

OSTAR - Projection

Lead (Pb) Free Product - RoHS Compliant

LE AB A2A

Vorläufige Daten / Preliminary Data

Abgekündigt nach OS-PD-2008-008
Obsolete acc. to OS-PD-2008-008



Besondere Merkmale

- **Gehäusertyp:** Kompakte Lichtquelle in Multi-Chip on Board Technologie; planvergossen
- **Besonderheit des Bauteils:** extrem hohe Helligkeit dank Oberflächenemission und niedrigem R_{th}
Vorbereitet für den Einsatz mit zus. Optik
- **Wellenlänge:** 617 nm (amber), 464 nm (blau)
- **Abstrahlwinkel:** Lambertischer Strahler (120°)
- **Abstrahlende Fläche:** typ. 2,1 x 2,1 mm²
- **Technologie:** Thinfilm InGaAIP (amber), ThinGaN[®] (blau)
- **Leuchtdichte:** 18*10⁶ cd/m² (amber), 3.5*10⁶ cd/m² (blau)
- **max. optischer Wirkungsgrad:** 51 lm/W (amber), 17 lm/W (blau) bei 100 mA mit Linse
- **Montierbarkeit:** verschraubbar
- **Stecker:** 10 Pin JST BM 10B-SRSS-TB
- **ESD-Festigkeit:** ESD-sicher bis 2 kV nach JESD22-A114-B
- **Verpackungseinheit:** 25 St. pro Box = Verpackungseinheit

Anwendungen

- Projektoren
- Medizintechnik: Operationslampen
- Mikroskopbeleuchtung
- Scheinwerfer
- Verkehrszeichen
- Hochwertige Blitzlichter

Features

- **package:** compact lightsource in multi chip on board technology; planar sealed
- **feature of the device:** outstanding luminance due to pure surface emission and low R_{th}
prepared for additional optics
- **wavelength:** 617 nm (amber), 464 nm (blue)
- **viewing angle:** Lambertian Emitter (120°)
- **light emitting surface:** typ. 2.1 x 2.1 mm²
- **technology:** Thinfilm InGaAIP (amber), ThinGaN[®] (blue)
- **Luminance:** 18*10⁶ cd/m² (amber), 3.5*10⁶ cd/m² (blue)
- **max. optical efficiency:** 51 lm/W (amber), 17 lm/W (blue) at 100 mA with lens
- **mounting methode:** screw holes
- **connector:** 10 Pin JST BM 10B-SRSS-TB
- **ESD-withstand voltage:** up to 2 kV acc. to JESD22-A114-B
- **method of packing:** 25 pcs. per tray = packing unit

Applications

- projectors
- medical lighting: surgery light
- microscope illumination
- spotlights
- VMS (variable message signs)
- high end strobe light

| Typ Type | Emissionsfarbe Color of Emission | Lichstärke pro Farbe ¹⁾ Seite 17 Luminous Intensity per Color ¹⁾ page 17 $I_F = 750 \text{ mA (A) / 500 mA (B)}$ $I_V \text{ (cd)}$ | | | |
|-------------|-------------------------------------|--|------|------|------|
| | | amber | | blue | |
| | | min. | typ. | min. | typ. |
| LE AB A2A | amber blue | 30 | 36 | 4.5 | 7.0 |

Bestellinformation Ordering Information

| Typ Type | Emissionsfarbe Color of Emission | Lichtfluss pro Farbe ²⁾³⁾ Seite 17 Luminous Flux per Color ²⁾³⁾ page 17 $I_F = 750 \text{ mA (A) / 500 mA (B)}$ $\Phi_V \text{ (lm)}$ | | | |
|-------------|-------------------------------------|--|-------|------|------|
| | | amber | | blue | |
| | | min. | typ. | min. | typ. |
| LE AB A2A | amber blue | (93) | (111) | (14) | (21) |

Bestellinformation Ordering Information

| Typ Type | Bestellnummer Ordering Code |
|----------------------|--------------------------------|
| ■LE AB A2A-HMKA+DWGW | Q65110A3737 |

- Abgekündigt nach OS-PD-2008-008 - wird durch LE AB H3WB ersetzt werden
 Obsolete acc. to OS-PD-2008-008 - will be replaced by LE AB H3WB
 Letzte Bestellung / Last Order: 2009-01-10
 Letzte Lieferung / Last Delivery: 2009-07-10

Anm: Die oben genannten Typbezeichnungen umfassen die bestellbaren Selektionen. Diese bestehen aus einer Helligkeitsgruppe. Es wird nur eine einzige Helligkeitsgruppe pro Farbe und Verpackungsbox geliefert.

Note: The above Type Numbers represent the order groups which includes only one brightness group per color and tray. Only one group will be shipped on each tray.

Grenzwerte
Maximum Ratings

| Bezeichnung Parameter | Symbol Symbol | Werte Values | | Einheit Unit |
|--|-------------------------|-----------------|------|-----------------|
| | | amber | blue | |
| Betriebstemperatur* Operating temperature range* | $T_{\text{board, op}}$ | - 40 ... + 85 | | °C |
| Lagertemperatur Storage temperature range | $T_{\text{board, stg}}$ | - 40 ... + 85 | | °C |
| Sperrschichttemperatur Junction temperature | T_j | 125 | | °C |
| Durchlassstrom pro Chip DC Forward current per chip DC ($T_{\text{board}}=25^\circ\text{C}$) | I_F | 750 | 700 | mA |
| Stoßstrom pro Chip DC Surge current per chip DC $t \leq 10 \mu\text{s}$, $D = 0.1$; $T_A=25^\circ\text{C}$ | I_{FM} | 2000 | 2000 | mA |
| Sperrspannung pro Chip DC Reverse voltage per chip DC ($T_{\text{board}}=25^\circ\text{C}$) | V_R | 0.5 | | V |
| Sperrstrom Reverse current $V_R = 0.5 \text{ V}$ | I_R | 10 | | mA |
| Leistungsaufnahme pro Farbe Power consumption per Color ($T_{\text{board}}=25^\circ\text{C}$) | P_{tot} | 5.1 | 5.6 | W |

* Eine Betauung des Moduls muss vermieden werden.
Condensation on the module has to be avoided.

Kennwerte
Characteristics

| Bezeichnung Parameter | Symbol Symbol | Werte Values | Einheit Unit |
|--|--------------------|-----------------|-----------------|
| Wärmewiderstand des gesamten Moduls Thermal resistance of the module Sperrschicht / Bodenplatte Junction / base plate | $R_{\text{th JB}}$ | 5 | K/W |

Kennwerte
Characteristics
 $(T_{\text{board}} = 25\text{ °C})$

| Bezeichnung Parameter | Symbol Symbol | Werte Values | | Einheit Unit |
|---|---|-------------------|-------------------|-------------------|
| | | amber | blau | |
| Wellenlänge des emittierten Lichtes Wavelength at peak emission $I_F = 750\text{ mA (A) / 500 mA (B)}$ | (typ.) λ_{peak} | 627 | 460 | nm |
| Dominantwellenlänge ^{4) Seite 17} Dominant wavelength ^{4) page 17} $I_F = 750\text{ mA (A) / 500 mA (B)}$ | (min.) λ_{dom} (typ.) λ_{dom} (max.) λ_{dom} | 613 617 625 | 458 464 469 | nm nm nm |
| Spektrale Bandbreite bei 50 % $\Phi_{\text{rel max}}$ Spectral bandwidth at 50 % $\Phi_{\text{rel max}}$ $I_F = 750\text{ mA (A) / 500 mA (B)}$ | (typ.) $\Delta\lambda$ | 24 | 27 | nm |
| Abstrahlwinkel bei 50 % I_V (Vollwinkel) Viewing angle at 50 % I_V | (typ.) 2φ | 120 | 120 | Grad deg. |
| Durchlassspannung ^{5) Seite 17} Forward voltage ^{5) page 17} $I_F = 750\text{ mA (A) / 500 mA (B)}$ | (min.) V_F (typ.) V_F (max.) V_F | 2.1 2.9 3.4 | 2.9 3.5 4.0 | V V V |
| Temperaturkoeffizient von λ_{peak} pro Chip Temperature coefficient of λ_{peak} per chip $I_F = 750\text{ mA (A) / 500 mA (B)}$; $-10\text{ °C} \leq T \leq 100\text{ °C}$ | (typ.) $TC_{\lambda_{\text{peak}}}$ | 0.14 | 0.05 | nm/K |
| Temperaturkoeffizient von λ_{dom} pro Chip Temperature coefficient of λ_{dom} per chip $I_F = 750\text{ mA (A) / 500 mA (B)}$; $-10\text{ °C} \leq T \leq 100\text{ °C}$ | (typ.) $TC_{\lambda_{\text{dom}}}$ | 0.08 | 0.02 | nm/K |
| Temperaturkoeffizient von V_F pro Chip Temperature coefficient of V_F per chip $I_F = 750\text{ mA (A) / 500 mA (B)}$; $-10\text{ °C} \leq T \leq 100\text{ °C}$ | (typ.) TC_V | - 2.5 | - 4.0 | mV/K |
| Optischer Wirkungsgrad ohne Linse Optical efficiency without Lens $I_F = 750\text{ mA (A) / 500 mA (B)}$ | (typ.) η_{opt} | 25 | 6 | lm/W |
| max. Optischer Wirkungsgrad mit Linse ^{6) Seite 17} max. Optical efficiency with Lens ^{6) page 17} $I_F = 100\text{ mA (A, B)}$ | (typ.) $\eta_{\text{opt max.}}$ | 51 | 17 | lm/W |
| Abstrahlende Fläche Radiating Surface | (typ.) A_{Color} | 2 x 1 | 2 x 1 | mm ² |
| Leuchtdichte Luminance $I_F = 750\text{ mA (A) / 500 mA (B)}$ | (typ.) L_V | $18 \cdot 10^6$ | $3.5 \cdot 10^6$ | cd/m ² |

