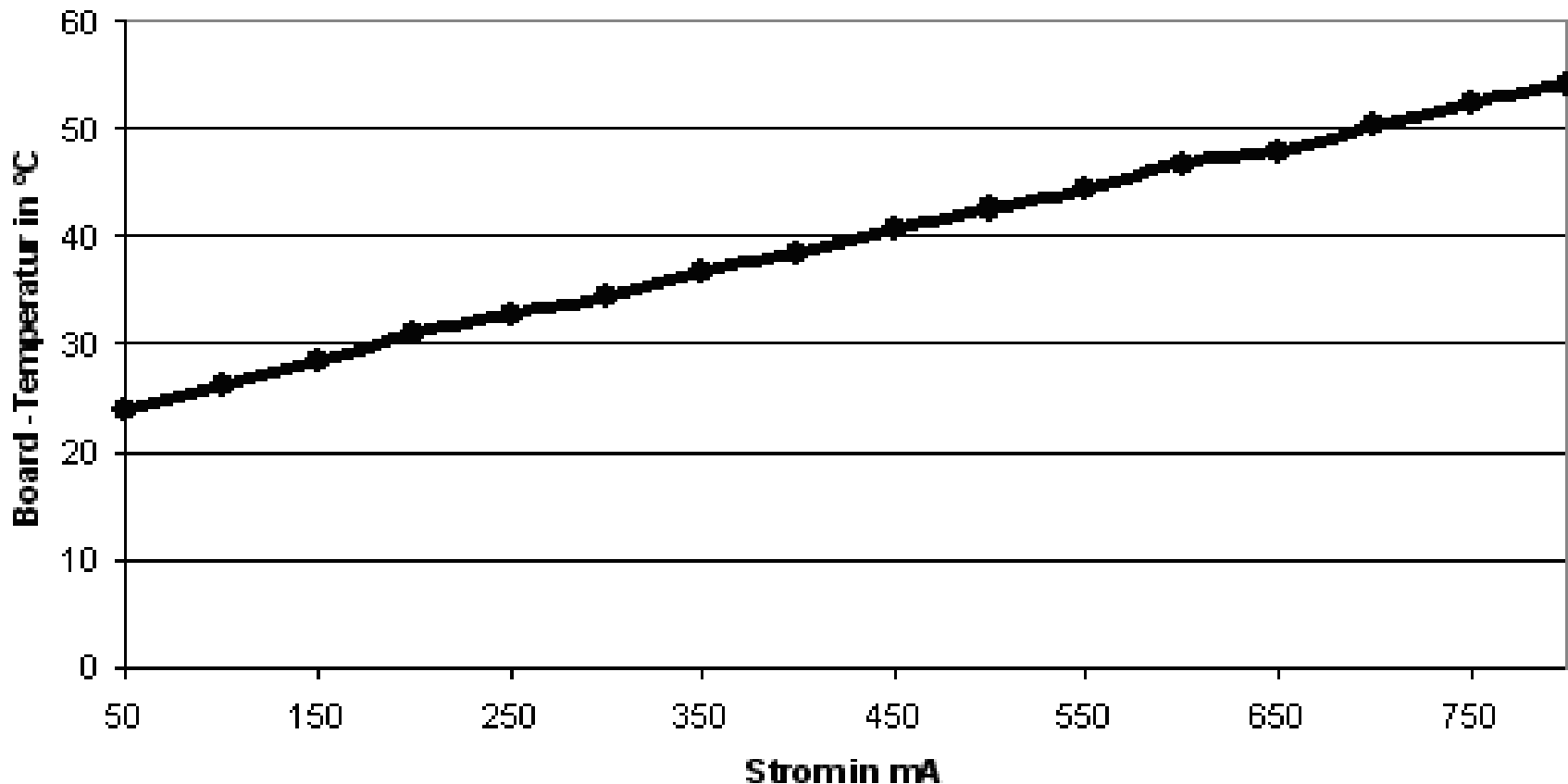
### 3. Hőmérséklet hatása a nagyteljesítményű LEDekre



