

# microtec GmbH

## LED's im Einsatz: Fehler erkennen - Fehler vermeiden

Reinhard Pusch 03.06.2008



testlab for opto +  
microelectronics

**micro  
tec**  
GmbH  
testlab for opto-  
microelectronics

## Überblick

- microtec allgemein
- LED's im Einsatz  
Auswahl - Charakterisierung
- Fehler erkennen
- Fehler vermeiden
- Zusammenfassung



microtec  
GmbH  
Qualifikation  
optischer und  
opto-  
elektronischer  
Bauelemente

**microtec ...focussed on quality**

**Ihr Partner für Opto- und Mikroelektronik**

1. Unabhängiges und neutrales Testlabor
2. Modernes Analyse- und Testequipment
3. Testdienstleistungen aus einer Hand
  - Test von elektronischen und optoelektronischen Bauelementen
  - Qualifikation nach einschlägigen Standards  
Telcordia, MIL, JEDEC, ESA, DIN, IEC  
AEC-Q 100/200
  - Fehleranalyse
  - Beratung
  - Logistik / Supply Chain Services

**...vom Chip bis zur Baugruppe**




microtec GmbH  
Qualifikation optischer und optoelektronischer Bauelemente

microtec GmbH / Reinhard Pusch    - LED im Einsatz -    SMT 2008    Juni 2008    3

**Überblick**

- ✓ microtec allgemein
- LED's im Einsatz  
Auswahl - Charakterisierung
- Fehler erkennen
- Fehler vermeiden
- Zusammenfassung




microtec GmbH  
Qualifikation optischer und optoelektronischer Bauelemente

microtec GmbH / Reinhard Pusch    - LED im Einsatz -    SMT 2008    Juni 2008    4

## Einsatz von LED's

In verschiedenen Funktionen:

- Lichtschranken
- Anzeigen
- Hintergrundbeleuchtung
- Leuchten/Strahler
- Signale



microtec GmbH  
Qualifikation optischer und optoelektronischer Bauelemente

microtec GmbH / Reinhard Pusch    - LED im Einsatz -    SMT 2008    Juni 2008    5

## Einsatz von LED's

In Zuverlässigkeits/Qualitäts-relevanten Märkten

- Luft- und Raumfahrt
- Verkehrssignale ( Bahn - / Ampelsignale )
- Medizintechnik ( Beleuchtungen )
- Automotive
  - Innenraum ( Reduzierung von subjektiven Helligkeitsunterschieden )
  - Heck- und Frontlichter
- Raumbelichtung/Backlight
- Sicherheitstechnik ( Lichtschranken )
- Anzeigen in Geräten ( Industrie/Konsumer )
- Outdooranzeigen ( Displays/Werbeanzeigen )



microtec GmbH  
Qualifikation optischer und optoelektronischer Bauelemente

microtec GmbH / Reinhard Pusch    - LED im Einsatz -    SMT 2008    Juni 2008    6

## Bauformen von LED's

Für verschiedene Randbedingungen:

- Platzverhältnisse
- Elektrische Leistungsaufnahme
- Lichtstärke
- Abstrahlverhalten / Linsen
- Umweltbedingungen
- Farbkoordinaten / Wellenlänge

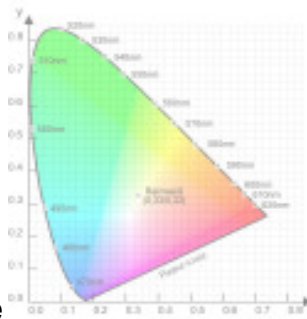


microtec GmbH

Qualifikation optischer und optoelektronischer Bauelemente

## Anforderungen an LED's

- Elektrische Ansteuerung
  - Puls- oder Gleichstrombetrieb
  - Temperaturkompensation möglich
- Einzel LED oder Array
- Flächen- oder Punktstrahler
- Umweltbedingungen
  - Temperatur, Feuchte
- Farbkoordinaten / Wellenlänge



microtec GmbH

Qualifikation optischer und optoelektronischer Bauelemente

## Auswahlmöglichkeiten

### Elektrische / optische Parameter

- **Lichtstärke, Lichtstrom**  
(Emission des Lichtstromes, Strahlungsleistung)
- **Abstrahlcharakteristik**  
(Lichtstärke in Abhängigkeit vom Abstrahlwinkel)
- **Vorwärtsspannung/Strom**  
(über dem Strom und Temperatur)
- **Farbort, Wellenlänge**  
(eindeutige XY-Parameter der LED im CIE-Diagramm)