SMD NTC Thermistors
SMD NTC Thermistors

| R_{25} [Ω] | No. of R/T characteristic s* | $B_{25/50}$ [K] | $B_{25/85}$ [K] | Resistance Tolerance $\Delta R_N/R_N$ | B value Tolerance $\Delta B/B$ |
|--------------------------|------------------------------------|--------------------|--------------------|---|--------------------------------------|
| 10k | EPCOS 8502 | 3940 | 3980 | $\pm 5\%$ | $\pm 3\%$ |

* for further information please visit www.epcos.com

$$R_T = R_N \cdot e^{B \cdot \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_N} \right)}$$

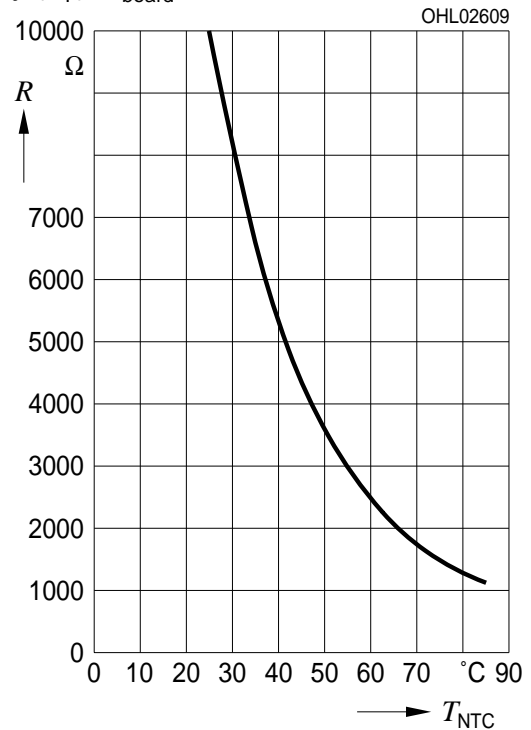
R_T = NTC resistance in Ω at temperature T in K
 R_N = NTC resistance in Ω at rated temperature T_N
in K ($T_N = 298$ K for test condition)
T, T_N = temperature in K
e = base of the natural logarithm ($e = 2.71828$)

B = B value, material specific constant of the NTC
thermistor

$$B = B_{N/T} = \frac{T \cdot T_N}{T - T_N} \cdot \ln \frac{R_N}{R_T}$$

Typische Thermistor Kennlinie^{2) 7) Seite 17}
Typical Thermistor Graph^{2) 7) page 17}

$I_F = f(V_F); T_{\text{board}} = 25^\circ\text{C}$



Helligkeits-Gruppierungsschema Brightness Groups

| | Helligkeitsgruppe Brightness Group | Lichtstärke ^{2) 3) Seite 17} Luminous Intensity ^{2) 3) page 17} I_V (cd) | Lichtstrom ^{1) Seite 17} Luminous Flux ^{1) page 17} Φ_V (lm) |
|-------|---------------------------------------|--|---|
| amber | HM | 30.0 ... 35.5 | 99.0 (typ.) |
| | HB | 35.5 ... 45.0 | 121.0 (typ.) |
| | JA | 45.0 ... 56.0 | 152.0 (typ.) |
| | JB | 56.0 ... 71.0 | 191.0 (typ.) |
| | KA | 71.0 ... 90.0 | 240.0 (typ.) |
| blue | DW | 4.5 ... 7.1 | 17.5 (typ.) |
| | EW | 7.1 ... 11.2 | 27.5 (typ.) |
| | FW | 11.2 ... 18.0 | 44.0 (typ.) |
| | GW | 18.0 ... 28.0 | 67.5 (typ.) |

Anm.: Die Standardlieferform von Serientypen beinhaltet eine Familiengruppe. Diese besteht aus nur wenigen Helligkeitsgruppen. Einzelne Helligkeitsgruppen sind nicht bestellbar.

Note: The standard shipping format for serial types includes a family group of only a few individual brightness groups. Individual brightness groups cannot be ordered.

Gruppenbezeichnung auf Etikett

Group Name on Label

Beispiel: HM

Example: HM

Helligkeitsgruppe
Brightness Group

HM

Anm.: In einer Verpackungseinheit ist immer nur eine Gruppe für jede Selektion enthalten.

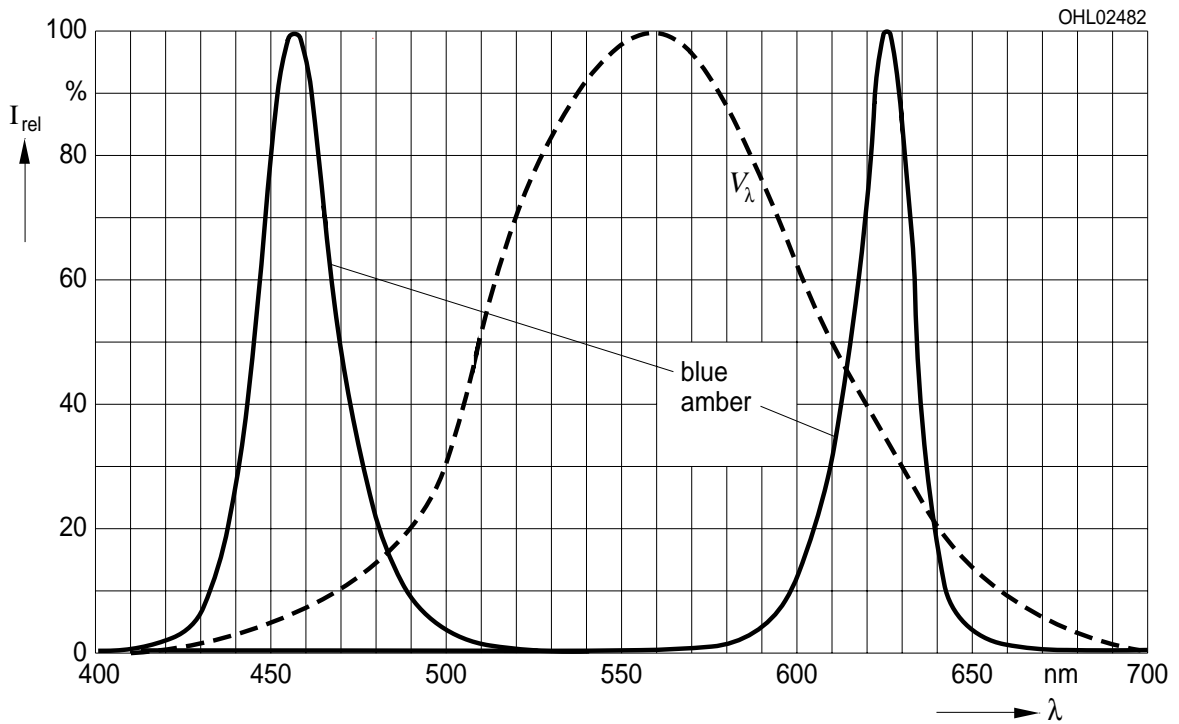
Note: No packing unit ever contains more than one group for each selection.

