

07.09.2019

Benjamin Weigt

Verbundprojekt Tailored Light

**Zwischen der
Hochschule Hannover
Fakultät I – Fachgebiet
Industrieelektronik
Prof. Dr.-Ing. K. Homeyer**

Mit der

**Universität Hannover
Institut für Produktentwicklung und
Gerätebau
Prof. Dr. Ing. Lachmayer**



**HOCHSCHULE
HANNOVER**
UNIVERSITY OF
APPLIED SCIENCES
AND ARTS



Einfluss von Betriebsstrom und Umgebungstemperatur auf den Alterungszustand der elektrischen Größen von High Power LEDs

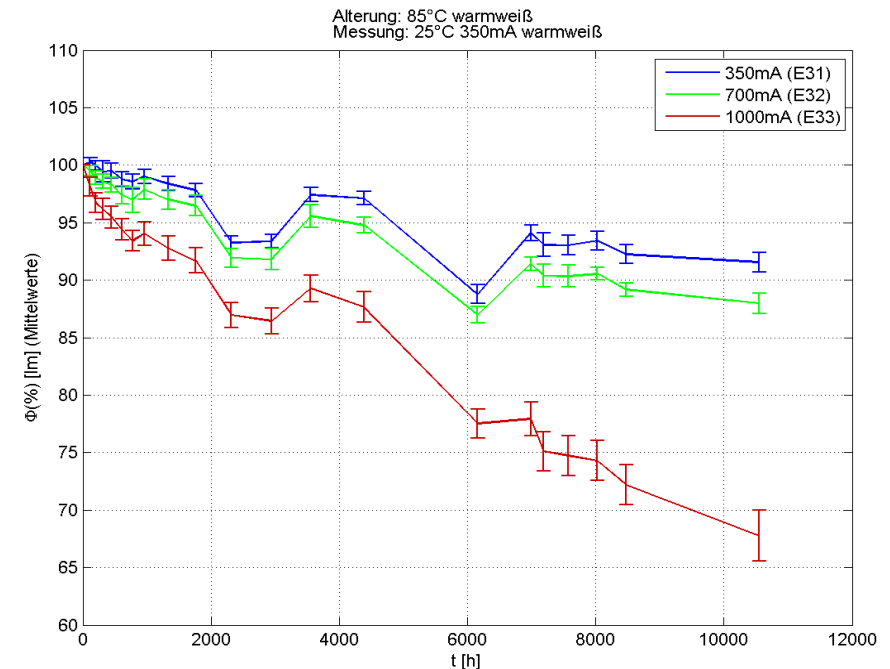


Gliederung

- 1. Fragestellung / Ziele**
- 2. Stand der Technik**
- 3. Testprogramm / Messdaten**
- 4. UI-Kennlinie und elektrische Größen**
- 5. Messergebnisse und Auswertung**
 - **UI-Kennlinie Typ A und Typ B**
 - **Verschiebung der UI-Kennlinie bei Beleuchtung**
 - **Verschiebung der Diodenspannung im Rekombinationsbereich**
 - **Vergleich Verschiebung der Diodenspannung und Lichtstrom Degradation**
- 6. Zusammenfassung**

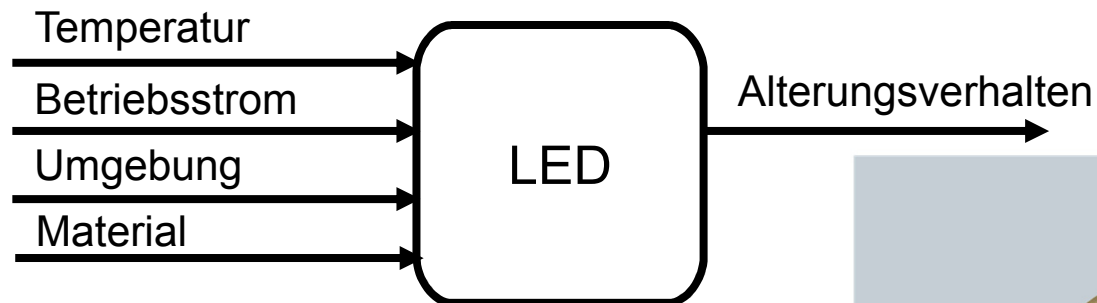
Fragestellung / Ziele

- Kann man an einer elektrischen Messung den Alterungszustand der LED erkennen?
- Kann die Alterung modelliert werden?
- Neue Auswertung der elektrischen Größen bei bestehenden Messdaten
- Alterungszustand einer LED über die elektrischen Größen messen
- Mehr Information über Alterungsmechanismen erfassen und differenzieren
- Ersatzschaltbilder der LED für die Alterung entwickeln