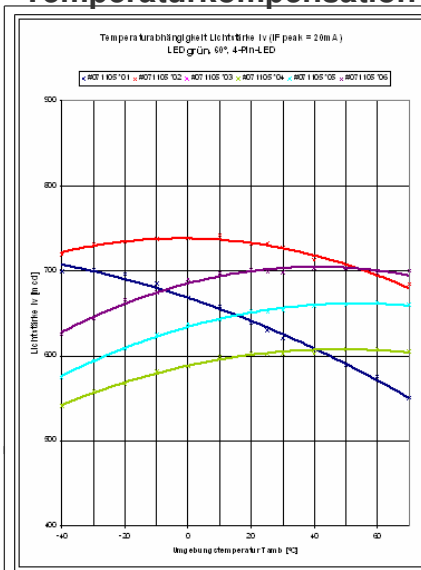
Alle Parameter sollten unter den realen Betriebsbedingungen, wie Temperatur und Ansteuerart bestimmt werden



microtec GmbH

Qualifikation optischer und optoelektronischer Bauelemente

## Auswahlmöglichkeiten – Beispiel : Temperaturkompensation



Temperaturverhalten:

LED grün



microtec GmbH

Qualifikation optischer und optoelektronischer Bauelemente

## Überblick

- ✓ microtec allgemein
- ✓ LED's im Einsatz
- Fehler erkennen
- Fehler vermeiden
- Zusammenfassung



microtec GmbH  
Qualifikation optischer und optoelektronischer Bauelemente

microtec GmbH / Reinhard Pusch    - LED im Einsatz -    SMT 2008    Juni 2008    11

## Fehlerursachen

- LED Chip / ESD Schäden
- Aufbautechnik der LED
  - Bondverbindungen/Führungen
  - Gehäuse
  - Entwärmung
- Verbindungstechnik LED - Leiterplatte
  - Lötprozess
  - Wärmeableitung
  - LED im Array
- Umgebungsbedingungen
  - Feuchte
  - Temperatur / Temperaturwechsel
  - Sonnenlicht



microtec GmbH  
Qualifikation optischer und optoelektronischer Bauelemente

microtec GmbH / Reinhard Pusch    - LED im Einsatz -    SMT 2008    Juni 2008    12

## Fehleranalyse LED

- **Visuelle Inspektion**
  - Mechanische Schäden, Korrosion, Verunreinigungen
- **Messung elektrischer/ optischer Eigenschaften**
  - Abstrahlcharakteristik, Leuchtdichte, Farbort
  - thermischer Widerstand
  - Strom/Spannung in Vorwärts- und Rückwärtsrichtung
- **Ultraschall- und Röntgenmikroskopie**
  - Risse, Delamination lokalisieren
  - Lötstellen und Bondverbindungen überprüfen
- **Bauteil öffnen/ Chip freilegen**
  - Lichtoptische Mikroskopie
  - REM/EDAX
  - Rückpräparation auf Chipebene/Kristallstruktur)
- **Definition von Abhilfemaßnahmen**



microtec  
GmbH

Qualifikation  
optischer und  
opto-  
elektronischer  
Bauelemente

microtec GmbH / Reinhard Pusch
- LED im Einsatz -
SMT 2008
Juni 2008
13

## Fehleranalyse LED - Beispiele

- Bondabheber
- Bonddrahtbruch
- Ablösung LED Chip - Substrat
- Gehäuseprobleme - Dichtheit
- Lötverbindung LED - Leiterplatte
- Chipdegradation
- Störung im Bereich der Phosphorschicht

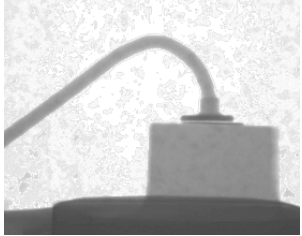


microtec  
GmbH


Qualifikation  
optischer und  
opto-  
elektronischer  
Bauelemente

microtec GmbH / Reinhard Pusch
- LED im Einsatz -
SMT 2008
Juni 2008
14


## Fehleranalyse LED - Beispiele



- Bonddrahtabheber

- Bonddrahtbruch

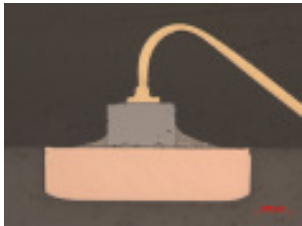


microtec  
GmbH

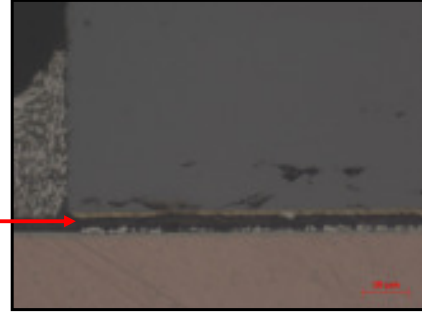
Qualifikation  
optischer und  
opto-  
elektronischer  
Bauelemente