Relative spektrale Emission^{2) Seite 17}

Relative Spectral Emission^{2) page 17}

$V(\lambda)$ = spektrale Augenempfindlichkeit / Standard eye response curve

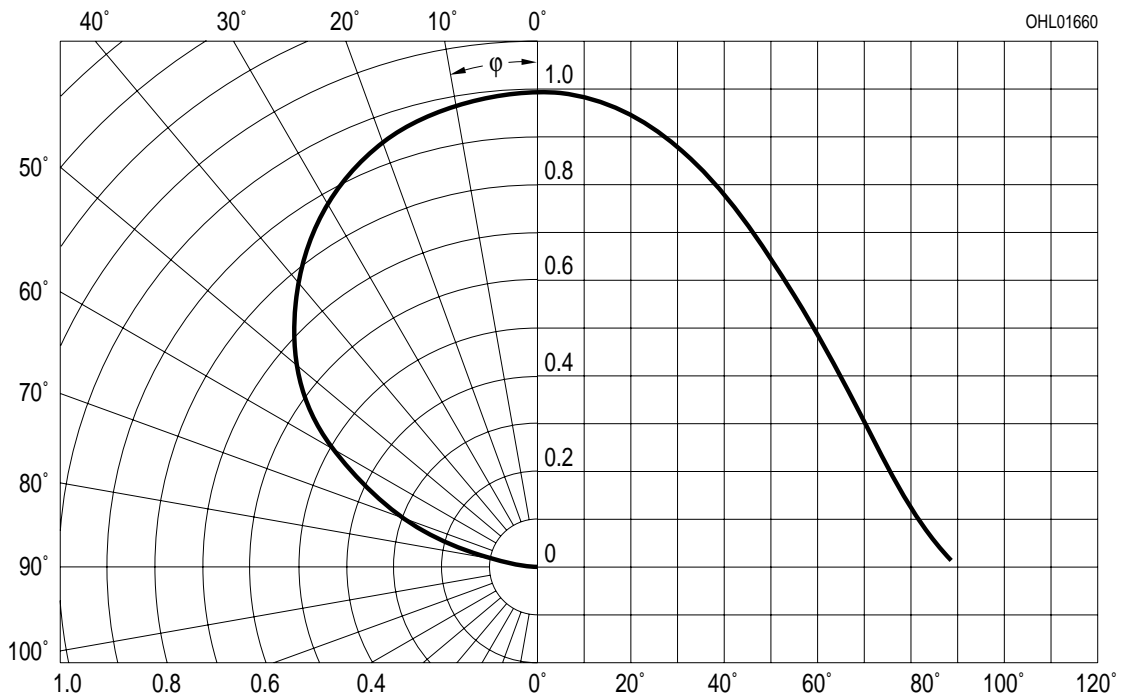
$I_{rel} = f(\lambda)$, $T_{board} = 25\text{ °C}$, $I_F = 750\text{ mA (A) / 500\text{ mA (B)}$



Abstrahlcharakteristik^{2) Seite 17}

Radiation Characteristic^{2) page 17}

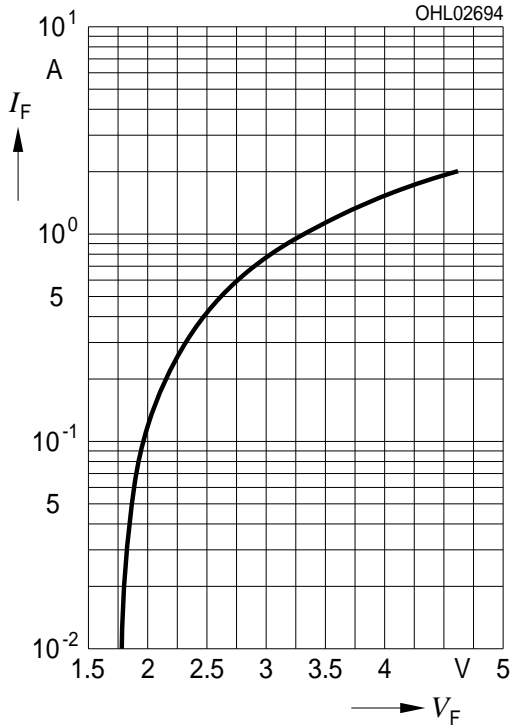
$\Phi_{rel} = f(\varphi)$; $T_{board} = 25\text{ °C}$



Durchlassstrom (amber)²⁾ Seite 17

Forward Current (amber)²⁾ page 17

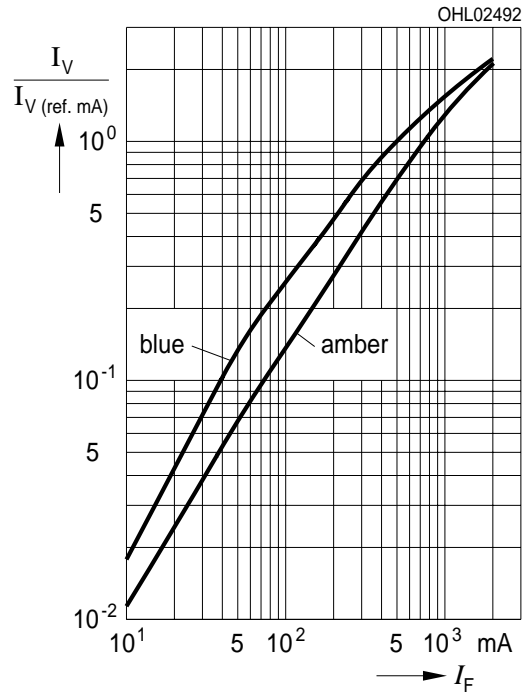
$$I_F = f(V_F); T_{\text{board}} = 25\text{ }^\circ\text{C}$$



Relative Lichtstärke²⁾ 8) Seite 17

Relative Luminous Intensity²⁾ 8) page 17

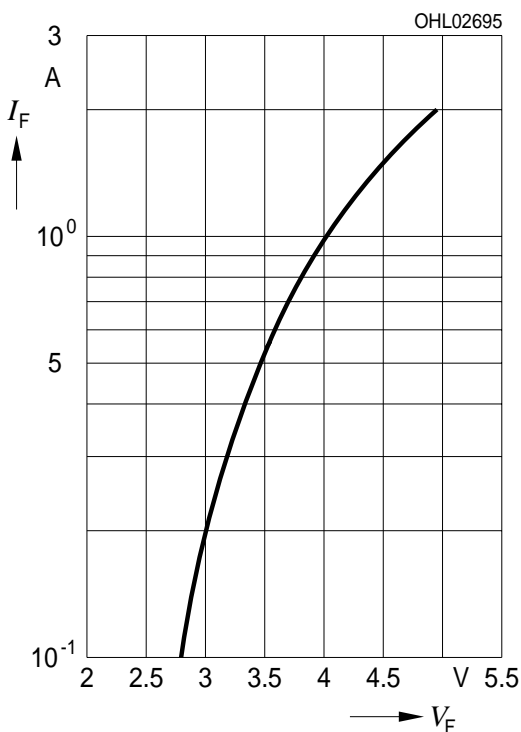
$$I_V/I_{V(750\text{ mA (A) / 500 mA (B)})} = f(I_F); T_{\text{board}} = 25\text{ }^\circ\text{C}; t_p=1\text{ ms, } D=0,0003$$



Durchlassstrom (blau)²⁾ Seite 17

Forward Current (blue)²⁾ page 17

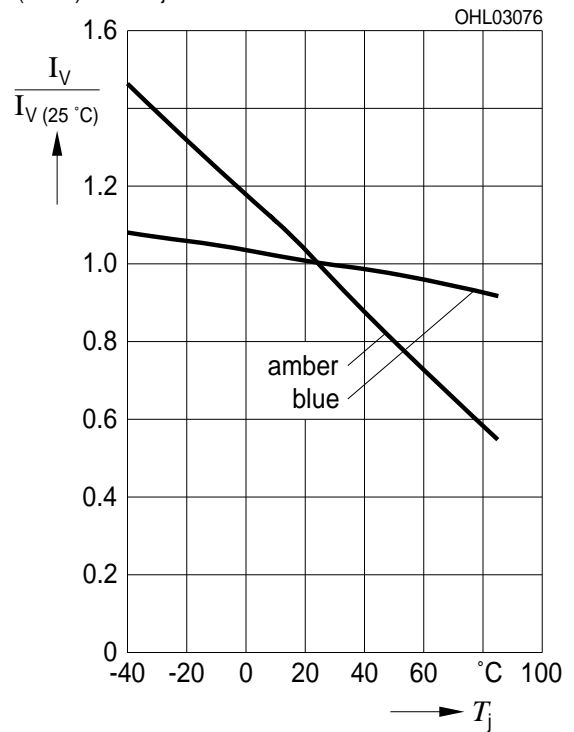
$$I_F = f(V_F); T_{\text{board}} = 25\text{ }^\circ\text{C}$$



