

# OSTAR<sup>®</sup>-Lighting

## Applikationsschrift

---

### Zusammenfassung

Die vorliegende Applikationsschrift gibt einen Einblick in die Hochleistungslichtquellen der OSTAR<sup>®</sup>-Lighting LED Produktfamilie.

Es wird dabei ein grundlegender Überblick über den Aufbau der Lichtquellen, der Handhabung und Montage, sowie der optischen, elektrischen Eigenschaften und Performance gegeben.

Neben einer Zusammenstellung von möglichen Treiberbausteinen für den individuellen Aufbau einer Ansteuerung wird eine Übersicht der verfügbaren Vorschaltgeräte von OSRAM gezeigt.

Darüber hinaus wird in einem Designbeispiel die Vorgehensweise bezüglich der thermischen Anforderungen veranschaulicht.

### LED Lichtquelle OSTAR<sup>®</sup>-Lighting

Die LED Lichtquelle OSTAR<sup>®</sup>-Lighting wurde schwerpunktmäßig für Bereiche der Allgemeinbeleuchtung entwickelt, wie z.B.

- Raumbeleuchtung
- Architektur- / Effektbeleuchtung
- Industriebeleuchtung
- Strahler bzw. Spotbeleuchtung
- Taschenlampen

Sie ist aber auch für Spezialanwendungen geeignet, wie z.B.

- Mikroskopbeleuchtung
- Hochwertige Blitzlichter
- Verkehrszeichen
- Operationsleuchten in der Medizintechnik

Die OSTAR<sup>®</sup>-Lighting ist vor allem für den Einsatz in Anwendungen prädestiniert, bei

denen eine hohe Leuchtdichte kombiniert mit geringster geometrischer Ausdehnung des strahlenden Bereichs benötigt wird. Dies gilt besonders für Anwendungen mit zusätzlichen Linsen oder Linsensystemen.



Aufgrund ihrer flachen und kompakten Form eröffnet die OSTAR<sup>®</sup>-Lighting aber auch den Leuchtenherstellern die Möglichkeit neue Beleuchtungskonzepte, sowie Leuchendesigns oder Lichtsysteme zu entwickeln bzw. zu designen.

Allgemein gibt es bei der OSTAR<sup>®</sup>-Lighting vier Varianten, die sich untereinander nur geringfügig unterscheiden (Bild 1).

Die beiden ersten Module basieren auf einem Modul mit 4 Halbleiterchips, wobei eine Variante ohne und die zweite mit Linse aufgebaut sind. Die beiden weiteren Module basieren auf einem Aufbau mit 6 Halbleiterchips, und unterscheiden sich auch hier durch eine Primäroptik.

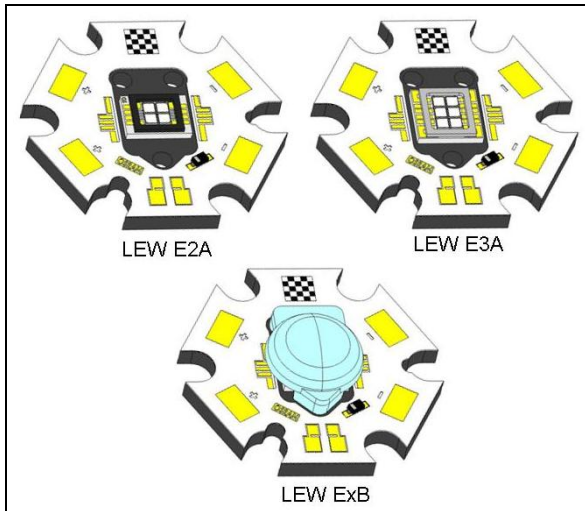


Bild 1: Module der OSTAR®-Lighting, ohne und mit Primäroptik

## Aufbau der OSTAR®-Lighting

Beim Design der OSTAR®-Lighting LED Lichtquelle wurde insbesondere auf eine thermische Optimierung des Moduls Wert gelegt.

Den Kern des Moduls bilden je nach Modultyp vier bzw. sechs auf eine Keramik montierte, hoch effiziente Halbleiterchips.

Die Keramik ist zur optimalen Wärmeleitung direkt auf das Aluminium der isolierten Metallkernplatine (IMS-PCB) montiert.

Die hexagonale Metallkernplatine dient zur Wärmeverteilung und stellt darüber hinaus eine ausreichend große Fläche für eine einfache thermische Anbindung an den Systemkühlkörper zu Verfügung. Auch erlaubt die hexagonale Form eine dichtest gepackte Anordnung von mehreren Lichtquellen oder eine einfache Clusteranordnung z. B. als Ring. Ein weiterer Vorteil der hexagonalen Form ist, dass damit der kleinste Umkreis realisiert werden kann. Dies ist besonders für den Einsatz in Taschenlampen von großer Bedeutung.

Durch das Design und den Aufbau weist die Lichtquelle selbst einen sehr geringen Wärmewiderstand von  $R_{thJS} = 3,6K/W$  (LEW E3X) auf.

Ausgestattet mit einer ESD-Schutzdiode besitzt die OSTAR®-Lighting eine ESD-Festigkeit bis 2kV nach JESD22-A114-B.

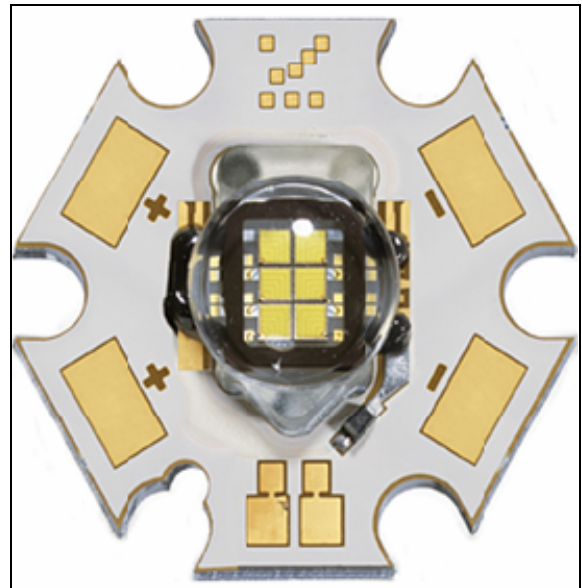


Bild 2: OSTAR®-Lighting mit Linse (LEW E3B)

Darüber hinaus besteht die Möglichkeit das OSTAR®-Lighting Trägerboard mit einen zusätzlichen NTC Widerstand (z.B. NTC EPCOS 8502) zu versehen.

In guter Näherung kann dabei die NTC-Temperatur mit der mittleren Temperatur an der Board Unterseite gleichgesetzt werden ( $\text{Offset } 0,25K/W = \Delta T_{\text{Board-NTC}}/P_D$ ). Auf diese Weise eröffnet sich die Möglichkeit eine Feedback Schleife zur Temperaturüberwachung des OSTAR®-Lighting LED in der Ansteuerung zu implementieren.