microtec GmbH / Reinhard Pusch - LED im Einsatz -
SMT 2008
Juni 2008
15

## Fehleranalyse LED - Beispiele



Ablösung LED Chip - Substrat





microtec  
GmbH

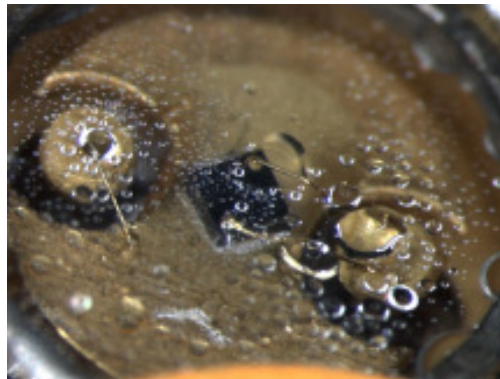
Qualifikation  
optischer und  
opto-  
elektronischer  
Bauelemente

microtec GmbH / Reinhard Pusch - LED im Einsatz -
SMT 2008
Juni 2008
16



## Fehleranalyse LED - Beispiele

- Wassertropfen im Gehäuse

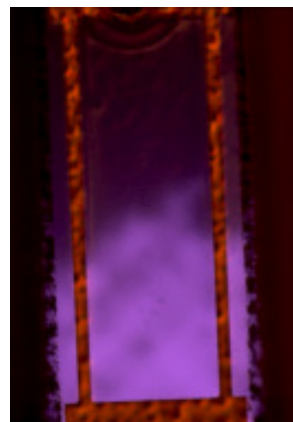


microtec GmbH

Qualifikation optischer und optoelektronischer Bauelemente

## Fehleranalyse LED - Beispiele

- LED Array Degradation

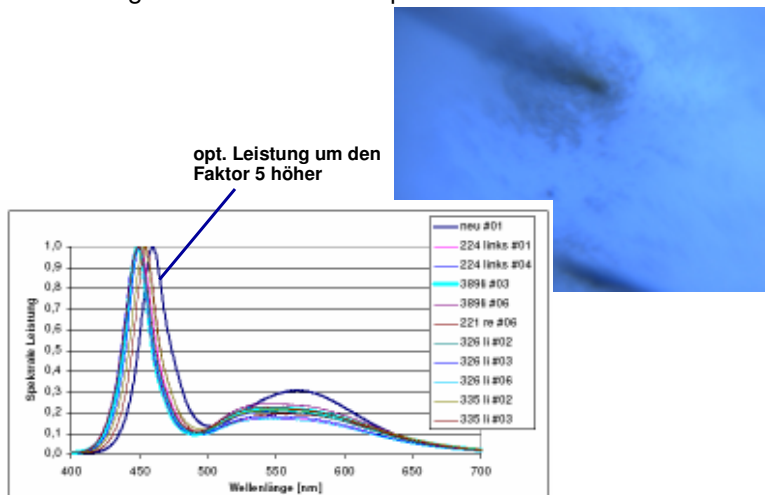


microtec GmbH

Qualifikation optischer und optoelektronischer Bauelemente

## Fehleranalyse LED - Beispiele

- Störung im Bereich der Phosphorschicht



microtec GmbH

Qualifikation optischer und optoelektronischer Bauelemente

## Überblick

- ✓ microtec allgemein
- ✓ LED's im Einsatz
- ✓ Fehler erkennen
- Fehler vermeiden
- Zusammenfassung



microtec GmbH

Qualifikation optischer und optoelektronischer Bauelemente


## Fehler vermeiden - durch geeignete Auswahl

- Chip Technologie
- Gehäusotyp
- den "richtigen" Hersteller
- den "richtigen" Verbindungsprozess