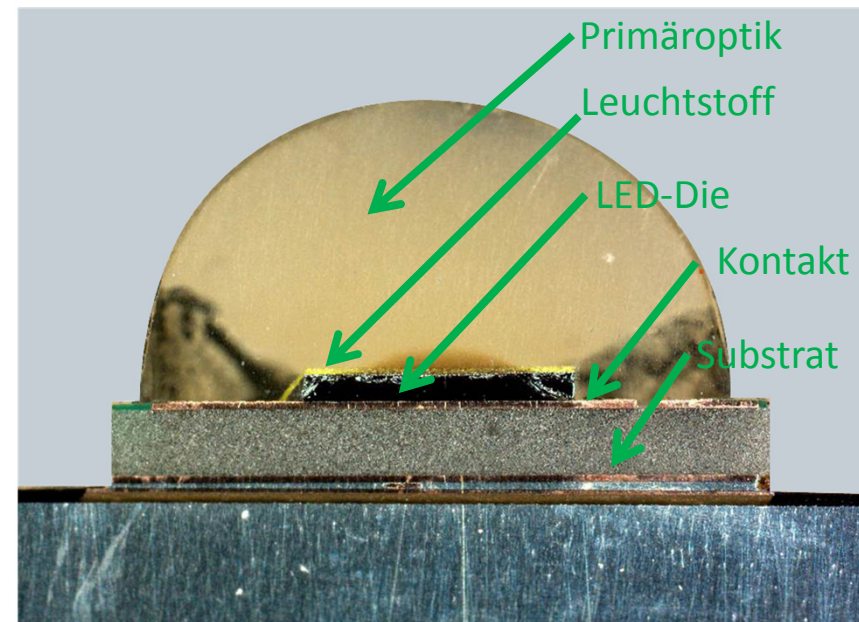


Degradation des Lichtstromes bei konstanter Temperatur [1]

Stand der Technik Alterung von LEDs



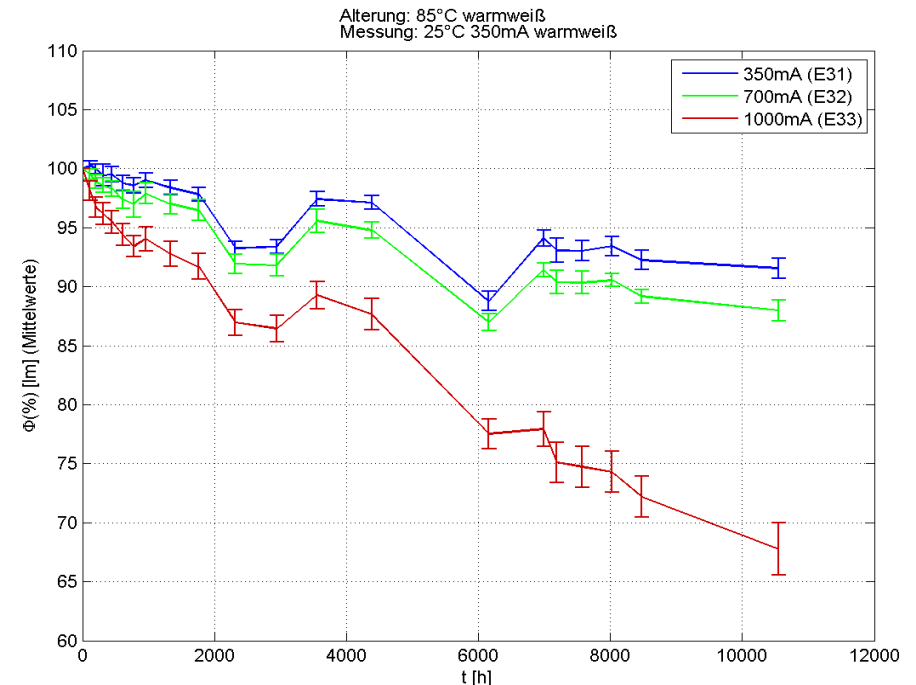
- **Hohe Betriebsströme und hohe Umgebungstemperaturen → schnellere Lichtstrom Degradation**
- **Optische Messung nach LM 80-08**
- **Auswertung von lichttechnischen Größen**