Als Lichtquelle kommen Halbleiterchips, die blaues Licht abstrahlen, zum Einsatz. Diese beruhen auf der neuesten, hoch effizienten Dünnschichttechnologie ThinGaN®.

Alle Halbleiterchips sind dabei in Reihe geschaltet, um einen gleich hohen Strom durch alle Chips zu gewährleisten, und so eine gleichmäßige Helligkeit über die Fläche zu erreichen.

Neben der hohen Effizienz bietet die neue ThinGaN® Technologie den entscheidenden Vorteil, dass der Chip ein nahezu reiner Oberflächenstrahler ist.

Für den Einsatz als weiße Lichtquelle bedeutet dies, dass die Wellenlängenkonversion zur Erzeugung von weißem Licht direkt auf Chipebene durchgeführt werden kann.

Dabei wird das Konvertermaterial direkt auf die Chipoberfläche als so genanntes Chipcoating aufgebracht, und nicht wie bei anderen weißen LEDs in der Vergussmaße gelöst (Volumenkonversion).

Der Vorteil des Chipcoatings ist, dass der Konverter in einer homogenen Schichtdicke und somit gleichmäßiger Konzentration auf die Chipoberfläche aufgebracht werden kann. Dies bewirkt, dass der konvertierte Strahlungsanteil über die gesamte Chipfläche nahezu konstant ist.

Typischerweise liegt die Farbtemperatur der OSTAR®-Lighting im Bereich von 4500K bis 7000K (Tageslichtweiß), mit einem Farbwiedergabeindex (CRI) von 80.

### Handhabung der OSTAR®-Lighting

Um die Halbleiterchips vor Umwelteinflüssen wie z.B. Feuchtigkeit zu schützen, ist die OSTAR®-Lighting mit einem klarem Silikonverguss ausgestattet, der die Zuverlässigkeit und Lebensdauer zusätzlich positiv beeinflusst.

Darüber hinaus erlaubt die Silikon Vergussmasse einen Betrieb bei einer

höheren Sperrschichttemperatur (150°C) als im Vergleich zu einem Epoxid Harz.

Wegen der elastischen Eigenschaft des Vergusses muss jedoch während der Verarbeitung eine mechanische Belastung des Silikons soweit als möglich minimiert bzw. vermieden werden (siehe auch Applikationsschrift „Handling of Silicone Resin LEDs“).

Entsprechendes muss auch bei dem schwarzen Globe-Top Verguss der Anschlusskontaktierung beachtet werden.

Das Ausüben von Druck auf dem Globe-Top kann zu einem spontanen Ausfall der Lichtquelle führen (Beschädigung der Kontaktierung).

Generell sollten scharfe Objekte jeder Art nicht verwendet werden, um eine Belastung oder ein Durchstechen der Vergussmassen zu vermeiden, da dies zu einer Beschädigung des Bauteils führen kann.

Darüber hinaus sollte bei der Inbetriebnahme sichergestellt werden, dass die kompakte Lichtquelle mit einer ausreichenden Kühlung versehen ist.

Ein längerer Betrieb ohne Kühlung kann auch bereits bei geringen Strömen zu einer Überhitzung, und so zu einer Beschädigung bis hin zu einem Ausfall des Moduls führen.

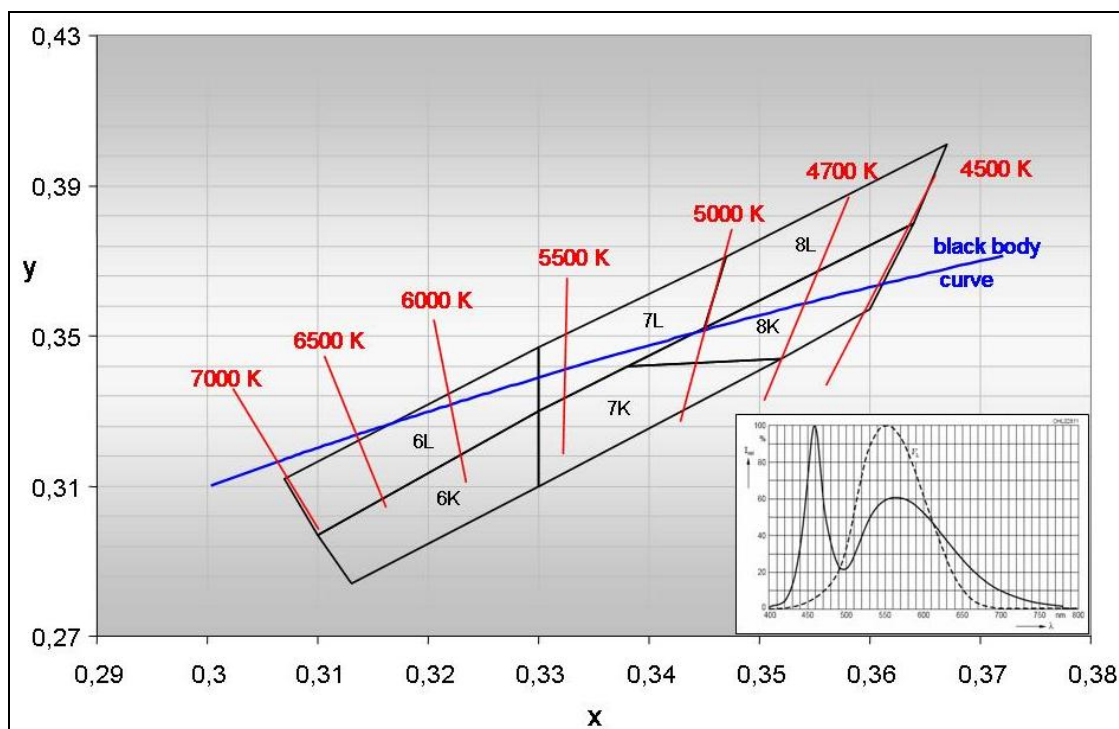


Bild 3: Farbortgruppen, Farbtemperatur und Spektrum der OSTAR®-Lighting

## Montage der OSTAR®-Lighting

Für die Befestigung der LED Lichtquelle können verschiedene Montagemöglichkeiten verwendet werden.

Bei der Auswahl einer geeigneten Befestigungsmethode ist dabei generell zu berücksichtigen, dass ein guter Wärmetransfer von der OSTAR®-Lighting zum Kühlkörper gegeben ist und auch während des Betriebs gewährleistet wird.

Eine ungenügende oder gar falsche Montage kann letztendlich zu thermischen und mechanischen Problemen im Aufbau führen.