**12 Ábra:** Normált fényhasznosítás a „Slug” hőmérséklet függvényében, több nagyteljesítményű LEDnél

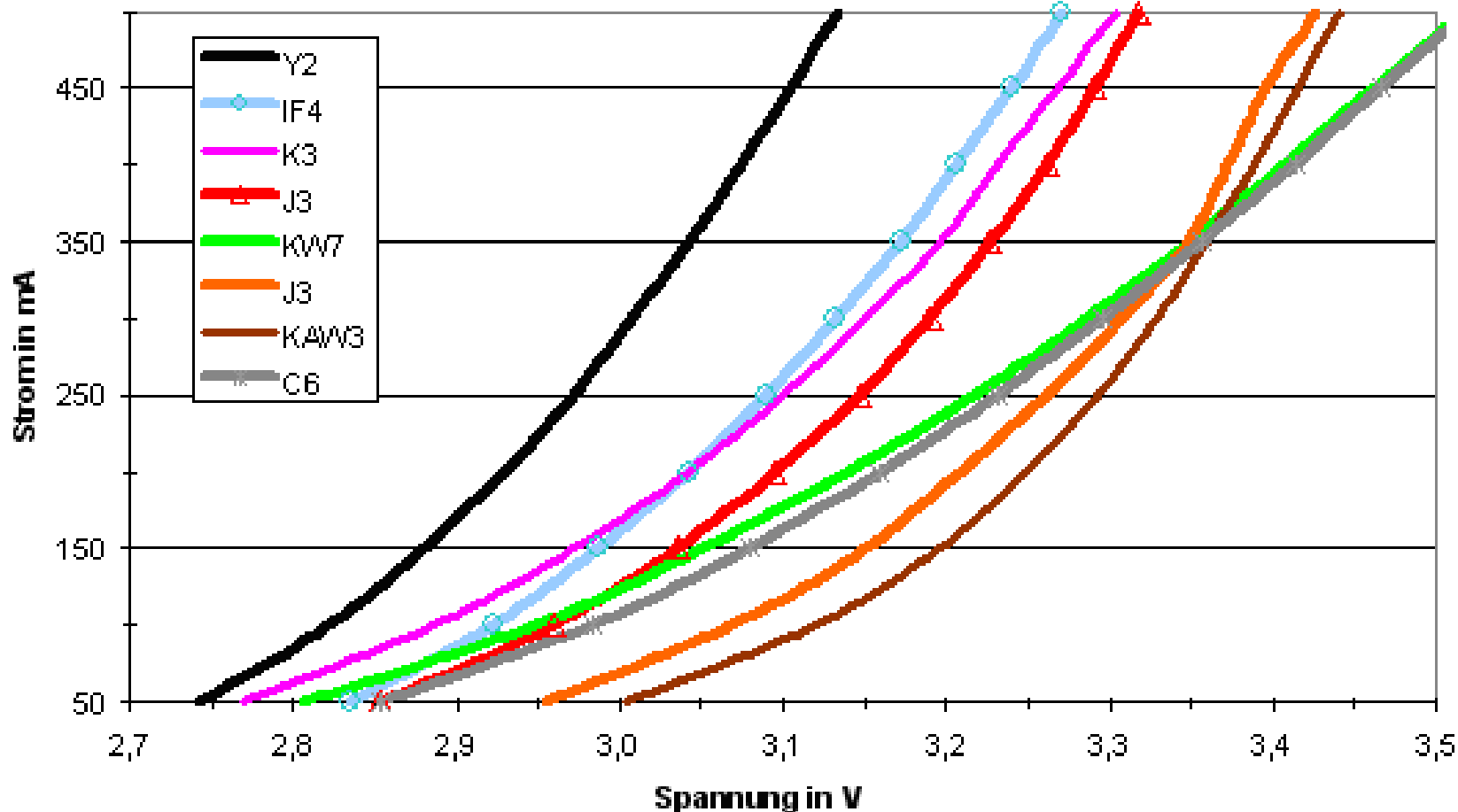


#### 4. Nagyteljesítményű LEDek karakterisztikái valós körülmények között



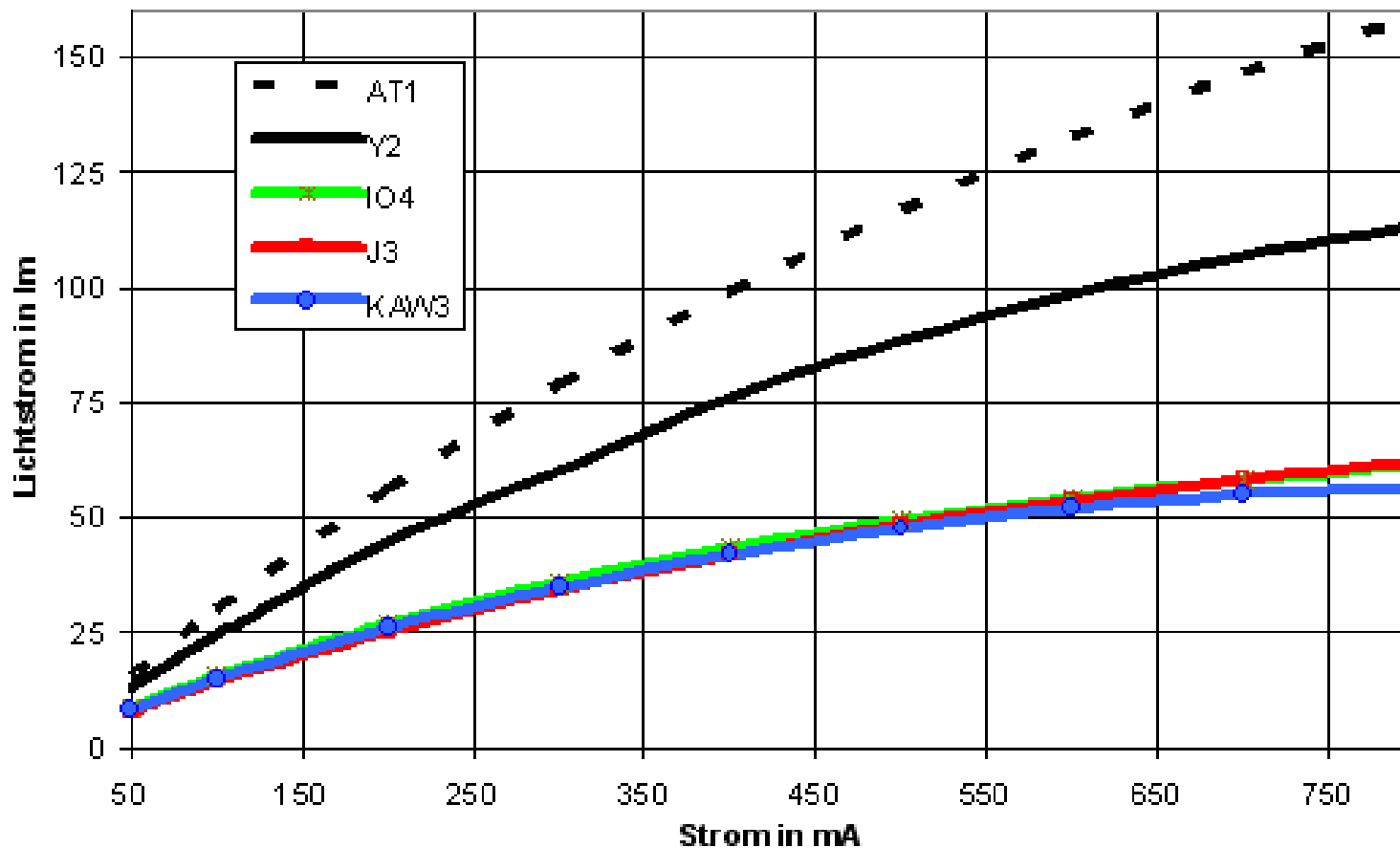
**13. Ábra:** Nagyteljesítményű LED „Board” hőmérséklete az átfolyó áram függvényében, definiált passzív hűtéssel (Valós1)