Schnitt durch eine High Power LED [1]

Messdaten/Testprogramm

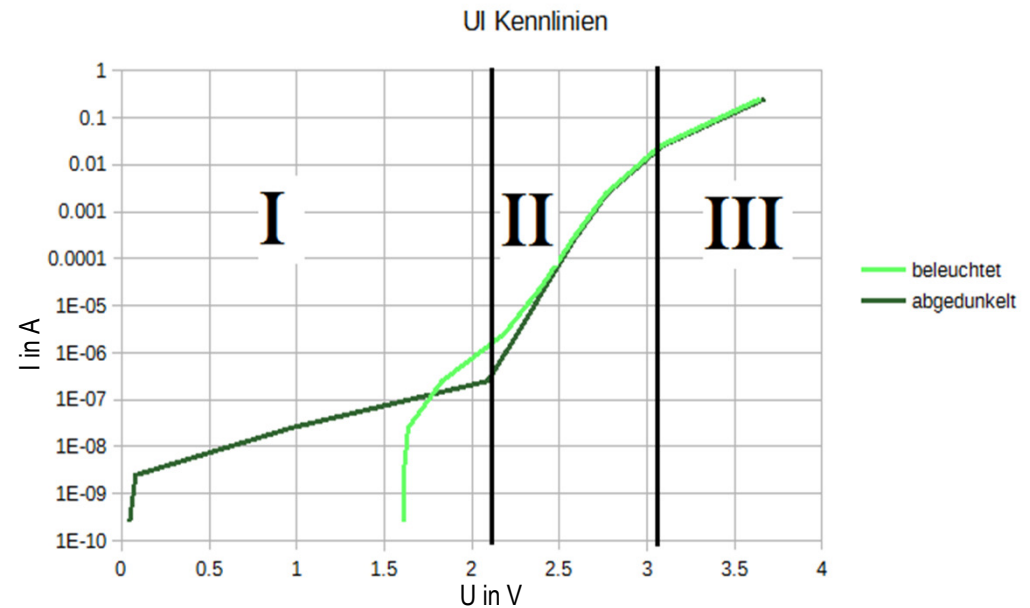
- Bestehende Messdaten der UI-Kennlinie
- Alterungstest nach LM 80-08
- Zwei Typen von High Power LEDs mit verschiedenen Halbleitermaterialien Typ A GaN und Typ B SiC
- Drei Betriebsströme (350mA, 700mA, 1000mA)
- Drei Temperaturen (55°C, 85°C, 95°C)
- Insgesamt 720 LEDs
- Testdauer über 10000 h
- Neue Auswertung der elektrischen Messdaten



Degradation des Lichtstromes bei konstanter Temperatur [1]

UI-Kennlinie und elektrische Größen

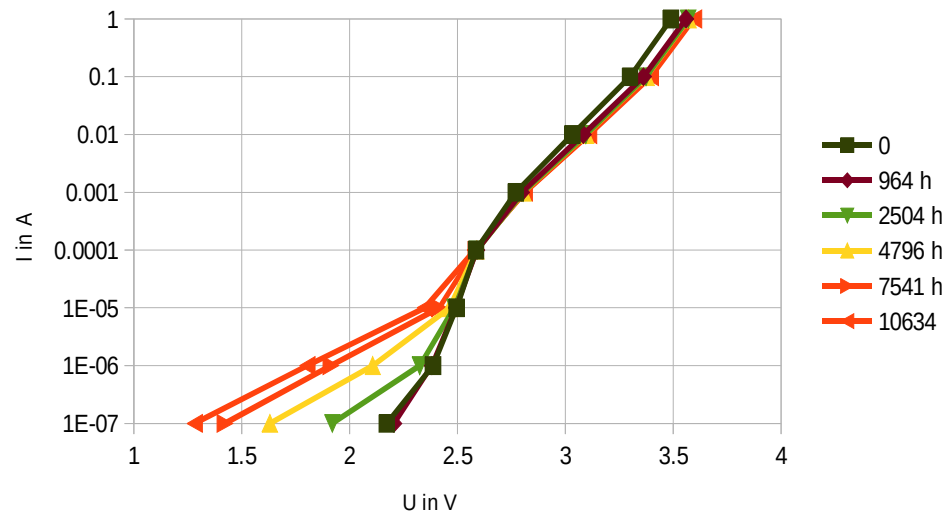
- **Drei Bereiche der UI Kennlinie in Durchlassrichtung**
 - I Rekombinationsbereich**
 - II Diffusionsbereich**
 - III Hochstrombereich (Betriebspunkt)**
- **Alle Bereiche auf Veränderungen untersuchen**
- **Sperrbereich wird aufgrund fehlender Informationen über die Schutzschaltung nicht untersucht**