Im Allgemeinen sollte bei den meisten Anwendungen die Befestigung der OSTAR®-Lighting Lichtquelle mittels Schrauben erfolgen.

Für die Montage der LED mit M3 Schrauben (min. 3 Stück, 120° versetzt) sollte ein Drehmoment von 0,8Nm zum Befestigen verwendet werden. Um eine gute thermische Anbindung zu erreichen, sollte dabei der typische Anpressdruck im Bereich von 0,35MPa liegen.

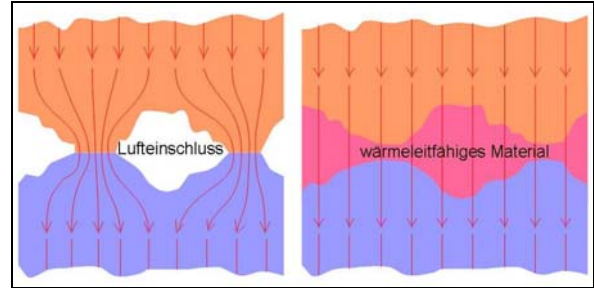
Neben einer Schraubverbindung kann die OSTAR®-Lighting LED auch mittels Klebung oder Klemmung befestigt werden.

Bei der Montage mit einem Kleber sollte darauf geachtet werden, dass der Kleber neben einer guten Haftkraft auch thermisch stabil ist und eine gute thermische Leitfähigkeit besitzt.

Generell sollte bei der Montage eines Bauteils auf einem Kühlkörper berücksichtigt werden, dass zwei feste Oberflächen in einen engen physikalischen Kontakt gebracht werden müssen.

Technische Oberflächen sind aber niemals wirklich flach oder glatt, sondern besitzen eine gewisse Rauigkeit aufgrund von mikroskopisch kleinen Kanten und Vertiefungen. Werden zwei derartige Oberflächen aneinander gefügt, so kommt es nur zwischen den Spitzen zu einem physikalischen Kontakt. Die Vertiefungen bleiben getrennt und formen mit Luft gefüllte Hohlräume (Bild 4).

Da Luft ein schlechter Wärmeleiter ist, sollte diese durch ein thermisch leitendes Material ersetzt werden, um den Wärmewiderstand deutlich zu verringern und den Wärmefluss zwischen den beiden Grenzflächen zu verbessern.



**Bild 4: Wärmefluss mit und ohne wärmeleitfähiges Material**

Ohne geeignete, optimal wirkende Schnittstelle findet nur ein bedingter Wärmeaustausch zwischen den Komponenten statt, und führt letztendlich zur Überhitzung der Lichtquelle.

Zur Verbesserung der Wärmeleitfähigkeit und zur Verringerung des thermischen Kontaktwiderstands eignet sich eine Vielzahl von Materialien.

Wärmeleitpasten und Verbindungen besitzen zwar den geringsten Übergangswiderstand, benötigen aber eine gewisse Sorgfalt bei der Handhabung.

Elastomere und Folien/Bänder sind einfach zu verarbeiten, sie benötigen aber meistens einen gewissen Anpressdruck, auch bei gut vorbereiteten Oberflächen.

Der Erfolg eines bestimmten thermischen Übergangsmaterials hängt dabei von der Qualität, der Verarbeitung des Materials, und von der Gründlichkeit des Designs ab.

Tabelle 1 zeigt eine Übersicht der am meisten eingesetzten Wärmeleitmaterialien, mit ihren wichtigsten Vor- und Nachteilen.

Bezeichnung	Material	Vorteile	Nachteile
Wärmeleitpaste	Typischerweise auf Silikon basierend, mit wärmeleitfähigen Partikeln		Materialaustritt an den Rändern/Kanten
Wärmeleitfähige Verbindungen	Verbesserte Wärmeleitpaste – gummiartiger Film nach Aushärtung	Dünnschicht Verbindung mit minimalem Druck Hohe Wärmeleitfähigkeit Keine Ablösung	Verschmutzungsgefahr bei Massenproduktion Paste kann austreten und im Laufe der Zeit „kriechen“ Verbindungen benötigen Aushärtprozess
“Phase Change” Material	Material aus Polyester oder Acryl mit niedriger Glasübergangstemperatur, gefüllt mit wärmeleitfähigen Partikeln	Einfache Handhabung und Montage Keine Ablösung Kein Aushärten	Anpressdruck notwendig Wärmeverbehandlung notwendig
Wärmeleitfähige Elastomere	Unterlegpads aus Silikon-Kunststoffe - gefüllt mit wärmeleitfähigen Partikeln - oft verstärkt mit Glassfasern oder dielektrischen Filmen	Kein Austreten oder “Herumfliegen”	Ablösungsproblem mittelmäßige Wärmeleitfähigkeit
Wärmeleitfähiges Klebeband	Doppelseitiges Klebeband, gefüllt mit Partikel für eine ausgeglichene thermische und haftende Eigenschaft	Kein Aushärten notwendig	Anpressdruck notwendig

Tabelle 1: Thermische Interface Materialien

## Thermische Betrachtungen

Um die Zuverlässigkeit und optimale Performance bei LED Lichtquellen wie der OSTAR®-Lighting zu erreichen, ist ein geeignetes thermisches Management notwendig.

Grundsätzlich gibt es zwei prinzipielle Einschränkungen für die maximal erlaubte Temperatur.

Zum ersten darf die maximal erlaubte Boardtemperatur bei der OSTAR®-Lighting

von 85°C, nicht überschritten werden. Zum anderen darf die Sperrschichttemperatur nicht über das erlaubte Maximum von 125°C bzw. 150°C steigen.

Beide Grenzparameter sind auch in den jeweiligen Datenblättern spezifiziert.

Im Allgemeinen resultiert die Erwärmung der OSTAR®-Lighting aus zwei Quellen, wobei eine einen externen Ursprung (bestehende Umgebungstemperatur) hat, und die andere auf den internen Vorgängen (stromabhängige Verlustleistung) beruht.

Dies führt dazu, dass nicht jede Betriebsbedingung für eine bestimmte Umgebungstemperatur geeignet bzw. erlaubt ist.

In den Datenblättern sind die maximal erlaubten Ströme für den DC-Betrieb und verschiedene Pulsbelastungen bei zwei Umgebungstemperaturen ( $T_A = 25^\circ\text{C}$  und  $T_A = 85^\circ\text{C}$ ) angegeben.

Für alle dazwischen liegenden Fälle können die maximalen Betriebsbedingungen durch Interpolation der Kurven abgeschätzt werden.

### Einfluss der Sperrschicht-Temperatur

Grundsätzlich darf die maximal erlaubte Sperrschichttemperatur nicht überschritten werden, da dies zu einer irreversiblen Schädigung der LED und spontanen Ausfällen führen kann.