Relative Lichtstärke²⁾ Seite 17

Relative Luminous Intensity²⁾ page 17

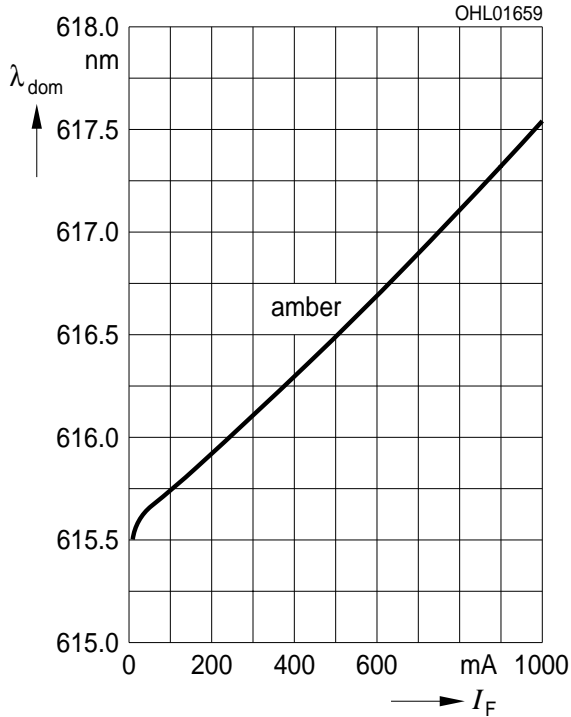
$$I_V/I_{V(25\text{ }^\circ\text{C})} = f(T_j); I_F = 750\text{ mA (A) / 500 mA (B)}$$



Dominante Wellenlänge^{2) Seite 17}

Dominant Wavelength^{2) page 17}

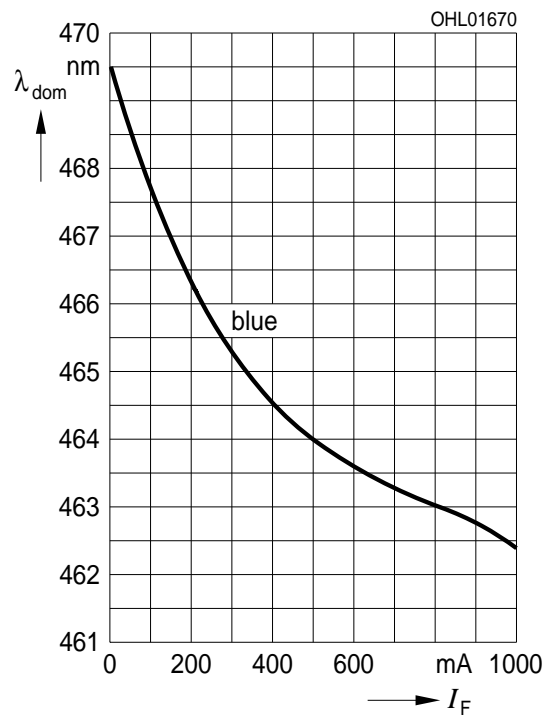
LA, $\lambda_{\text{dom}} = f(I_F); T_{\text{board}} = 25\text{ °C}$



Dominante Wellenlänge^{2) Seite 17}

Dominant Wavelength^{2) page 17}

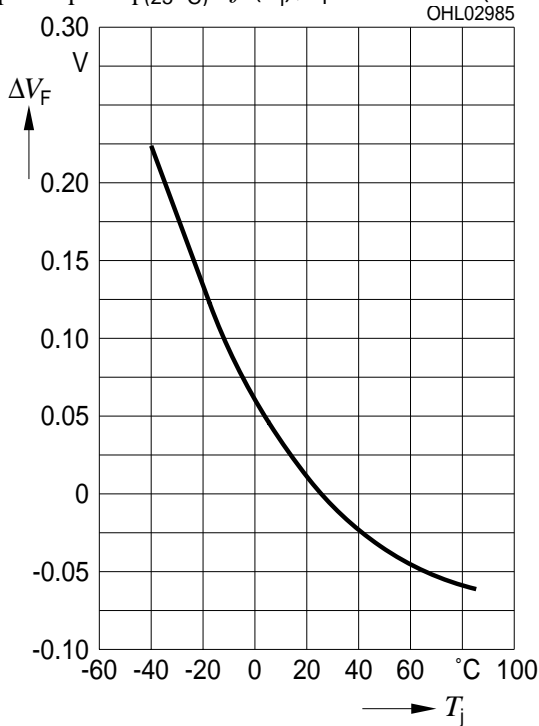
LB, $\lambda_{\text{dom}} = f(I_F); T_{\text{board}} = 25\text{ °C}$



Relative Vorwärtsspannung^{2) Seite 17}

Relative Forward Voltage^{2) page 17}

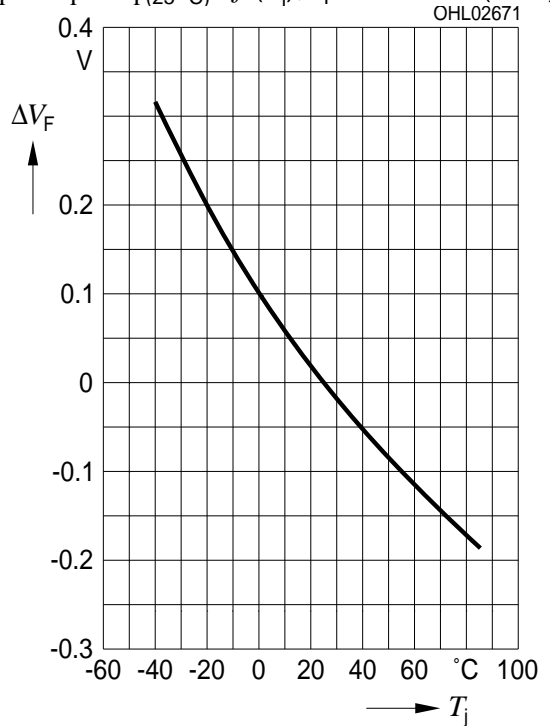
$\Delta V_F = V_F - V_{F(25\text{ °C})} = f(T_j); I_F = 750\text{ mA (amber)}$



Relative Vorwärtsspannung^{2) Seite 17}

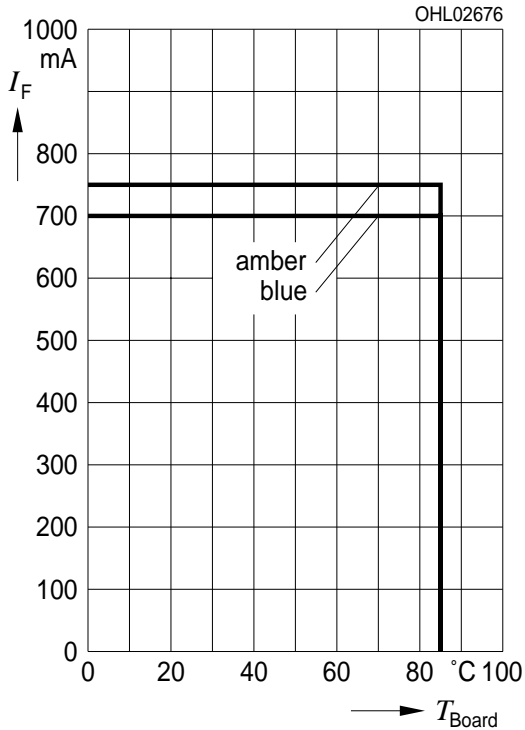
Relative Forward Voltage^{2) page 17}

$\Delta V_F = V_F - V_{F(25\text{ °C})} = f(T_j); I_F = 500\text{ mA (blue)}$



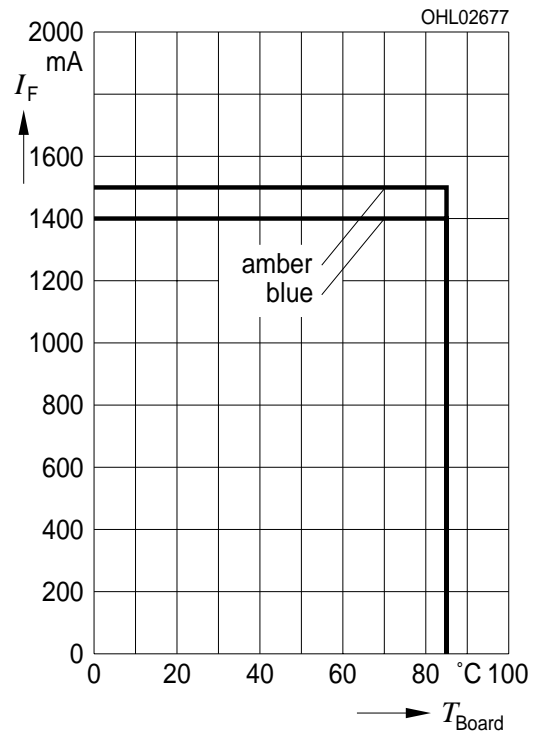
Maximal zulässiger Durchlassstrom
Max. Permissible Forward Current