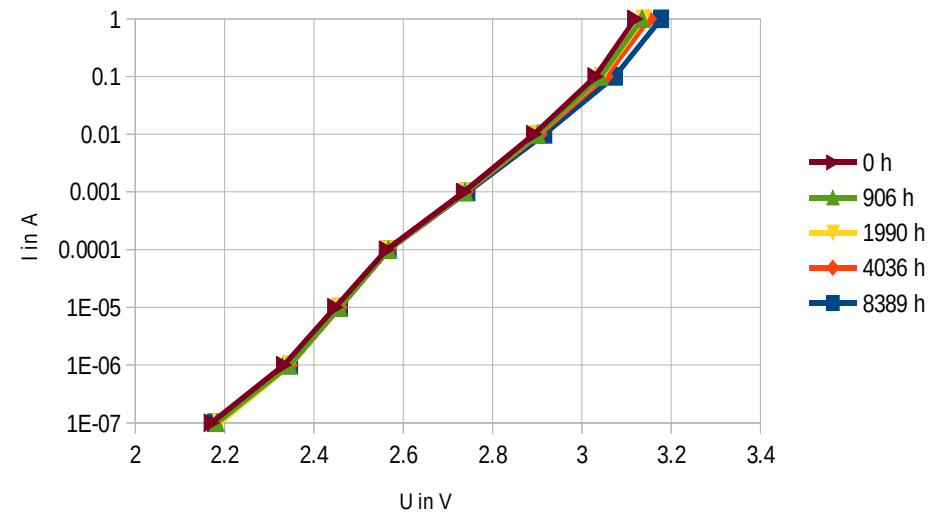
Halblogarithmische UI-Kennlinie in Durchlassrichtung