Aufgrund von grundlegenden physikalischen Zusammenhängen bei der Funktion von Leuchtdioden, hat aber auch eine Änderung der Sperrschichttemperatur  $T_j$  innerhalb des erlaubten Temperaturbereiches Auswirkungen auf mehrere LED Parameter.

So wird die Vorwärtsspannung, der Lichtstrom, der Farbort und die Lebensdauer von LEDs durch die Sperrschichttemperatur beeinflusst.

Abhängig von den gesetzten Anforderungen kann sich dies letztendlich auch auf die Anwendung auswirken.

### Einfluss auf Vorwärtsspannung $V_F$ und Lichtstrom $\Phi_V$

Eine steigende Sperrschichttemperatur führt bei LEDs sowohl zu einer Abnahme der Vorwärtsspannung  $V_F$  (Bild 5), als auch zu einer Verringerung des Lichtstroms  $\Phi_V$  (Bild 6).

Die auftretenden Änderungen sind reversibel. Das heißt, dass sich die ursprünglichen Ausgangswerte bei Rückgang der Temperaturänderung wieder einstellen.

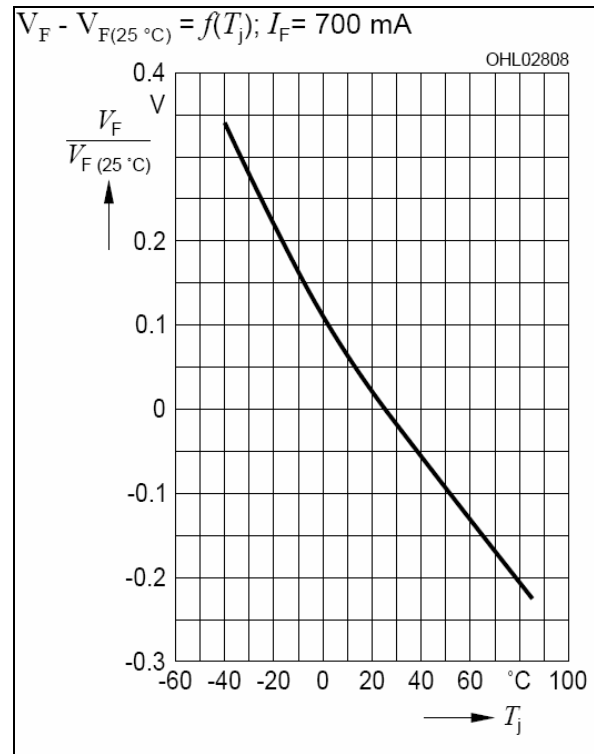


Bild 5: Relative Vorwärtsspannung in Abhängigkeit von der Sperrschicht-Temperatur (z.B. OSTAR® LE W E2x)

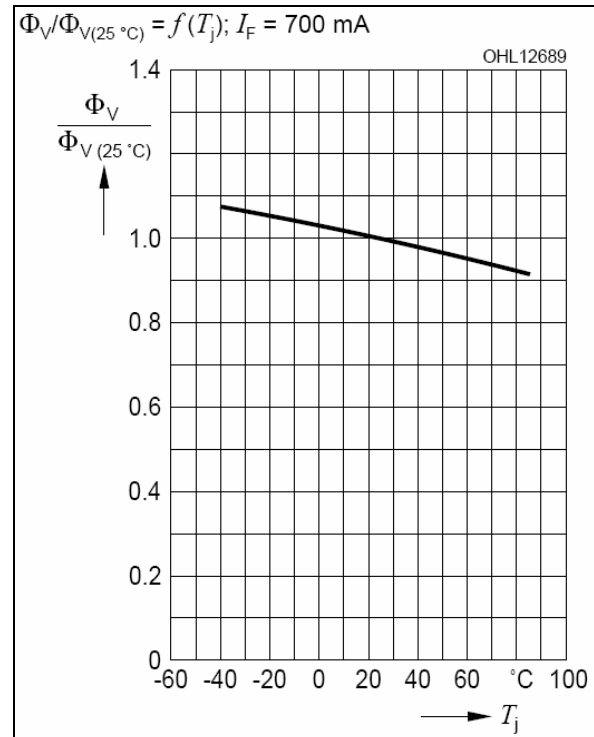


Bild 6: Relativer Lichtstrom in Abhängigkeit von der Sperrschicht-Temperatur (z.B. OSTAR® LE W E2x)

Für die Anwendung bedeutet dies, dass die Lichtausbeute umso größer ist, je kleiner die Sperrschicht-Temperatur  $T_j$  ist.

## Farbort (x/y Farbkoordinaten)

Die Beeinflussung des Farbortes durch eine Änderung der Sperrschichttemperatur zeigt sich durch eine reversible Verschiebung der Ausgangswerte.

Die Größe der Verschiebung lässt sich mit Hilfe der jeweiligen Temperaturkoeffizienten (Tabelle 2) berechnen.

Eine Zunahme der Temperatur um z.B. 40°C führt hier bei der x-Farbkoordinate zu einer Verschiebung um -0.004, und bei der y-Farbkoordinate um -0.008.

Die Verschiebung führt so zu einem veränderten Erscheinungsbild, und kann auf diese Weise die Anwendung abhängig von gestellten Anforderungen beeinflussen.

Temperature coefficient [ $10^{-3}/K$ ]	
$TC_x$ $I_f = 700mA, -10 < T < 100^\circ C$	-0.1
$TC_y$ $I_f = 700mA, -10 < T < 100^\circ C$	-0.2

**Table 2: Typischer Temperatur Koeffizient der Farbkoordinaten x und y der OSTAR®-Lighting**

Je nach Anwendung muss untersucht werden, ob diese Verschiebung toleriert werden kann, oder der Temperatureffekt durch geeignete Maßnahmen vermieden werden muss oder kompensiert werden sollte.

## Zuverlässigkeit und Lebensdauer

Allgemein ist es in Bezug auf Alterung, Zuverlässigkeit und Performance nicht zu empfehlen, die LEDs bei ihrer maximal erlaubten Sperrschichttemperatur zu betreiben. Mit zunehmender Temperatur kann eine Verringerung der Lebensdauer beobachtet werden.