#### 4. Nagyteljesítményű LEDek karakterisztikái valós körülmények között



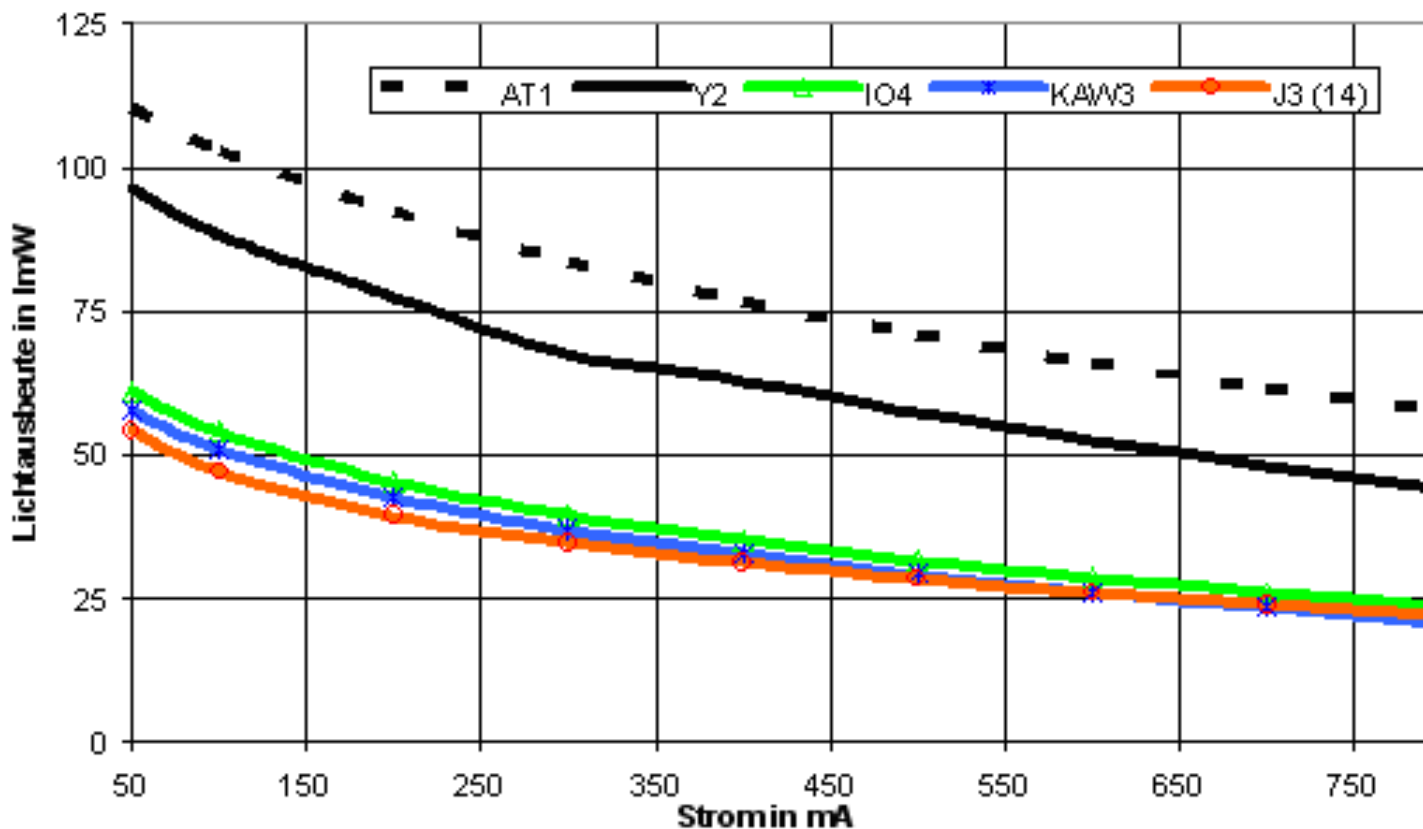
14. Ábra: Áram – Nyitófeszültség Karakterisztika, különböző nagyteljesítményű LEDeknél definiált passzív hűtéssel (Valós1)

#### 4. Nagyteljesítményű LEDek karakterisztikái valós körülmények között



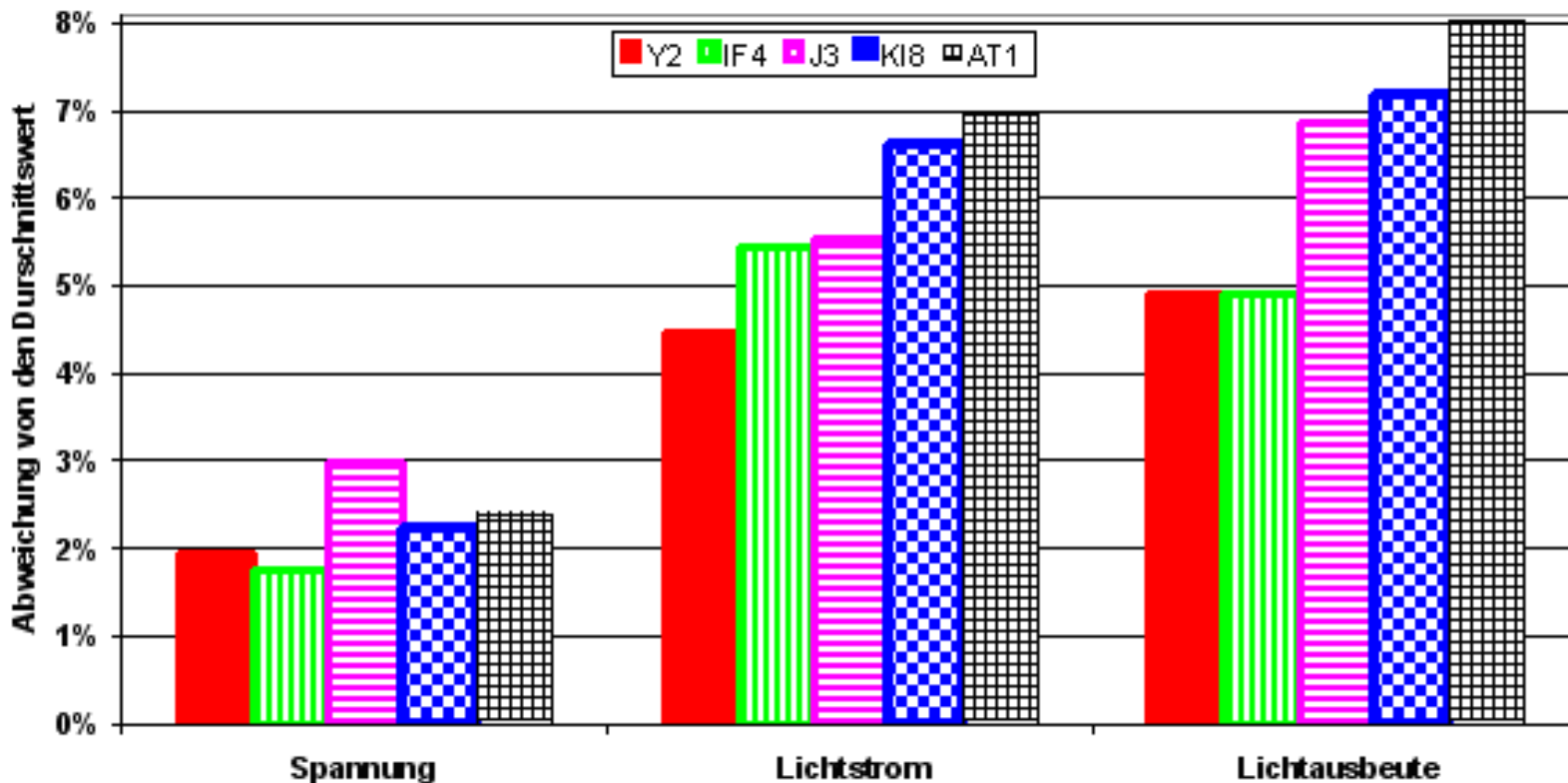
15. Ábra: Nagyteljesítményű LEDek mért fényárama az átfolyó áram függvényében, definiált passzív hűtéssel (Valós1)