1 Chip on; $I_F = f(T_S)$



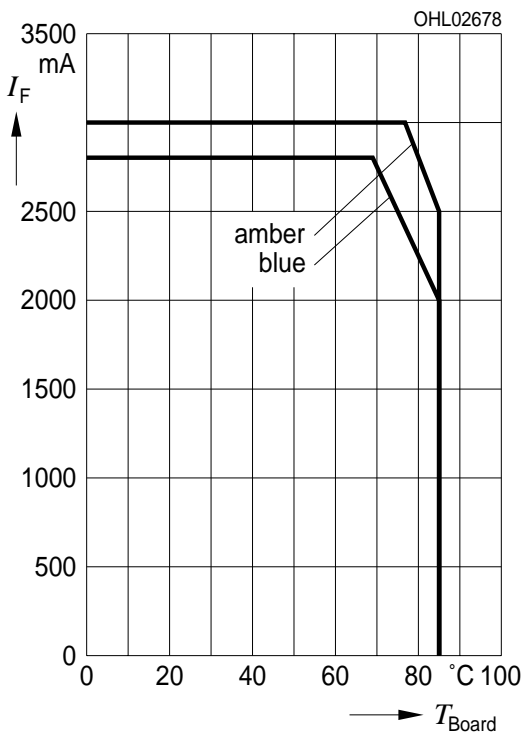
Maximal zulässiger Durchlassstrom für 2 Chips
Max. Permissible Forward Current for 2 Chips

(operated parallel; current for single chip is $I_F/2$) $I_F = f(T_S)$



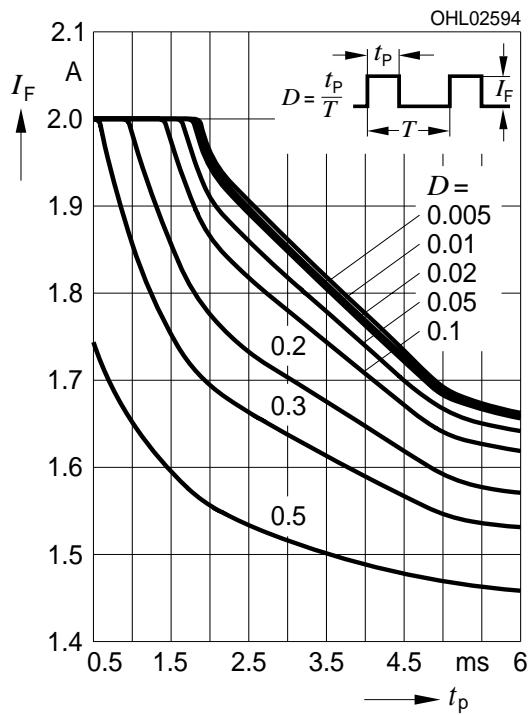
Maximal zulässiger Durchlassstrom für 4 Chips
Max. Permissible Forward Current for 4 Chips

(operated parallel; current for single chip is $I_F/4$) $I_F = f(T_S)$



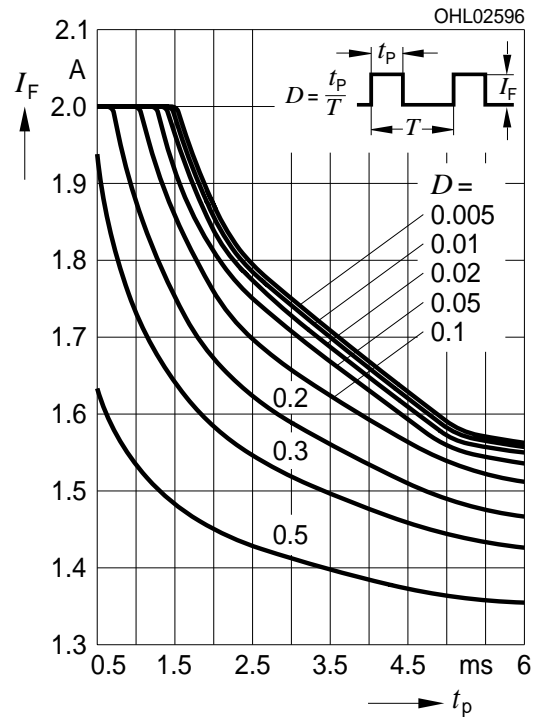
Zulässige Impulsbelastbarkeit $I_F = f(t_p)$
Permissible Pulse Handling Capability

amber Duty cycle $D =$ parameter, $T_{board} = 25\text{ °C}$
 1 chip operated



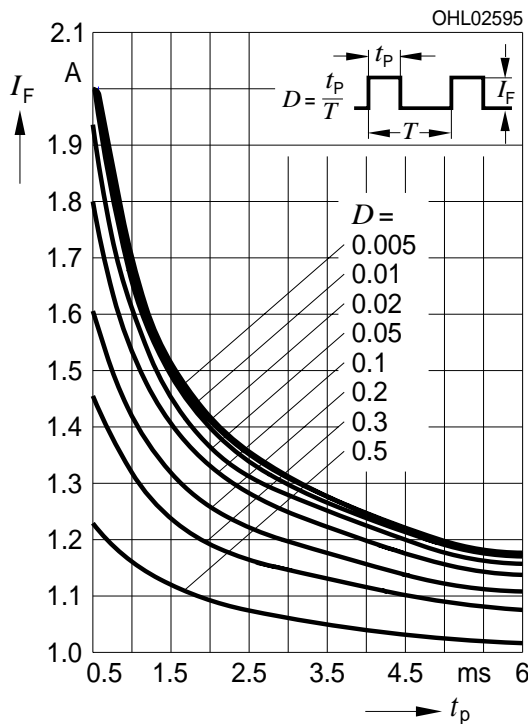
Zulässige Impulsbelastbarkeit $I_F = f(t_p)$
Permissible Pulse Handling Capability

blue: Duty cycle $D =$ parameter, $T_{board} = 25\text{ °C}$
 1 chip operated



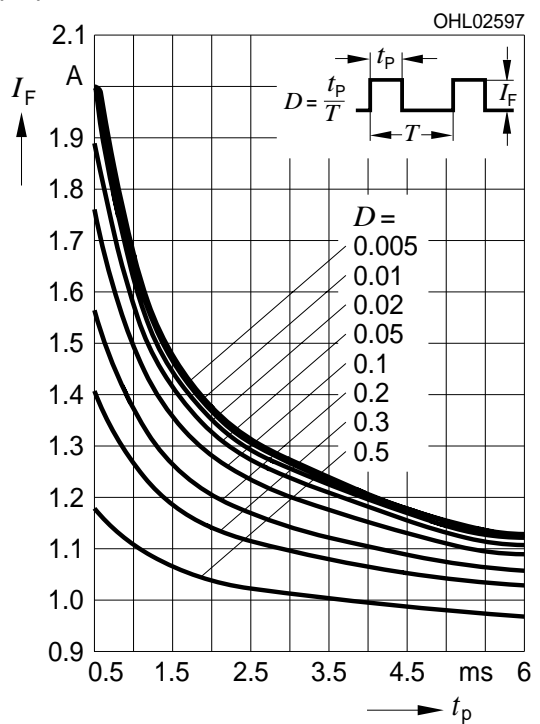
Zulässige Impulsbelastbarkeit $I_F = f(t_p)$
Permissible Pulse Handling Capability