Verschiebung der UI-Kennlinie

Alterung Kennlinie LED Typ A



Alterung Kennlinie LED Typ B

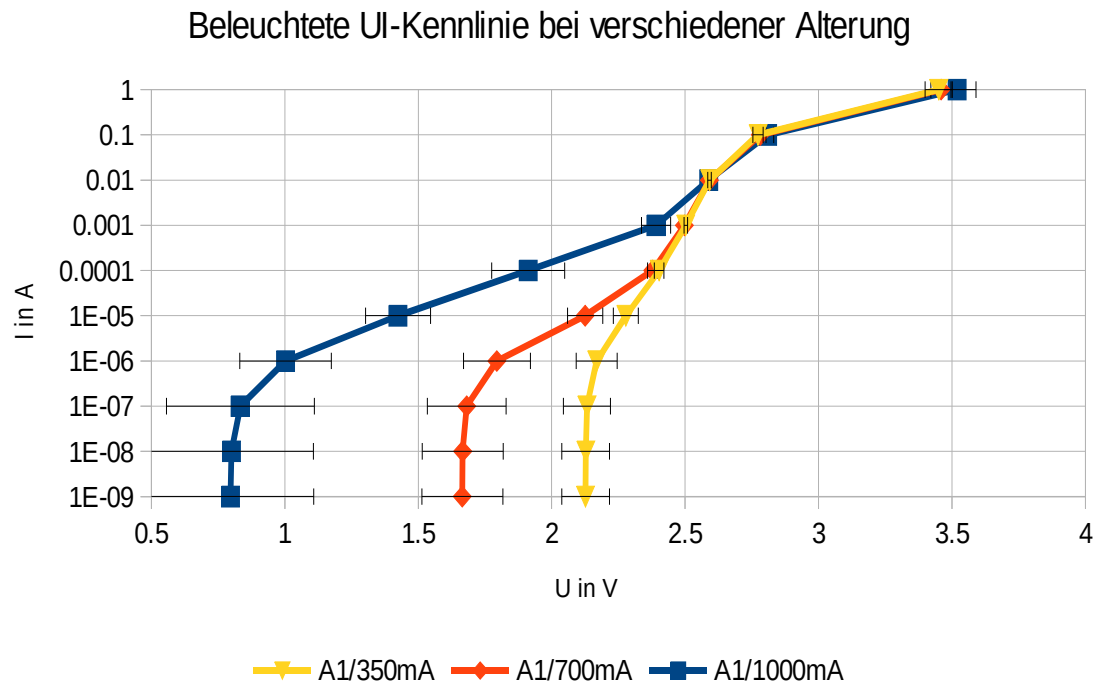


Halblogarithmische UI-Kennlinien Typ A

Halblogarithmische UI-Kennlinien Typ B

- **Zwei Halbleitermaterialien GaN Typ A und SiC Typ B**
- **Verschiebung im Rekombinationsbereich bei Typ A → keine weitere Untersuchung von Typ B**
- **Verschiebung im Hochstrombereich bei beiden Typen**

Verschiebung der UI-Kennlinie bei Beleuchtung



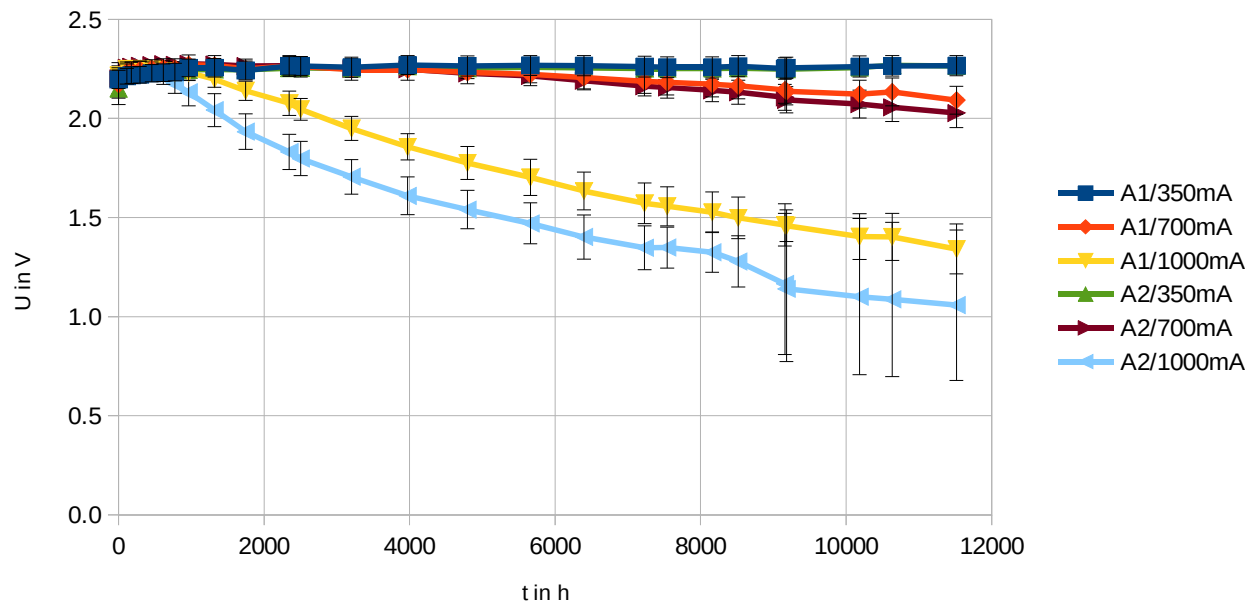
Halblogarithmische UI-Kennlinien bei Beleuchtung

- Gealterte LEDs bei drei verschiedenen Betriebsströmen und konstanter Umgebungstemperatur (95°C)
- Nachträgliche Messung bei konstanter Beleuchtung
- Messung nur im Durchlassbereich aufgrund des Einflusses der Schutzschaltung