#### 4. Nagyteljesítményű LEDek karakterisztikái valós körülmények között



**16. Ábra:** Nagyteljesítményű LEDek mért fényhasznosítása az átfolyó áram függvényében, definiált passzív hűtéssel (Valós1)

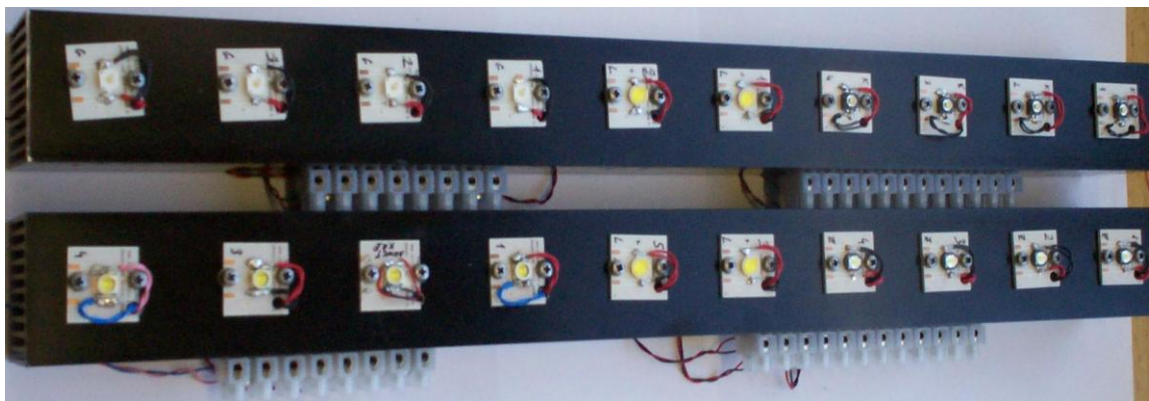
## 5. Nagyteljesítményű LEDek tulajdonságainak szórása



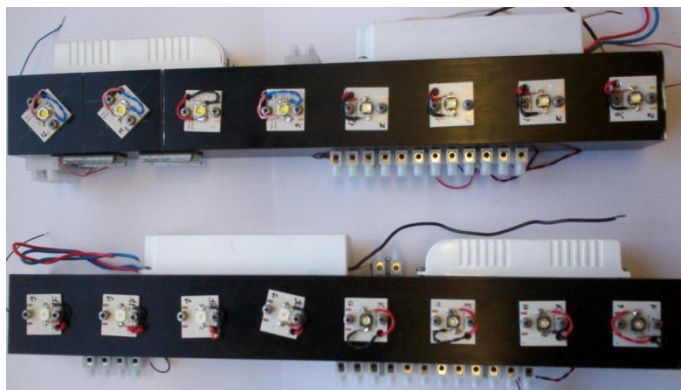
17. **Ábra:** Termék megbízhatóság, A fénytechnikai és elektromos tulajdonságok szórása nagyteljesítményű LEDeknél definiált passzív hűtéssel (Valós1)

## 6. Nagyteljesítményű LEDek élettartama valós működési körülmények között

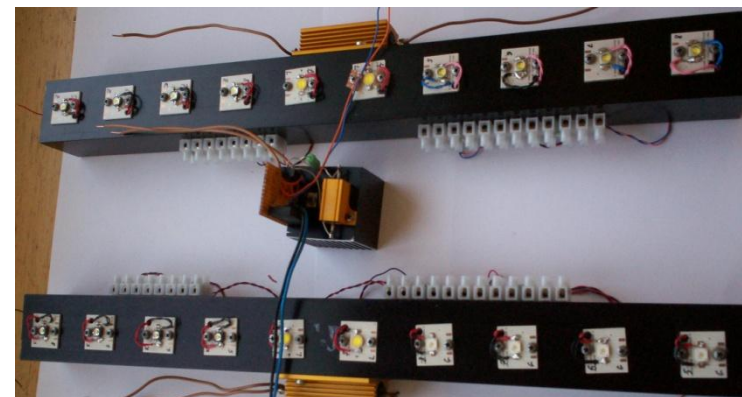
a)



b)