amber Duty cycle $D =$ parameter, $T_{board} = 85\text{ °C}$
 1 chip operated



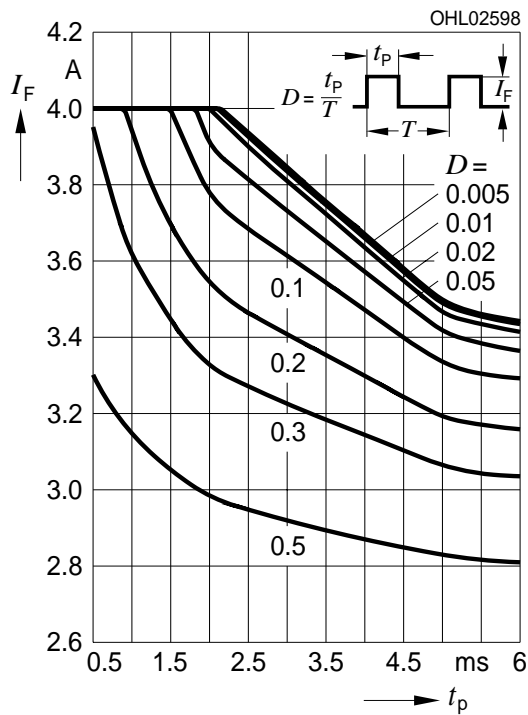
Zulässige Impulsbelastbarkeit $I_F = f(t_p)$
Permissible Pulse Handling Capability

blue: Duty cycle $D =$ parameter, $T_{board} = 85\text{ °C}$
 1 chip operated



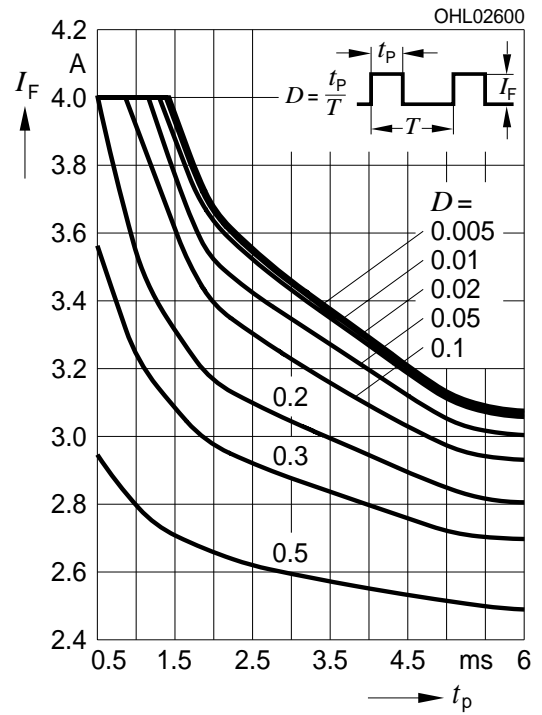
Zulässige Impulsbelastbarkeit für 2 Chip $I_F = f(t_p)$
Permissible Pulse Handling Capability for 2 Chip

amber Duty cycle $D =$ parameter, $T_{board} = 25^\circ C$
 2 chips operated parallel; current for single chip is $I_f/2$



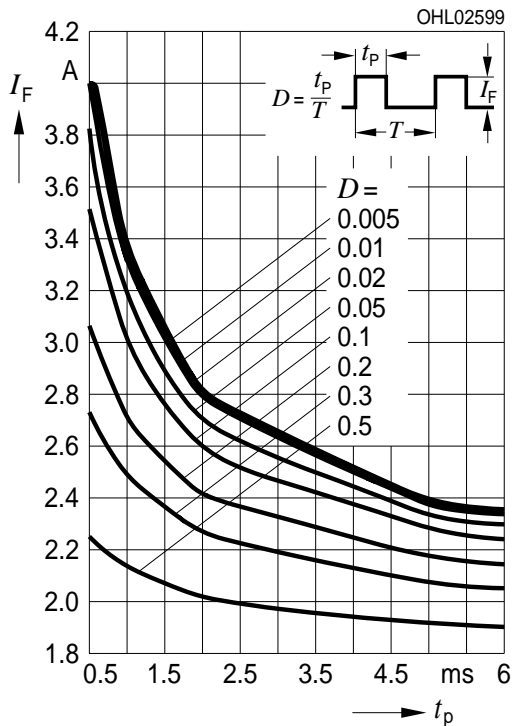
Zulässige Impulsbelastbarkeit $I_F = f(t_p)$
Permissible Pulse Handling Capability

blue: Duty cycle $D =$ parameter, $T_{board} = 25^\circ C$
 2 chips operated parallel; current for single chip is $I_f/2$



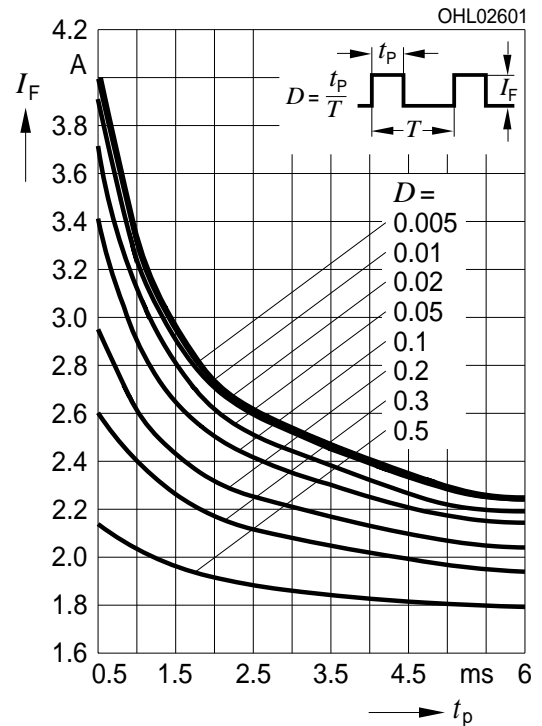
Zulässige Impulsbelastbarkeit $I_F = f(t_p)$
Permissible Pulse Handling Capability

amber Duty cycle $D =$ parameter, $T_{board} = 85^\circ C$
 2 chips operated parallel; current for single chip is $I_f/2$



Zulässige Impulsbelastbarkeit $I_F = f(t_p)$
Permissible Pulse Handling Capability

blue: Duty cycle $D =$ parameter, $T_{board} = 85^\circ C$
 2 chips operated parallel; current for single chip is $I_f/2$