**=> ein klares Anforderungsprofil (Spezifikation)**

**=> Anwendungsorientierte Qualifikation**

**=> ggf. Chargenfreigabe**



microtec GmbH

Qualifikation optischer und optoelektronischer Bauelemente

microtec GmbH / Reinhard Pusch
- LED im Einsatz -
SMT 2008
Juni 2008
21

## Qualifikations - Standards

Branchenspezifische Standards	Anwendung in
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Telcordia GR 468-Core</li> <li>• AEC-Q 101</li> <li>• ESCC 9020</li> <li>• MIL – STD 883</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Telecommunication</li> <li>Automotive</li> <li>Luft - und Raumfahrt</li> </ul>

**oder**

**spezielle Kundenanforderungen**



microtec GmbH

Qualifikation optischer und optoelektronischer Bauelemente

microtec GmbH / Reinhard Pusch
- LED im Einsatz -
SMT 2008
Juni 2008
22

## Fehler vermeiden - Qualifikation

- Elektrischer Dauerbetrieb bei Einsatzbedingungen
  - Temperatur-Einfluß
  - Strom-Einfluß
  - Chipalterung
  - Gehäuseeinfluß
  
- Feuchtetest vorzugsweise unter Betrieb
  - Schutz des Gehäuses gegen Feuchte
  - Widerstandsfähigkeit des Halbleiters gegen Feuchte
  
- Temperaturwechsel
  - Stabilität des Gehäuses
  - Stabilität der Bondverbindungen



microtec GmbH

Qualifikation optischer und optoelektronischer Bauelemente

## Lebensdauertest von LED

### Faktoren, die die Alterung bestimmen

- Junction-Temperatur
  - Abnahme der Lichtstärke 1% pro °C (weiß)
  - Umgebungstemperatur
  - Bestromung
  - Entwärmung
  
- Strom
  
- Trübung der Vergussmassen
  - UV-Bestrahlung
  
- Alterung des Fluoreszenzfarbstoffes
  - bei Lumineszenzkonversions-LEDs
  
- Lagertemperatur



microtec GmbH

Qualifikation optischer und optoelektronischer Bauelemente

## Anforderungen an die Prüfeinrichtung

- **Unterschiedliche Betriebsbedingungen**
  - Pulsbetrieb
  - Gleichstrombetrieb
- **Reproduzierbare Messungen**
  - Lichtstrom
  - Lichtstärke
  - Farbkoordinaten
  - $U_F / I_F$
- **Konstante klimatische Bedingungen für die Prüflinge**
  - definierte Temperatur
  - konstante Wärmeableitung
  - Stabile Kopplung LED - Meßempfänger

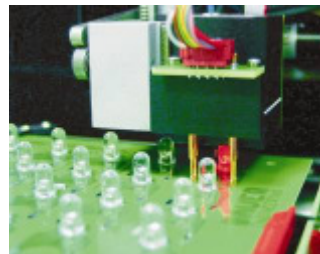
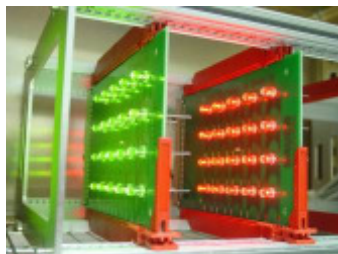