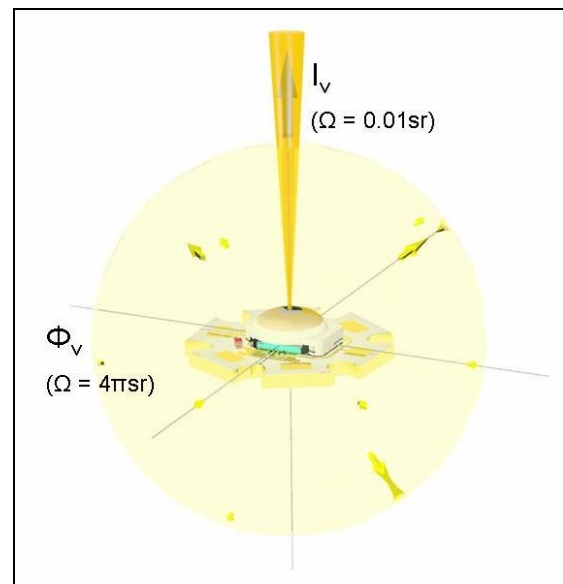
Auch sollte es vermieden werden, dass die Temperatur des Boards bzw. der Lichtquelle unterhalb der Umgebungstemperatur liegt, da dies zu einer Betaung und letztendlich zu einer Schädigung des Moduls führt.

## Optische Performance

Bei der Charakterisierung von LEDs werden bei der Angabe der Helligkeit meistens zwei Werte angegeben. Dies ist zum einen der Lichtstrom  $\Phi_v$  (Einheit lm) und zum anderen die Lichtstärke  $I_v$  (Einheit cd).

Der Lichtstrom einer LED beschreibt dabei das gesamte abgegebene Licht unabhängig von der Richtung. Im Gegensatz dazu gibt die Lichtstärke das abgestrahlte Licht innerhalb eines festen Raumwinkels (z.B.  $0.01sr = \pm 3.2^\circ$ ) in Abstrahlrichtung wieder (Bild 7).

Aufgrund ihres Einsatzgebietes, und da man sich bei konventionellen Leuchtmitteln meistens auf die Angabe des Lichtstroms  $\Phi_v$  beschränkt, erfolgt auch bei der OSTAR®-Lighting die Charakterisierung und Eingruppierung an Hand des Lichtstroms.



**Bild 7: Definition Lichtstrom & Lichtstärke**

Die nachfolgende Tabelle 3 zeigt wichtige optische Kennwerte der verschiedenen OSTAR®-Lighting LEDs.

OSTAR <sup>®</sup> -Lighting						
LED	LE W E2A / LE W E2B (4-Chip)			LE W E3A / LE W E3B (6-Chip)		
$I_f$	350mA	700mA	1A	350mA	700mA	1A
$\Phi_v$ (typ.)	124lm / 175lm	200lm / 280lm	240lm / 336lm	186lm / 260lm	300lm / 420lm	360lm / 504lm
$I_v$ (typ.)	40cd / 44cd	64cd / 70cd	77cd / 84cd	60cd / 65cd	95cd / 104cd	114cd / 125cd

Tabelle 3: Optische Kennwerte der OSTAR<sup>®</sup>-Lighting

Aufgrund der physikalischen Eigenschaft der Halbleiterdiode steigt oder fällt die Helligkeit der Lichtquelle nicht linear mit dem Vorwärtsstrom.

Das führt dazu, dass der Vorwärtsstrom deutlich erhöht werden muss, wenn der Lichtstrom ausgehend von einem spezifischen Wert z.B. verdoppelt werden soll. Dieser Effekt ist auch in dem folgenden Diagramm (Bild 8) zu sehen.

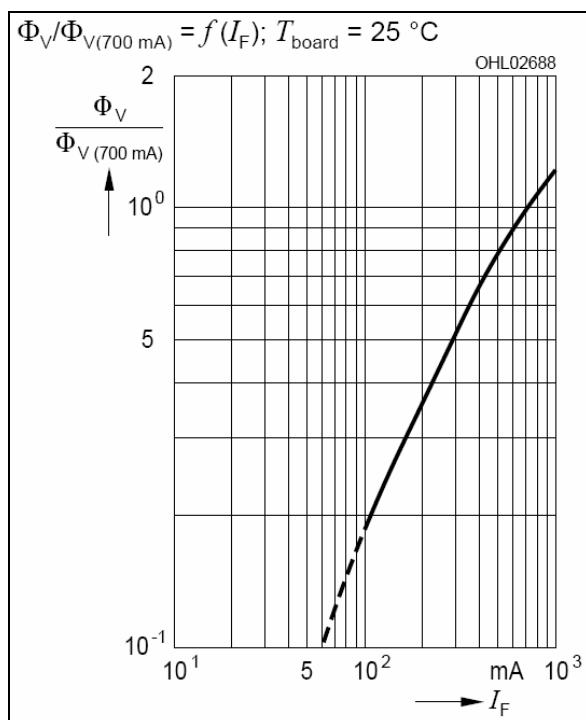


Bild 8: Relativer Lichtstrom in Abhängigkeit vom Vorwärtsstrom  $I_f$  (z.B. OSTAR<sup>®</sup> LE W E3x)

Bei Anwendungen in der Allgemeinbeleuchtung wird meist auch die photometrische Größe Beleuchtungsstärke  $E_v$  (Einheit lx = lm/m<sup>2</sup>) verwendet. Die Beleuchtungsstärke beschreibt den Lichtstrom für eine bestimmte Fläche in einem bestimmten Abstand (Bild 9).

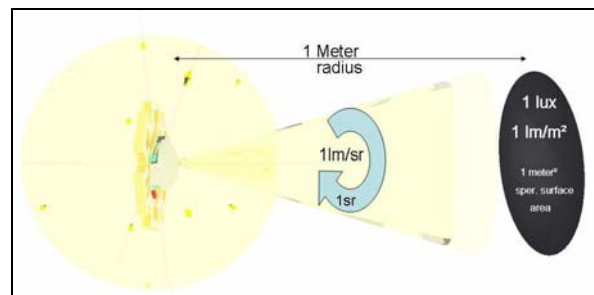


Bild 9: Definition Beleuchtungsstärke  $E_v$

Bei einem direkten Wertevergleich der Beleuchtungsstärke von Leuchtmitteln bzw. LEDs sollte daher darauf geachtet werden, bei welcher Entfernung der Wert bestimmt wurde, da die Beleuchtungsstärke indirekt proportional zum Quadrat des Abstandes ist.

$$E_v(r) = \frac{I_v}{r^2}$$

(Photometrisches Abstandsgesetz)

Dies bedeutet, dass wenn z.B. die Entfernung verdoppelt wird, die Beleuchtungsstärke bereits um den Faktor vier abnimmt (Tabelle 4).



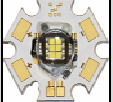
 <b>OSTAR®-Lighting</b>				
Modul	LE W E2A	LE W E2B	LE W E3A	LE W E3B
	4-Chip		6-Chip	
$E_v$ at 0,5m	265 lx	280 lx	380 lx	416 lx
$E_v$ at 1m	64 lx	70 lx	95 lx	104 lx
$E_v$ at 1.5m	28 lx	31 lx	42 lx	46 lx
$E_v$ at 2m	16 lx	18 lx	24 lx	26 lx

Tabelle 4: Beleuchtungsstärke der OSTAR®-Lighting @  $I_F = 700\text{mA}$

Zur besseren Veranschaulichung kann man auch ein so genanntes Beleuchtungsstärke-diagramm (Bild 10) für das jeweilige Leuchtmittel angeben. Dieses beschreibt die Beleuchtungsstärke für eine bestimmte Fläche in vorgegebenen Abständen.