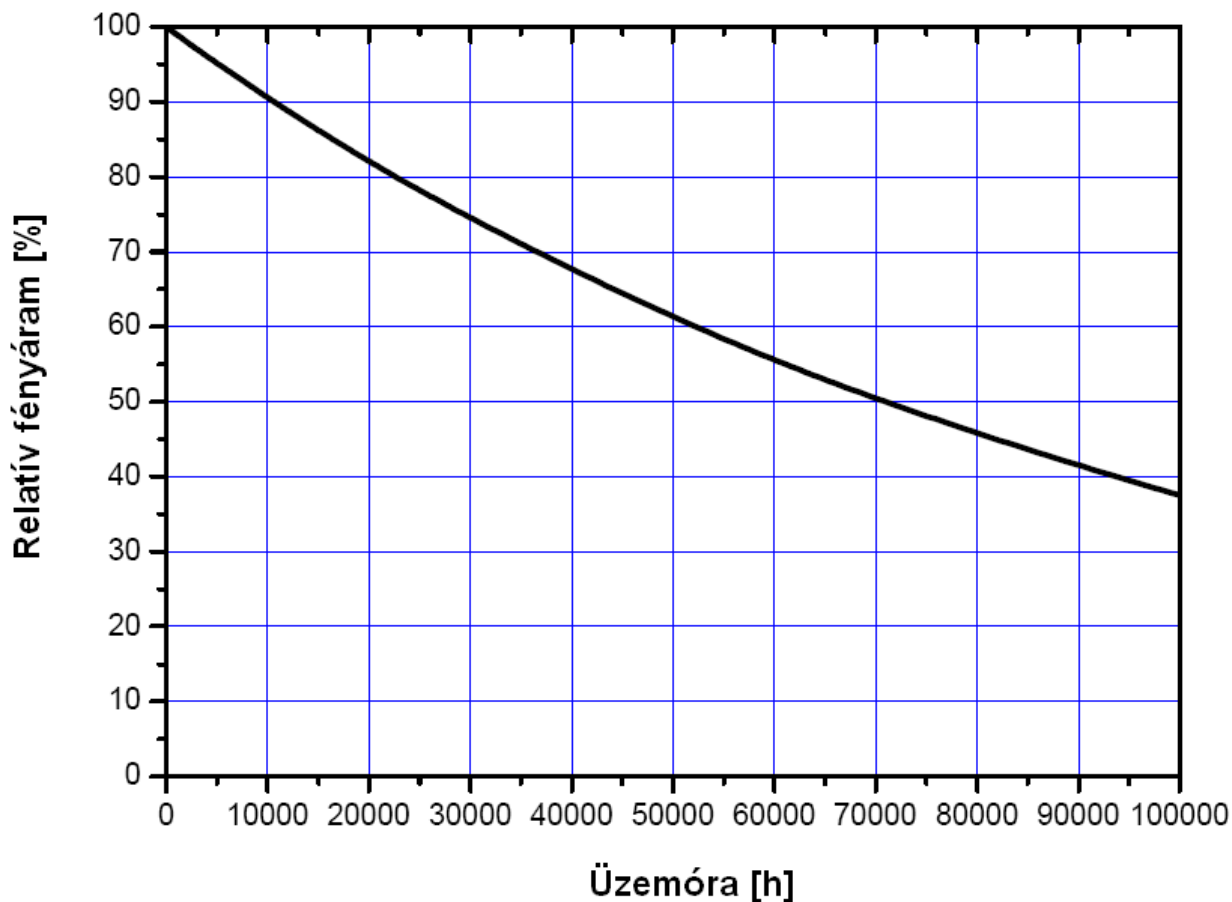


c)



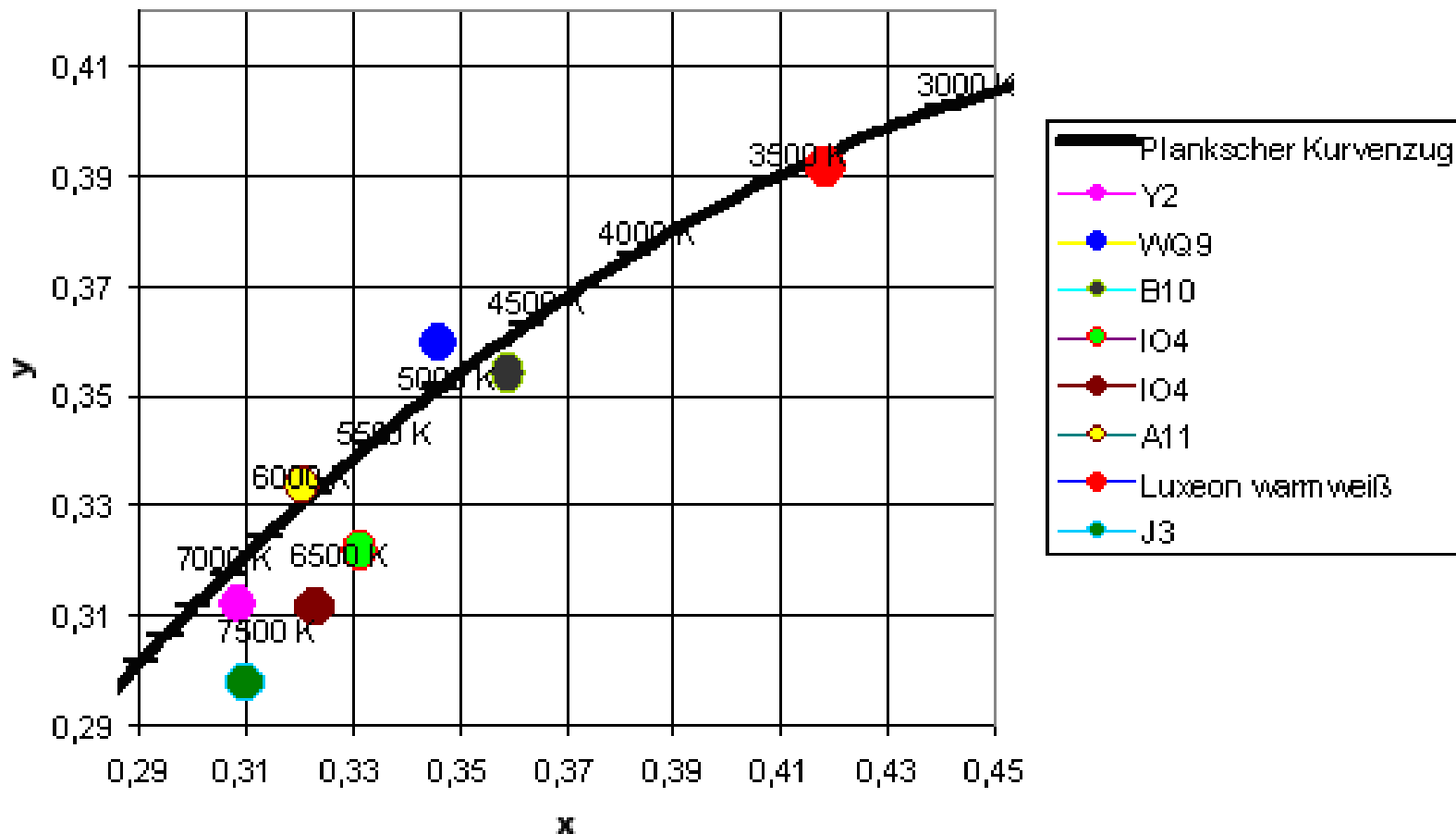
**18. Ábra:** Nagyteljesítményű LEDek élettartam-vizsgálata definiált passzív hűtéssel  
a) stabilizált nagy pontosságú tápegységgel b) LED tápegységgel c) egyenirányítóval