microtec GmbH

Qualifikation optischer und optoelektronischer Bauelemente

## Lebensdauertest von LED

- **Reproduzierbare Messbedingungen sind Basis für statistische Auswertungen**

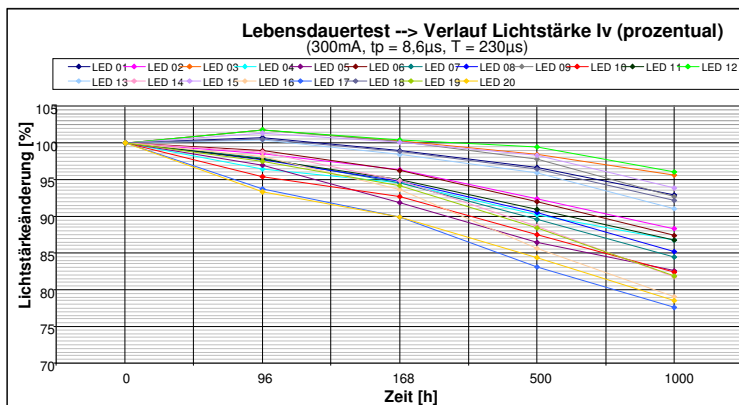


microtec GmbH

Qualifikation optischer und optoelektronischer Bauelemente

## Qualifikation von LED

- LED Degradation



microtec GmbH

Qualifikation optischer und optoelektronischer Bauelemente

microtec GmbH / Reinhard Pusch

- LED im Einsatz -

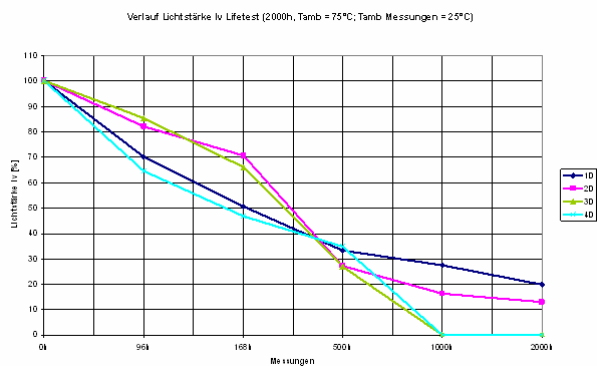
SMT 2008

Juni 2008

27

## Fehler vermeiden - Beispiele

- 5mm LED weiß mit 2,5 fachem Nennstrom



microtec GmbH

Qualifikation optischer und optoelektronischer Bauelemente

microtec GmbH / Reinhard Pusch

- LED im Einsatz -

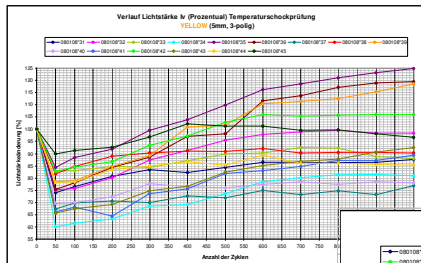
SMT 2008

Juni 2008

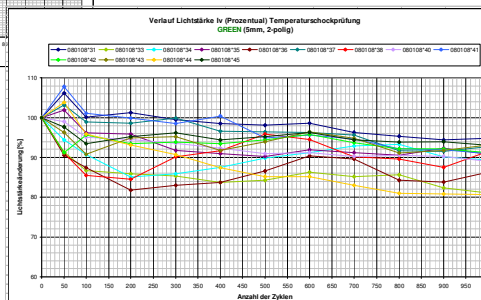
28

## Fehler vermeiden – Beispiele: Degradation

- Temperaturschock -40°C/+85°C n= 1000 Zyklen



→LED hyper red



→LED grün

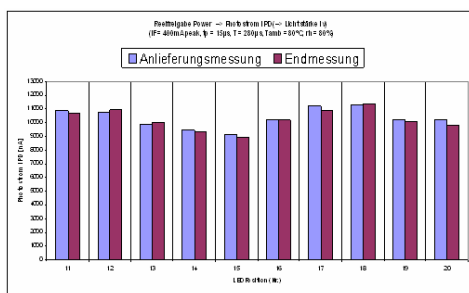


microtec GmbH

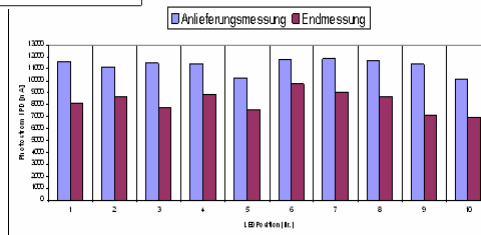
Qualifikation optischer und optoelektronischer Bauelemente

## Fehler vermeiden - Chargenfregabe

- Elektrischer Betrieb 168h in Feuchte



Rückstrom (lm) - Rückstrom (lm) - Lichtstärke I<sub>v</sub> (IF=40mA, I<sub>peak</sub>=1A, T<sub>c</sub>=25°C, Tamb=55°C, R<sub>c</sub>=50°C)



microtec GmbH

Qualifikation optischer und optoelektronischer Bauelemente

## Zusammenfassung

- Immer mehr LED gehen in kritische Applikationen
  - Lebensdauer/Risiko-Abschätzung wird immer wichtiger
  - Es treten immer mehr Ausfälle auf
- => eine saubere Analyse der Fehler und ihrer Ursachen ist wichtig**
- => eine gute Auswahl hilft Fehler zu vermeiden**
- => Test unter realen Bedingungen ist besonders bei High Power LED notwendig**



microtec  
GmbH

Qualifikation  
optischer und  
opto-  
elektronischer  
Bauelemente