→ Verschiebung in Abhängigkeit der Alterung erkennbar

Verschiebung der Diodenspannung

Verschiebung der Diodenspannung gemessen bei $I_F = 100 \text{ nA}$



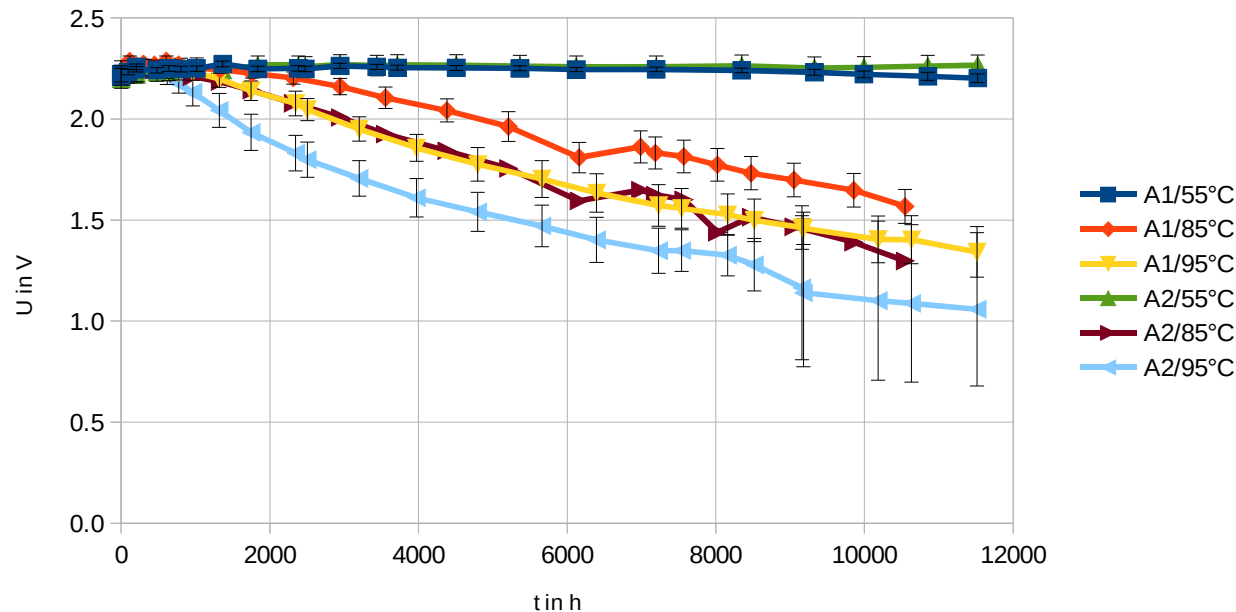
- Diodenspannung gemessen bei $I_F = 100 \text{ nA}$
- Diodenspannung liegt im Rekombinationsbereich

→ Stärkere Verschiebung der Diodenspannung bei höheren Betriebsströmen

Verschiebung der Diodenspannung bei konstanter Umgebungstemperatur ($T = 95^\circ\text{C}$)

Verschiebung der Diodenspannung

Verschiebung der Diodenspannung gemessen bei $I_F=100\text{nA}$

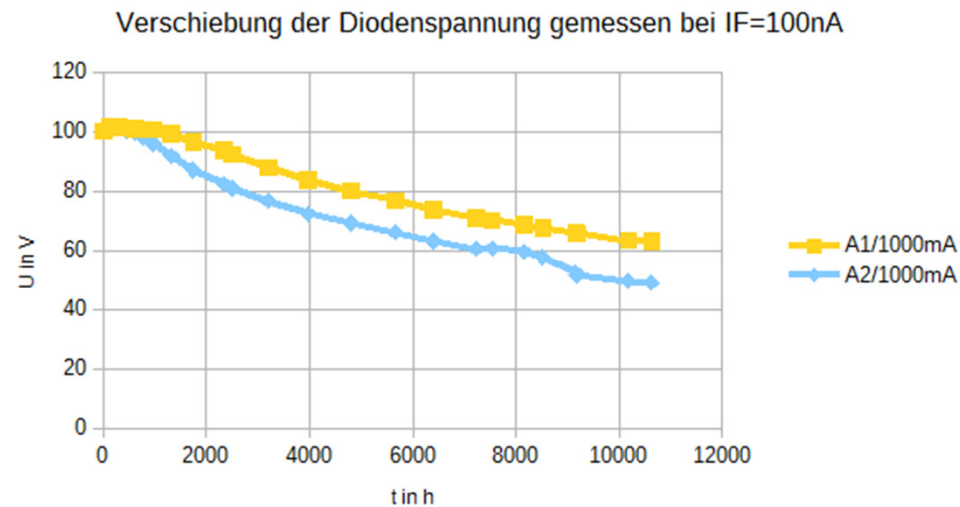


- Diodenspannung gemessen bei $I_F = 100\text{ nA}$
- Diodenspannung liegt im Rekombinationsbereich