Dabei ist zu beachten, dass die gemessene bzw. angegebene Beleuchtungsstärke nur die Helligkeit für das Zentrum der LED bzw. des Beleuchtungsfeldes repräsentiert.

In der Praxis bedeutet dies, dass der genaue Helligkeitsverlauf in der Fläche vom Abstrahlverhalten der Lichtquelle bzw. der LED abhängig ist. Der genaue Verlauf lässt sich mit Hilfe der jeweiligen spezifischen Abstrahlcharakteristik bestimmen.

Das Abstrahlverhalten der verschiedenen OSTAR®-Lighting Lichtquellen unterscheidet sich aufgrund der aufgesetzten Linse.

Bild 11 zeigt die Abstrahlcharakteristik der LED ohne Linse, Bild 12 das Abstrahlverhalten mit Primäroptik.

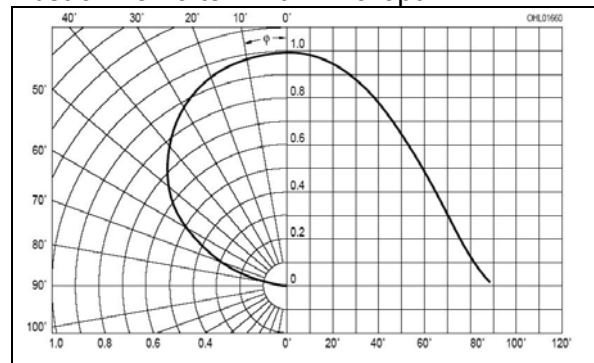


Bild 11: Abstrahlcharakteristik der OSTAR®-Lighting ohne Linse (LE W ExA)

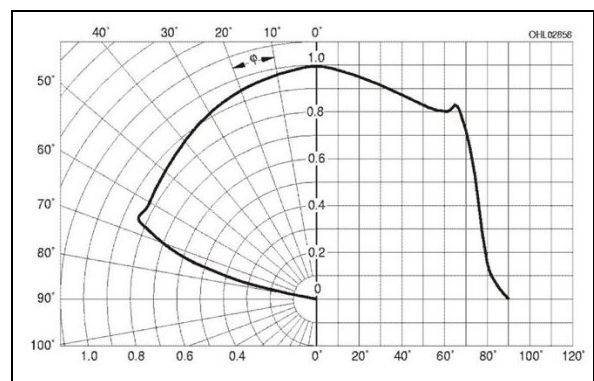


Bild 12: Abstrahlcharakteristik der OSTAR®-Lighting mit Linse (LE W ExB)

Generell lässt sich die Beleuchtungsstärke mit Hilfe von geeigneten Sekundäroptiken zusätzlich beeinflussen.

Angepasst an die Abstrahlcharakteristiken der OSTAR®-Lighting würde z.B. eine Sekundäroptik mit 30° Abstrahlwinkel die Beleuchtungsstärke um ca. einen Faktor 3 erhöhen.

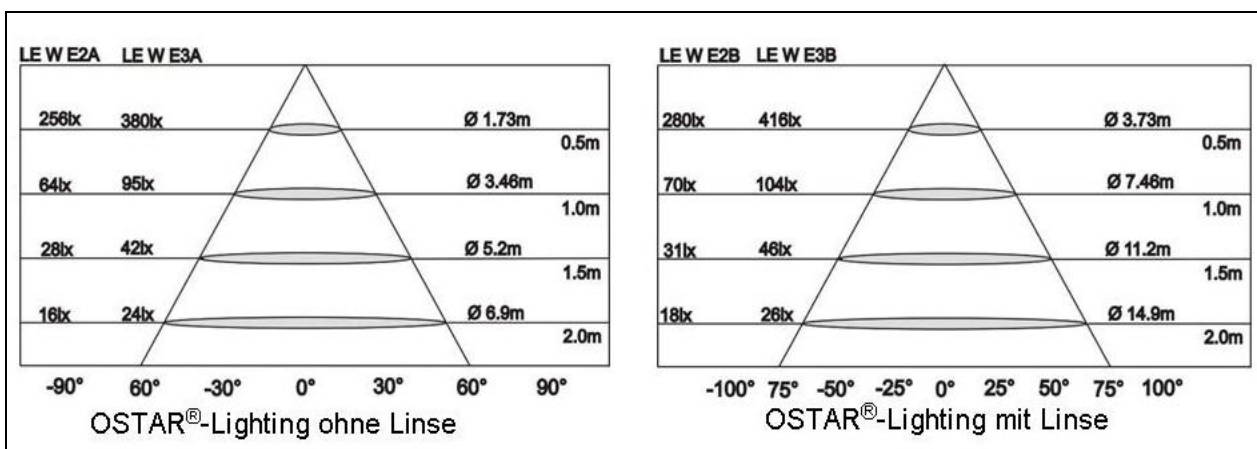


Bild 10: Beleuchtungsstärke der OSTAR®-Lighting LED Lichtquellen @  $I_F = 700\text{mA}$

## Elektrische Performance und Betrieb der OSTAR®-Lighting

Neben dem optimierten optischen Verhalten weist die neue ThinGaN Technologie auch verbesserte elektrische Eigenschaften im Vergleich zur herkömmlichen Standardchip-technologie auf. Diese Verbesserungen führen zum Beispiel zu einer deutlich reduzierten Vorwärtsspannung und höheren zulässigen Strömen. Tabelle 5 zeigt einige elektrischen Kennwerte der OSTAR®-Lighting Lichtquellen.

Wie bei allen weißen LEDs, bei denen die Erzeugung von weißem Licht mittels einer blauen LED und Phosphorkonversion entsteht, weist die OSTAR®-Lighting eine Abhängigkeit des Farborts vom angelegten Vorwärtsstrom auf (Bild 13).

Dies führt dazu, dass eine Änderung des Vorwärtsstroms auch eine Verschiebung des Farborts bzw. der xy-Farbkoordinaten nach sich zieht. Bezogen auf den Ausgangsfarbort beim Gruppierungsstrom ( $I_F = 700\text{mA}$ ) führt so eine Verringerung des Stroms zu einer leichten Verschiebung in Richtung gelb, eine Erhöhung in Richtung blau.

In der Anwendung kann dies letztendlich einen veränderten Farbeindruck bedeuten. Besondere Aufmerksamkeit muss diesem Parameter daher beim Dimmen der OSTAR®-Lighting Lichtquelle gewidmet werden (siehe auch Applikationsschrift „Dimming InGaN“).