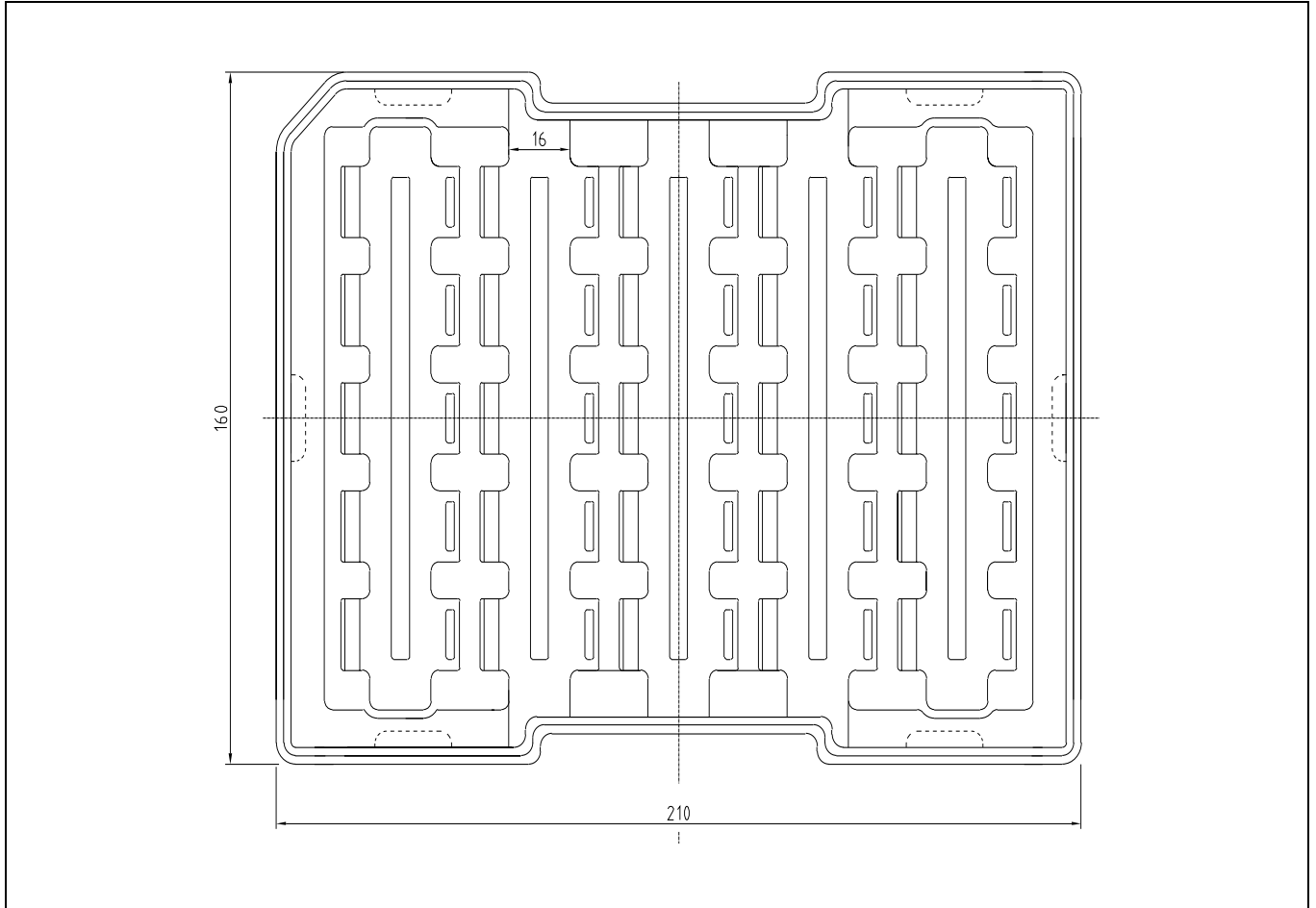


Verpackung ⁹⁾ Seite 17

25 St. pro Box = Verpackungseinheit

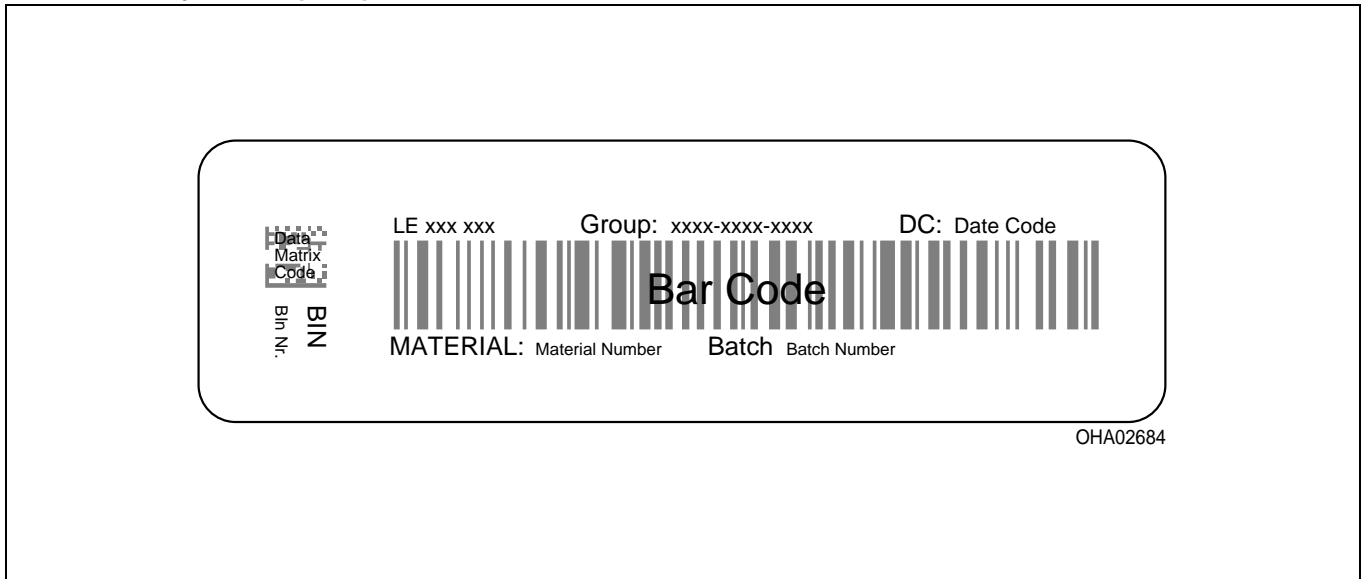
Method of Packing ⁹⁾ page 17

25 pcs. per tray = packing unit

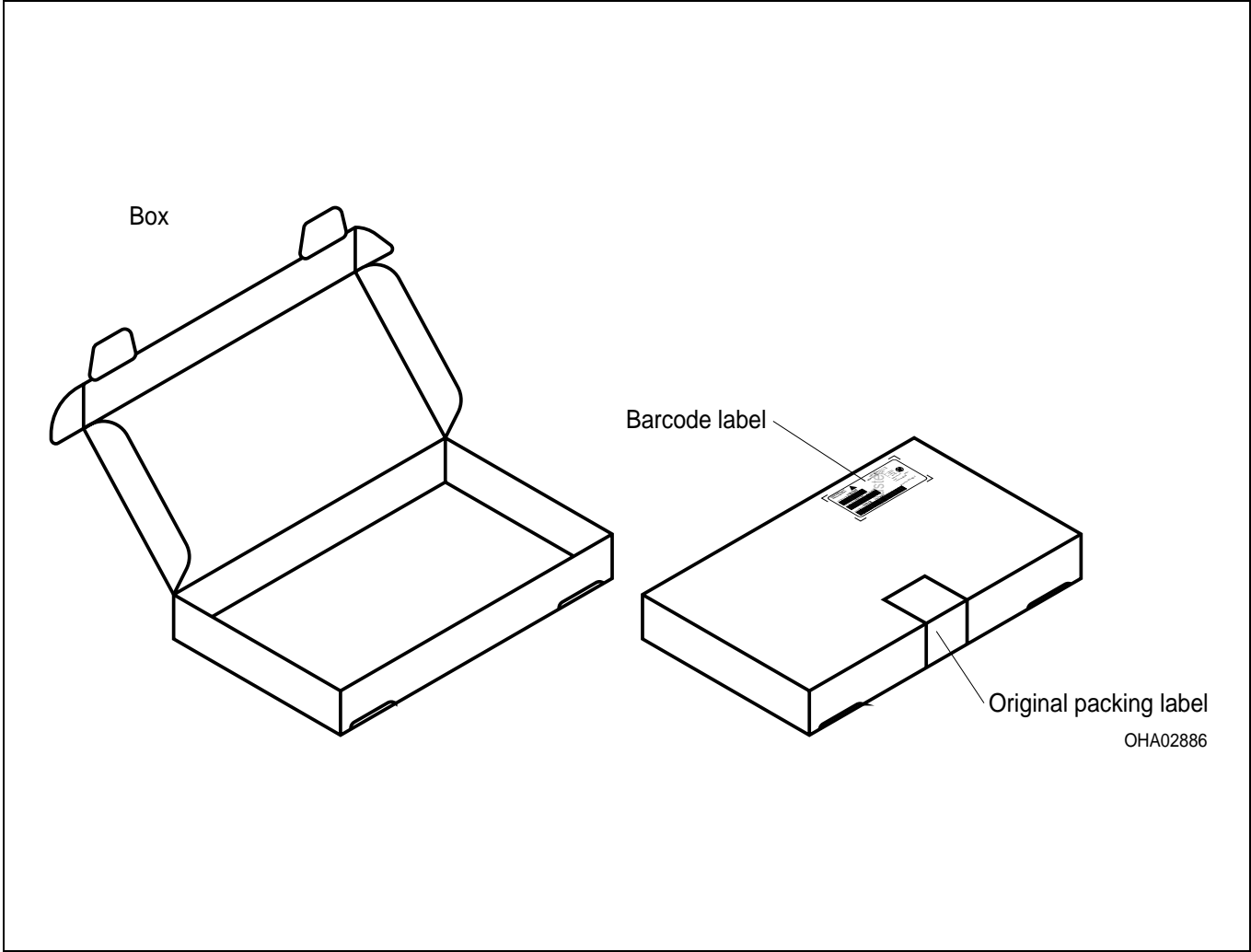


Barcode-Tray-Etikett (BTL)

Barcode-Tray-Label (BTL)