## 6. Nagyteljesítményű LEDek élettartama valós működési körülmények között



**19. Ábra:** Nagyteljesítményű LEDek fényáram visszaesése a működési órák függvényében, definiált passzív hűtéssel (Valós1); 20 000 üzemóra után

## 7. Spektrális eloszlás és színhőmérséklet



**20. Ábra:** Nagyteljesítményű LEDek mért szín koordinátái, definiált passzív hűtéssel (Valós1)

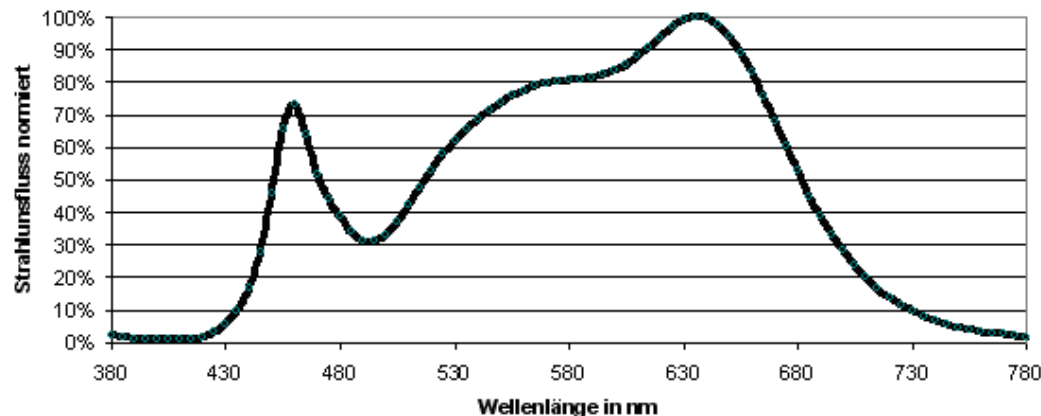


## 7. Spektrális eloszlás és színhőmérséklet

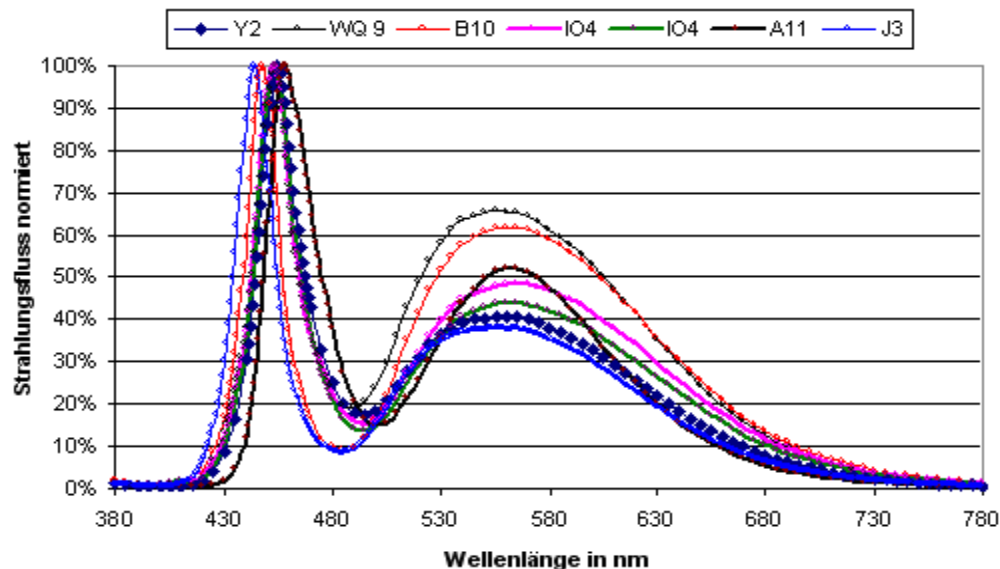
**21. Ábra:** Nagyteljesítményű LEDek mért spektrális eloszlása, definiált passzív hűtéssel (Valós1)