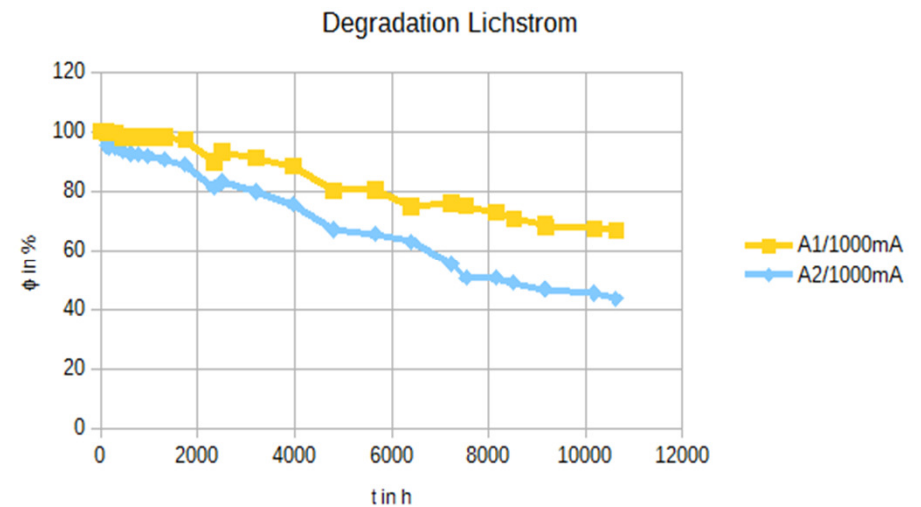
→ Stärkere Verschiebung der Diodenspannung bei höheren Umgebungstemperaturen

Verschiebung der Diodenspannung bei konstanten Betriebsstrom ($I = 1000\text{mA}$)

Vergleich Diodenspannung und Lichtstrom



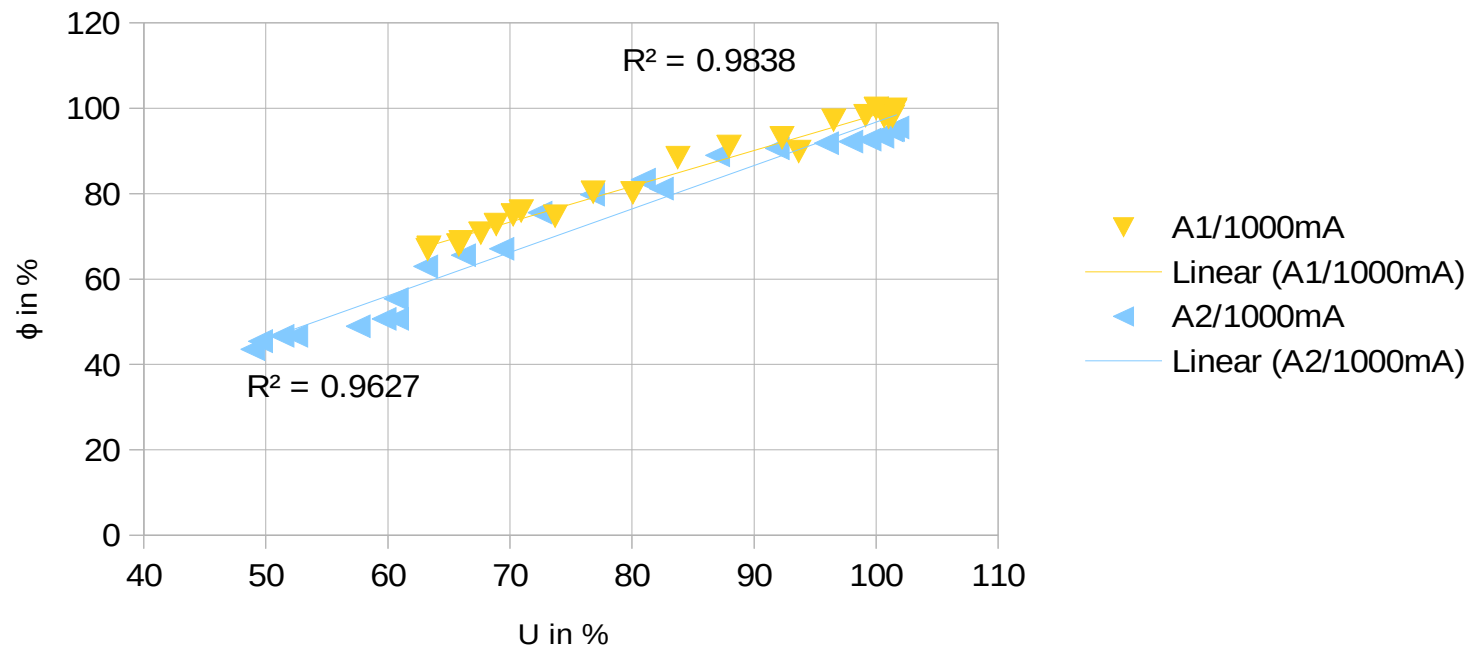
Verschiebung der Diodenspannung bei konstanter Umgebungstemperatur