Da die OSTAR®-Lighting LED Lichtquelle mit Konstantstrom betrieben werden sollte, ist es empfehlenswert bei der Auswahl oder bei der Entwicklung eines geeigneten Vorschaltgerätes darauf zu achten, dass eine Funktion zur Pulsweitenmodulation (PWM) mit enthalten ist.

Die PWM Funktion bietet den entscheidenden Vorteil, dass bei einer Dimmung der Farbort konstant gehalten wird, da die Höhe des Stroms konstant ist und nur die Pulsdauer variiert wird.

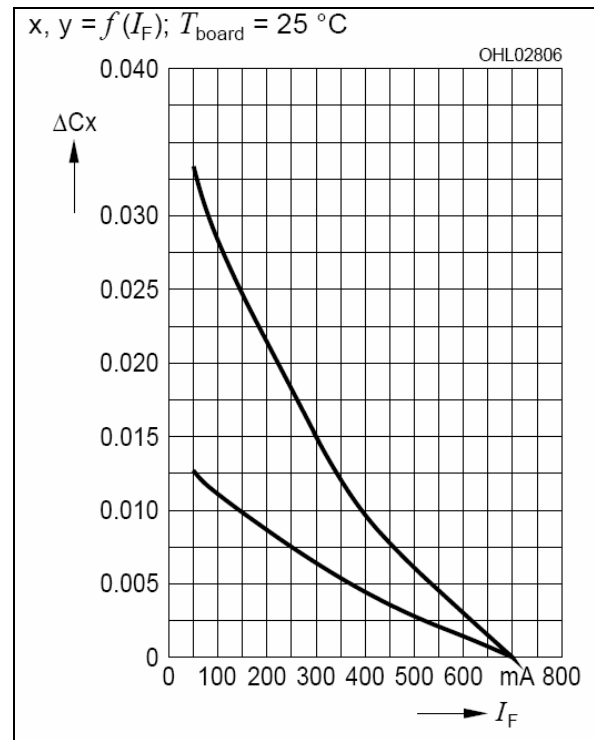


Bild 13: Farbortänderung in Abhängigkeit vom Vorwärtsstrom  $I_F$  (z.B. OSTAR® LE W E3x)

Modul	OSTAR®-Lighting					
	LE W E2A / LE W E2B (4-Chip)			LE W E3A / LE W E3B (6-Chip)		
$I_f$	350mA	700 mA	1,0 A	350mA	700 mA	1,0 A
$U_f$ (typ.)	13 V	15.2 V	16.5 V	19.4 V	22 V	24 V
$U_f$ (max.)	14.5 V	17.2 V	19.5 V	21.8 V	25.8 V	29 V

Tabelle 5: Elektrische Kennwerte der OSTAR®-Lighting Lichtquellen

Tabelle 6 gibt einen Überblick von möglichen Treiberbausteinen für den individuellen Aufbau einer Ansteuerung der OSTAR®-Lighting LED Lichtquellen. Es wird darüber hinaus die jeweils maximal mögliche Anzahl der ansteuerbaren OSTAR®-Lighting

LEDs pro Baustein in Abhängigkeit der Ausgangsspannung und dem maximalen Betriebsstrom aufgelistet.

Tabelle 7 zeigt eine Liste der erhältlichen Vorschaltgeräte von OSRAM.

Treiber -IC					
Hersteller	Typ	Spannung	Strom (max.)	# OSTAR® @ If = 700mA	
				4 Chips	6 Chips
National	<b>LM3478</b>	$V_{in} = 3 - 240V$			
	(DC/DC)	$V_{out} = 1.24 - 36V$	$I = 1A$	2x	1x
	<b>LM5000</b>	$V_{in} = 3.1 - 40V$			
	(DC/DC)	$V_{out} = 3.1 - 80V$	$I = 2A$	4x	3x
	<b>LM5010</b>	$V_{in} = 8 - 75V$			
	(DC/DC)	$V_{out} = 2.5 - 60V$	$I = 1A$	3x	2x
	<b>LM5021</b>	$V_{in} = 90 - 270V$		(max. 80% duty cycle)	
(AC/DC)	$V_{out} = 12 - 270V$	$I = 1A$	15x	10x	
STMicroelectronics	<b>VIPer 22A</b>	$V_{in} = 90 - 265V$			
	(AC/DC)	$V_{out} = 5 - 18V$	$I = 700\text{ mA}$	1x	---
	<b>VIPer 53A</b>	$V_{in} = 82 - 265V$			
	(AC/DC)	$V_{out} = 5 - 40V$	$I = 1\text{ A}$	2x	1x
	<b>L6562 (L6565)</b>	$V_{in} = 82 - 265V$			
	(AC/DC)	$V_{out} = 12 - 270V$	$I = 1\text{ A}$	15x	10x
	<b>L4976D</b>	$V_{in} = 8 - 55V$			
	(DC/DC)	$V_{out} = 0.5 - 50V$	$I = 1\text{ A}$	2x	1x
	<b>L5970D</b>	$V_{in} = 4.4 - 36V$			
	(DC/DC)	$V_{out} = 0.5 - 35V$	$I = 1\text{ A}$	2x	1x
Texas Instruments	<b>TPS40200</b>	$V_{in}: 4.5 - 52V$			
	DC/DC	$V_{out}: 0.7-46V$	$I = 3A$	2x	1x
	<b>TPS5430</b>	$V_{in}: 5.5-36V$			
	DC/DC	$V_{out}: 4.75 - 31V$	$I = 3A$	1x	1x
	<b>UCC3813</b>	$V_{in}: 85 - 265V$			
(AC/DC)	$V_{out}: 4 - 400V$	$I = 1\text{ A}$	23x	15x	
Supertex	<b>HV9910</b>	$V_{in} = 8 - 450V$			
	(AC or DC)	$V_{out} < V_{in}$	$I = 2\text{ A}$	24x	16x
	<b>HV9931</b>	$V_{in} = 8 - 450V$			
	(AC or DC)	$V_{out} > 3V$	$I = 1\text{ A}$	12x	8x
	<b>HV9930</b>	$V_{in} = 8 - 200V$			
	(DC/DC)	$V_{in} < V_{out} < V_{in}$	$I = 1\text{ A}$	12x	8x
	<b>HV9911</b>	$V_{in} = 9 - 250V$			
(DC/DC)	$V_{out} > V_{in}$	$I = 2\text{ A}$	24x	16x	

Tabelle 6: Übersicht der Treiberbausteine zur Ansteuerung der OSTAR®-Lighting Lichtquelle