- a) meleghár
- b) hideghéfér

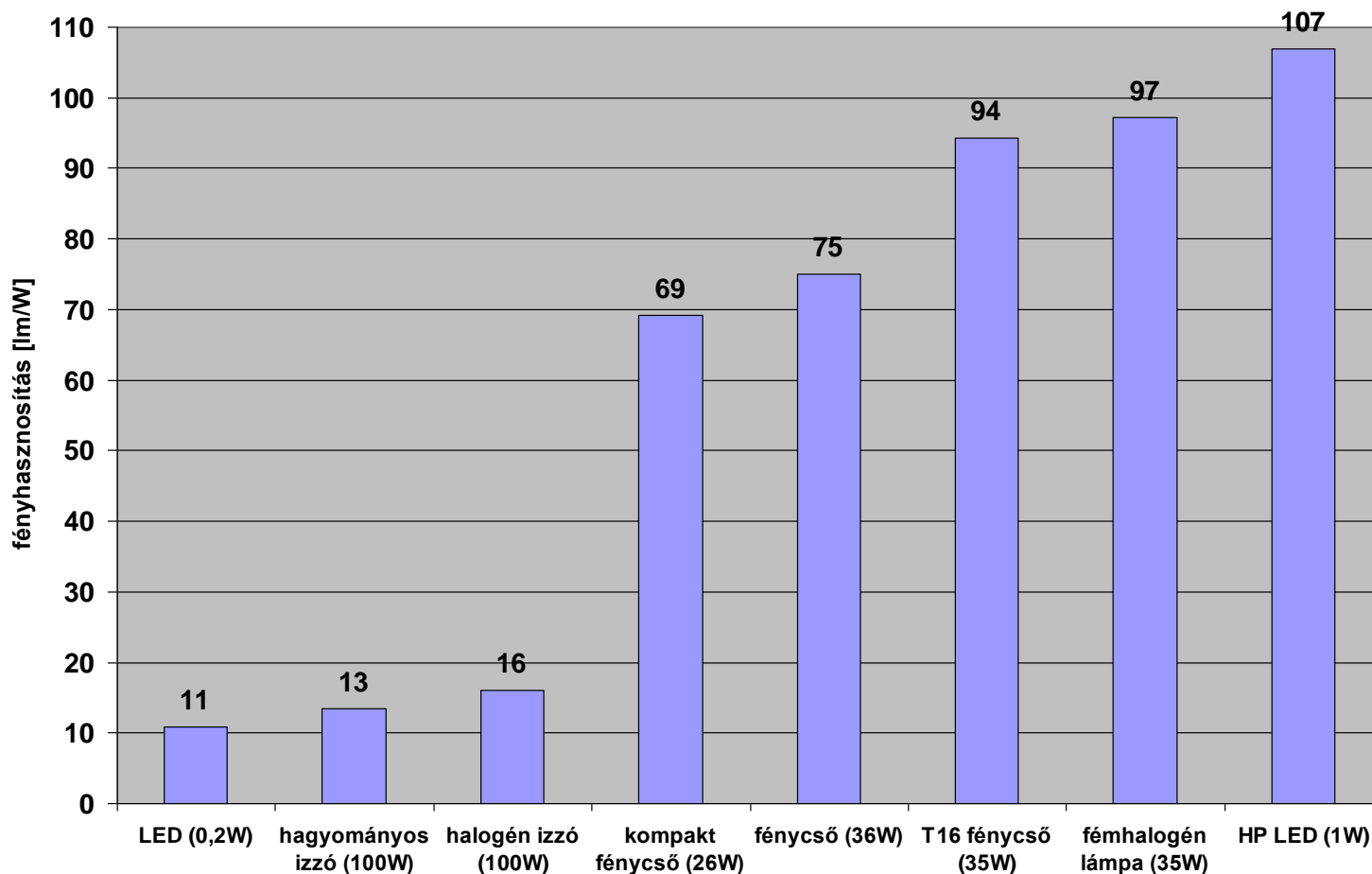
a



b

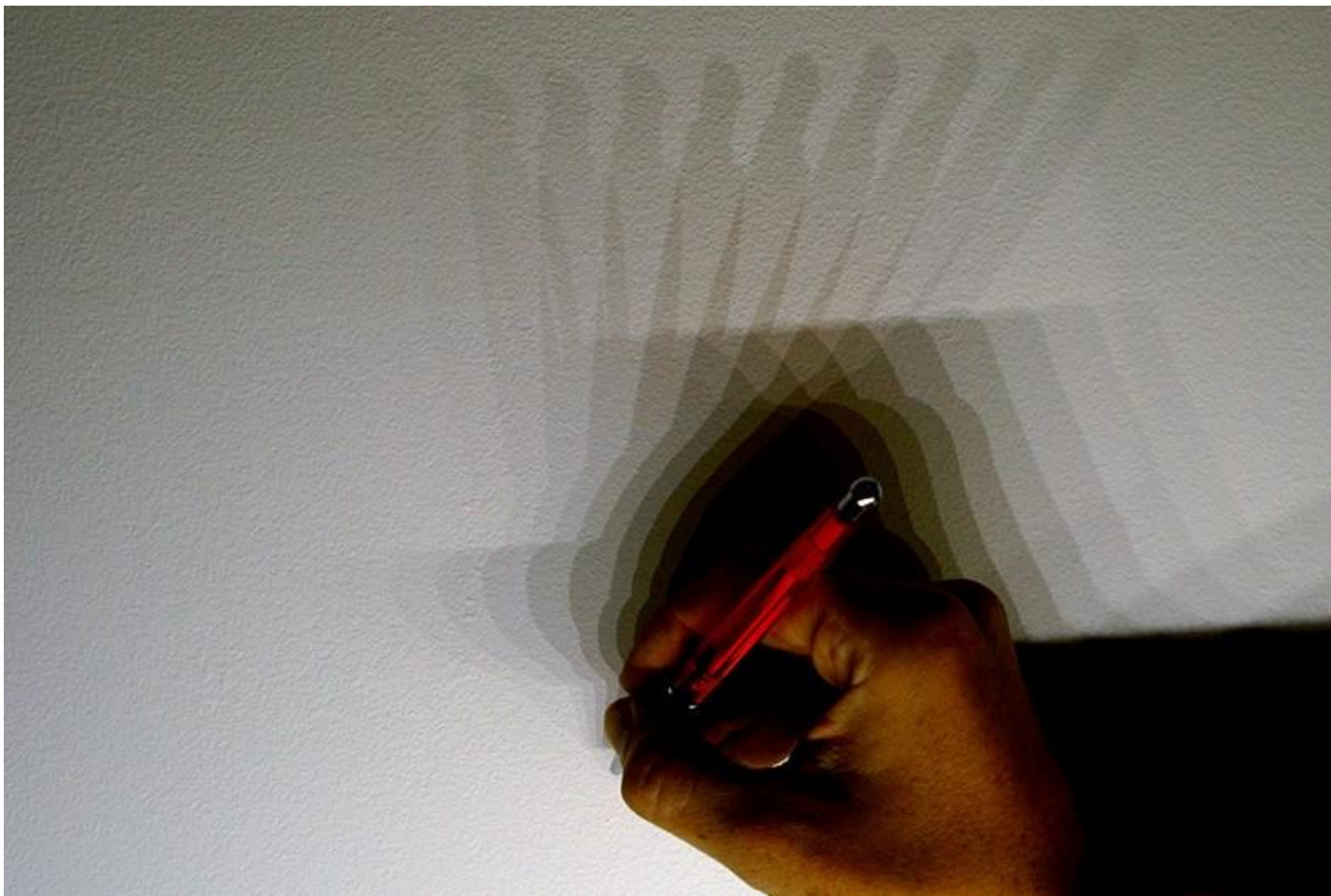


## 8. Néhány megvalósult példa, Németországból és Magyarországról



**22. Ábra:** Fényforrások fényhasznosítása

## 8. Néhány megvalósult példa, Németországból és Magyarországról



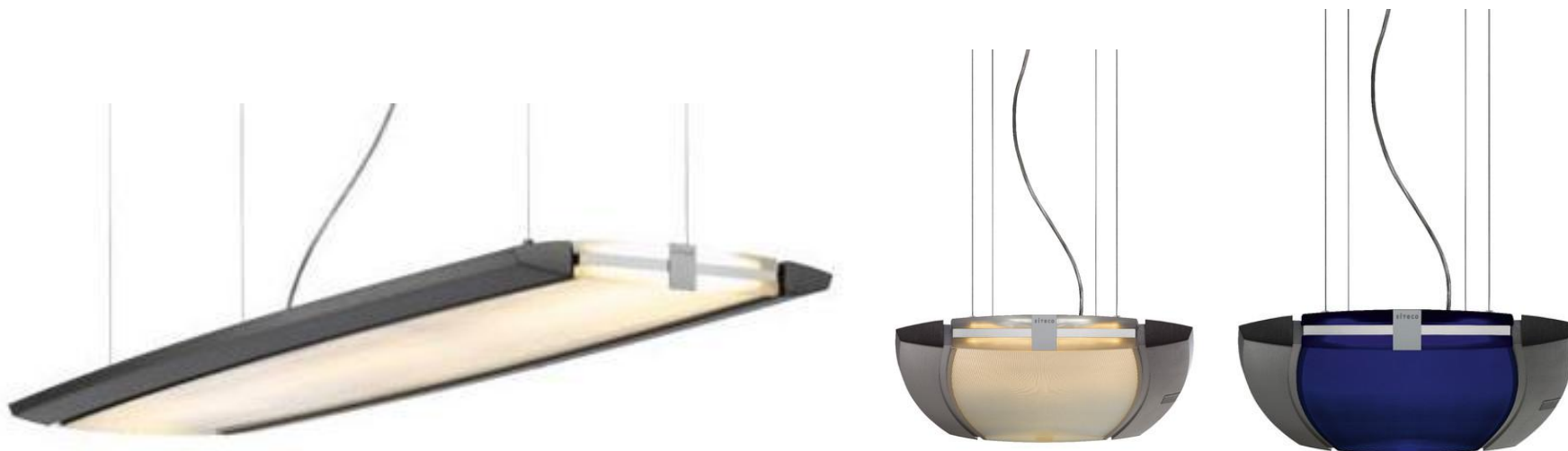
**23. Ábra:** LEDes lámpatest, „Irodai” !????” alkalmazásra

## 8. Néhány megvalósult példa, Németországból és Magyarországról

Fényforrás típusa:	Osram T26 VVG (meglévő)		Osram T16 HO EVG		Osram T16 HE EVG		LED fénycső	
Összes Felhasznált lámpatest darabszáma	598	db	425	db	643	db	1 147	db
összesített csatlakozási teljesítmény	67,95	kW	52,44	kW	40,43	kW	37,87	kW
Új fogyasztás / Eredeti fogyasztás:	100,00	%	77,17	%	59,50	%	55,74	%
Energia megtakarítás:	-	kWh	15,51	kWh	27,52	kWh	30,08	kWh
1kWh költsége (átlagosan a teljes termelési időtartamra):	31,00	Ft	31,00	Ft	31,00	Ft	31,00	Ft
Energia megatakarítás:	-	Ft/h	480,81	Ft/h	853,01	Ft/h	932,36	Ft/h
Hasznos élettartam (fényáram 75% on):	10 000	h	18 000	h	18 000	h	40 000	h