Kartonverpackung und Materialien
Transportation Packing and Materials



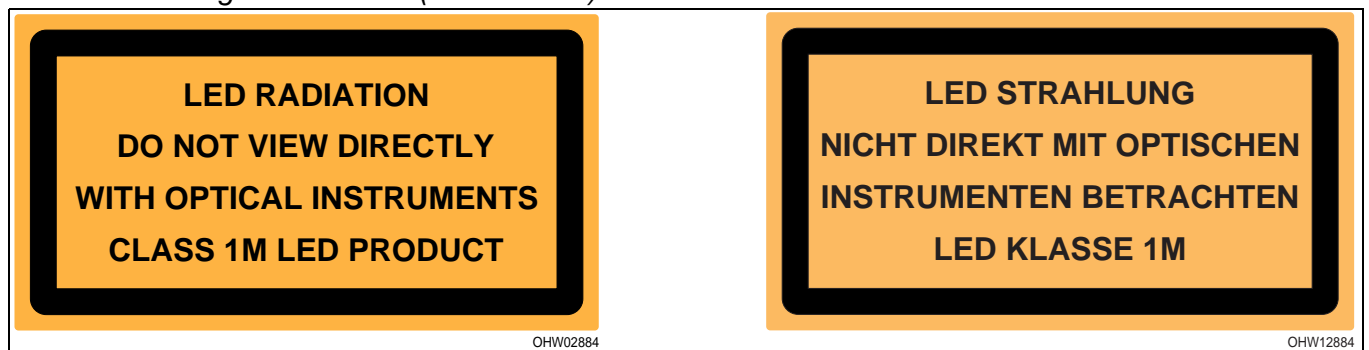
Revision History: 2008-07-07

Previous Version: 2006-09-13

| Page | Subjects (major changes since last revision) | Date of change |
|------|--|----------------|
| 9 | Relative Forward Voltage | 2006-08-08 |
| all | Product Discontinuation OS-PD-2008-008 | 2008-07-07 |
| | | |
| | | |
| | | |

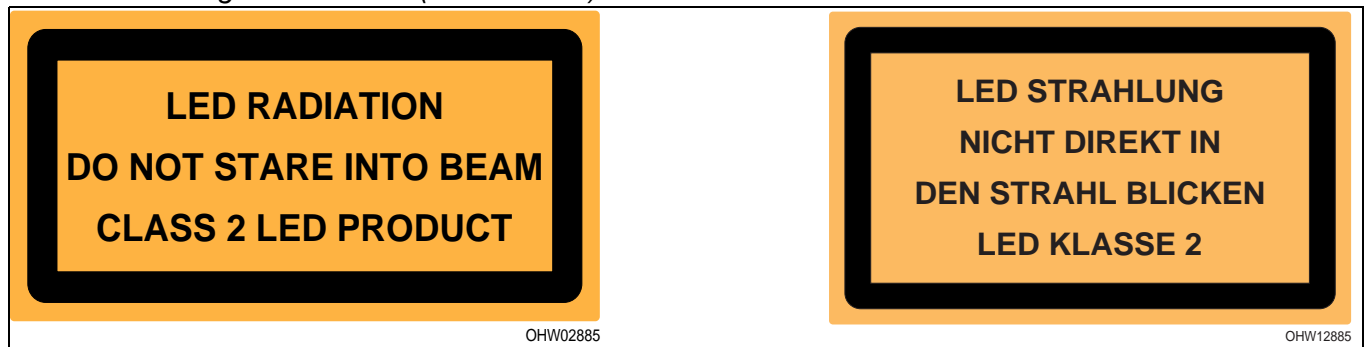
Anm.: Gemäß IEC 60825-1 (EN 60825-1) gilt für amber:

Note: According IEC 60825-1 (EN 60825-1) for amber:



Anm.: Gemäß IEC 60825-1 (EN 60825-1) gilt für blau:

Note: According IEC 60825-1 (EN 60825-1) for blue:



Attention please!

The information describes the type of component and shall not be considered as assured characteristics.

Terms of delivery and rights to change design reserved. Due to technical requirements components may contain dangerous substances. For information on the types in question please contact our Sales Organization.

If printed or downloaded, please find the latest version in the Internet.

Packing

Please use the recycling operators known to you. We can also help you – get in touch with your nearest sales office. By agreement we will take packing material back, if it is sorted. You must bear the costs of transport. For packing material that is returned to us unsorted or which we are not obliged to accept, we shall have to invoice you for any costs incurred.

Components used in life-support devices or systems must be expressly authorized for such purpose! Critical components^{10) page 17} may only be used in life-support devices or systems^{11) page 17} with the express written approval of OSRAM OS.

Fußnoten:

- 1) Helligkeitswerte werden mit einer Stromeinprägedauer von 25 ms und einer Genauigkeit von $\pm 11\%$ ermittelt. Messbedingung für Lichtstärkemessung nach CIE127 Condition A.
- 2) Wegen der besonderen Prozessbedingungen bei der Herstellung von LED können typische oder abgeleitete technische Parameter nur aufgrund statistischer Werte wiedergegeben werden. Diese stimmen nicht notwendigerweise mit den Werten jedes einzelnen Produktes überein, dessen Werte sich von typischen und abgeleiteten Werten oder typischen Kennlinien unterscheiden können. Falls erforderlich, z.B. aufgrund technischer Verbesserungen, werden diese typischen Werte ohne weitere Ankündigung geändert.
- 3) Min. Φ_V Werte werden aus den I_V - Werten berechnet. Die Helligkeitswerte auf Seite 2 wurden ohne Primäroptik gemessen.
- 4) Wellenlängen werden mit einer Stromeinprägedauer von 25 ms und einer Genauigkeit von ± 1 nm ermittelt.
- 5) Spannungswerte werden mit einer Stromeinprägedauer von 1 ms und einer Genauigkeit von $\pm 0,1$ V ermittelt.
- 6) Für den Fall, dass eine Optik wie z. B. eine Halbsphärenlinse als Primäroptik verwendet wird, kann der Lichtfluss bis zu 40% für rot und grün und 36% für blau erhöht werden.
- 7) Die R-T-Kurve eines NTC läßt sich in einem engen Bereich um den spezifizierten Wert herum in erster Näherung durch einen exponentialen Zusammenhang beschreiben. Sofern eine detailliertere Beschreibung der R-T-Kurve für die Praxis nötig ist, können eine genauere Formel und entsprechende tabellierte Werte bei EPCOS gefunden werden.
- 8) Im gestrichelten Bereich der Kennlinien muss mit erhöhten Helligkeitsunterschieden zwischen Leuchtdioden innerhalb einer Verpackungseinheit gerechnet werden.
- 9) Maße werden wie folgt angegeben: mm (inch).
- 10) Ein kritisches Bauteil ist ein Bauteil, das in lebenserhaltenden Apparaten oder Systemen eingesetzt wird und dessen Defekt voraussichtlich zu einer Fehlfunktion dieses lebenserhaltenden Apparates oder Systems führen wird oder die Sicherheit oder Effektivität dieses Apparates oder Systems beeinträchtigt.
- 11) Lebenserhaltende Apparate oder Systeme sind für (a) die Implantierung in den menschlichen Körper oder (b) für die Lebenserhaltung bestimmt. Falls sie versagen, kann davon ausgegangen werden, dass die Gesundheit und das Leben des Patienten in Gefahr ist.

Published by
OSRAM Opto Semiconductors GmbH
 Wernerwerkstrasse 2, D-93049 Regensburg
www.osram-os.com
 © All Rights Reserved.

Remarks:

- 1) Brightness groups are tested at a current pulse duration of 25 ms and a tolerance of $\pm 11\%$. Condition for luminous intensity measurement acc. to CIE127 condition A
- 2) Due to the special conditions of the manufacturing processes of LED, the typical data or calculated correlations of technical parameters can only reflect statistical figures. These do not necessarily correspond to the actual parameters of each single product, which could differ from the typical data and calculated correlations or the typical characteristic line. If requested, e.g. because of technical improvements, these typ. data will be changed without any further notice.
- 3) Min. Φ_V values are calculated from I_V values. Brightness values stated on page 2 are measured without primary optics.
- 4) Wavelengths are tested at a current pulse duration of 25 ms and a tolerance of ± 1 nm.
- 5) Forward voltages are tested at a current pulse duration of 1 ms and a tolerance of ± 0.1 V.
- 6) If an optic, such as a hemispherical lens is added, the luminous flux values can be increased up to 40% for red and green and 36% for blue.
- 7) The R-T-Curve of an NTC thermistor can be roughly described in a restricted range around the rated temperature. If a more precise description of the R/T curve is required for practical applications a refined formula and the corresponding tabulated values can be found at EPCOS
- 8) In the range where the line of the graph is broken, you must expect higher brightness differences between single LEDs within one packing unit.
- 9) Dimensions are specified as follows: mm (inch).
- 10) A critical component is a component used in a life-support device or system whose failure can reasonably be expected to cause the failure of that life-support device or system, or to affect its safety or the effectiveness of that device or system.
- 11) Life support devices or systems are intended (a) to be implanted in the human body, or (b) to support and/or maintain and sustain human life. If they fail, it is reasonable to assume that the health and the life of the user may be endangered.

EU RoHS and China RoHS compliant product



此产品符合欧盟 RoHS 指令的要求；

按照中国的相关法规和标准，不含有毒有害物质或元素。