Lichtstrom Degradation bei konstanter Umgebungstemperatur

Vergleich Diodenspannung und Lichtstrom

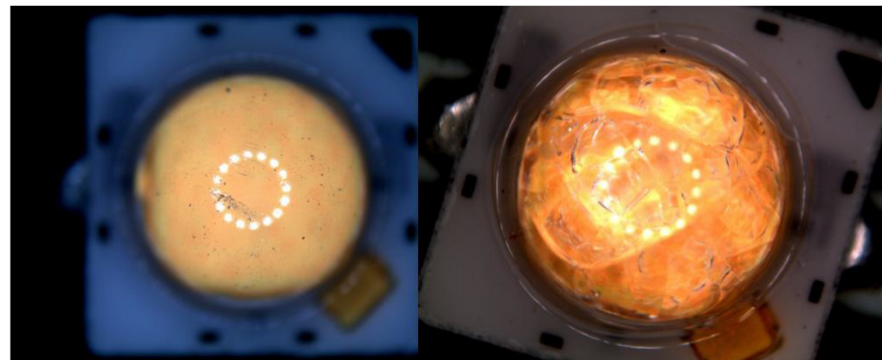
Lineare Regression Lichtstrom und Diodenspannung im Verlauf der Alterung



Lineare Regression bei konstanter Umgebungstemperatur (95°C) und konstanten Betriebsstrom (1000mA)

Zusammenfassung

- **Verschiebung der UI-Kennlinie bei GaN im Rekombinationsbereich abhängig von der Umgebungstemperatur und Betriebsstrom**
- **Stärkere Verschiebung bei höherer Umgebungstemperatur und höheren Betriebsstrom**
- **Korrelation zwischen Lichtstrom Degradation und Verschiebung der Diodenspannung bei starker Alterung (95°C, 1000mA)**
- **Stärke der Alterung der UI Kennlinie bei Beleuchtung erkennbar, allerdings keine genaue Aussage aufgrund unbekanntem Alterungszustand der Linse und des Phosphors**



Alterung der Linse einer LED [2]

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Sources

[1] K. Homeyer: „Alterungsuntersuchungen an Hochleistungs-LEDs: Verfahren, Beobachtungen, Messergebnisse“; LICHT 2014, 21. Gemeinschaftstagung, Den Haag, 21.9.–24.09.2014, Tagungsband / Deutsche Lichttechnische Gesellschaft e.V.; Lichttechnische Gesellschaft Österreichs; Schweizer Licht Gesellschaft; Nederlandse Stichting Voor Verlichtingskunde (NSVV) (Hrsg.), S. 346-353, PPN: 797732705, 2014

[2] Abschlussbericht: Performance Quality Label für LED-Leuchten(PQL): 2.1.2 LED-Alterung an der Hochschule Hannover (HSH) – Aufbau