Éves működési idő (50hét, 2műszak, csak hétköznap)	4 064	h	4 064	h	4 064	h	4 064	h
Fényforráscsere gyakorisága:	2,5	év	4,4	év	4,4	év	9,8	év
Összes fényforrás cseréjének költsége	274 190	Ft	548 000	Ft	848 800	Ft	27 205 000	Ft
Fényforráscsere éves költsége	111 431	Ft	123 726	Ft	191 640	Ft	2 764 028	Ft
Energia megtakarítás:	-	Ft/év	1 954 012	Ft/év	3 466 639	Ft/év	3 789 095	Ft/év
Összes megtakarítás:	-	Ft/év	1 941 716	Ft/év	3 386 429	Ft/év	1 136 498	Ft/év
Beruházás költsége: (lámpatestek+fényforrás)			4 179 500	Ft	5 648 300	Ft	44 416 000	Ft
Beruházás költsége: (munkadíj)			765 000	Ft	1 274 400	Ft	2 064 600	Ft
Megtérülési idő			2,55	év	2,04	év	40,90	év

24. Ábra: LEDes fénycső megtérülési számítás

## 8. Néhány megvalósult példa, Németországból és Magyarországról



**25. Ábra:** LEDes lámpatest, „Irodai” alkalmazásra

## 8. Néhány megvalósult példa, Németországból és Magyarországról



26. Ábra: LEDes lámpatest, közvilágítási célra



siteco Lighting Systems



**Köszönöm a figyelmüket!**

**Szegulja Márton**

Okleveles villamosmérnök (M.Eng.)

**+36 20 2040 475**

**szegulja@makettkft.hu**