Vorschalt-/ Betriebsgeräte				
Typ	Spannung	Strom (max.)	# OSTAR® @ If = 700mA	
			4 Chips	6 Chips
<b>OT 9/100-120/350E</b>	Vin = 100 - 120V			
(AC/DC)	Vout= 1.8 - 25V	I = 350mA	1x	1x
<b>OT 9/200-240/350</b>	Vin = 200 - 240V			
(AC/DC)	Vout= 1.8 - 25V	I = 350mA	1x	1x
<b>OT 9/10-24/350 DIM</b>	Vin = 10 - 24V			
(DC/DC)	Vout= 0 – 24.5V	I = 350mA	1x	1x
<b>OT 35/200-240/700</b>	Vin = 200 – 240V			
(AC/DC)	Vout ≤ 50V	I = 700mA	3x	2x
<b>OT 18/200-240/700 DIM</b>	Vin = 200 - 240V			
(AC/DC)	Vout ≤ 25V	I = 700mA	1x	1x

Tabelle 7: Vorschaltgeräte von OSRAM aus der Produktserie OPTOTRONIC

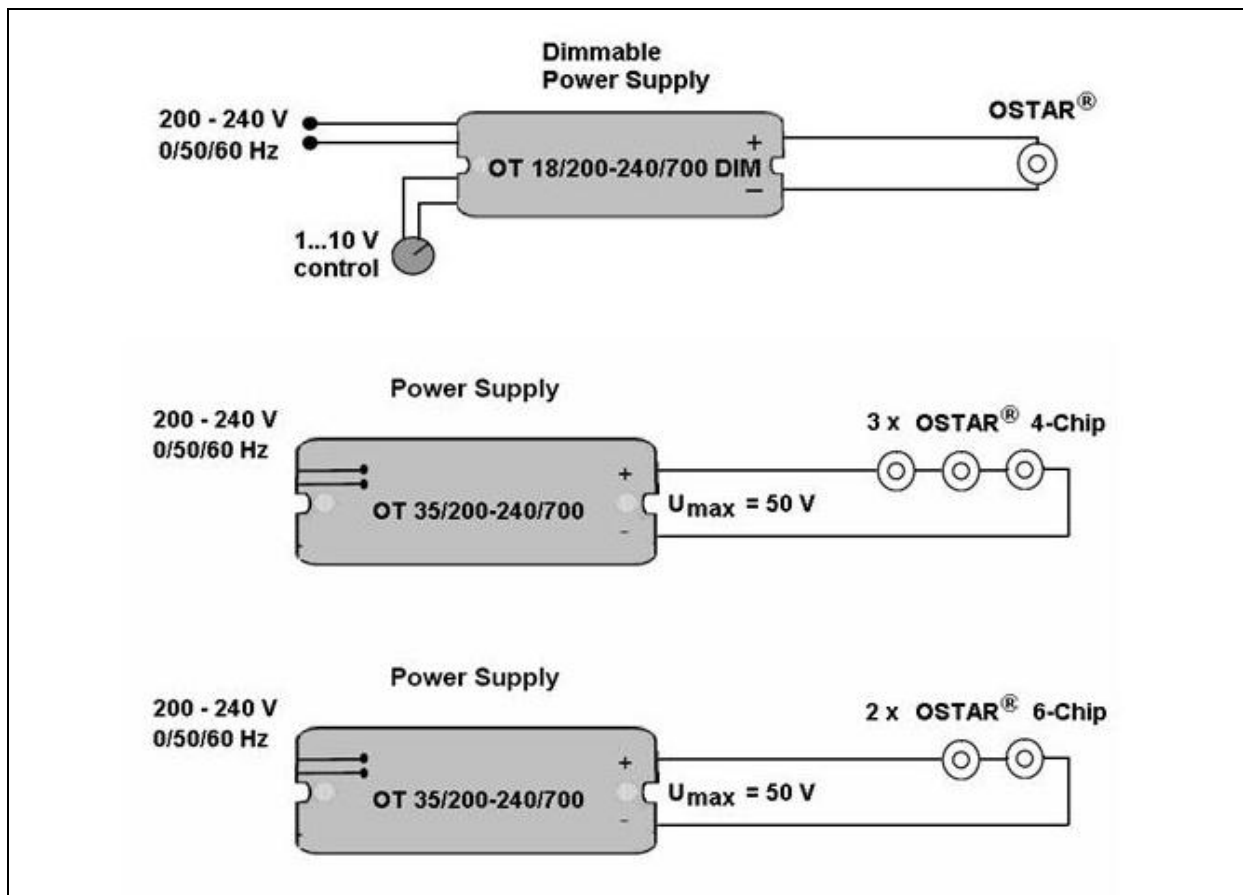


Bild 14: Beispiel einer Ansteuerung der OSTAR®-Lighting mittels Vorschaltgeräten von OSRAM

Bild 14 zeigt Beispiele einer Ansteuerung von OSTAR®-Lighting Lichtquellen mittels Vorschaltgeräten von OSRAM.

## Designbeispiel

Am nachfolgenden Beispiel einer Pendelleuchte mit drei OSTAR®-Lighting LEDs soll die Vorgehensweise bezüglich der thermischen Anforderungen veranschaulicht werden.

Ausgangspunkt für die thermische Betrachtung sind der Einsatz von drei OSTAR®-Lighting LEDs (LEW E2B, 4fach Chip-Modul mit Linse) bei einem Betriebsstrom vom 700mA und einer maximalen Umgebungstemperatur von  $T_A = 25^\circ\text{C}$

Mit einer typischen Helligkeit von 280lm bei 700mA pro Modul ergibt sich damit eine Gesamthelligkeit von 840lm für die Leuchte.

Aus diesen gegebenen Grunddaten und den Informationen aus dem Datenblatt lassen sich damit die Anforderungen an die notwendige Kühlung mit Hilfe der folgenden Formeln berechnen.

$$\frac{\Delta T}{P_{Diss, Modul}} - R_{th, Interface} - R_{th, JB} = R_{th, Heat sink}$$

wobei

$$\Delta T [K] = T_{J(unction)} - T_{A(ambient)} - T_{Safety-Factor}$$

$$P_{Diss, Modul LEW E2X} [W] = 4 \cdot U_f [V] \cdot I_f [A]$$

$$P_{Diss, Modul LEW E3X} [W] = 6 \cdot U_f [V] \cdot I_f [A]$$

mit

$T_{Junction}$  = max. Sperrschichttemperatur  
(aus Datenblatt  $T_J = 125^\circ\text{C}$ )

$T_{Ambient}$  = Umgebungstemperatur  
( $T_A = 25^\circ\text{C}$ )

$T_{Safety-Factor}$  = Sicherheitsfaktor  
(typ.  $10^\circ\text{C} - 20^\circ$ )

$U_f$  = Vorwärtsspannung

(aus Datenblatt  $U_f = 3.8\text{V}$ )

$I_f$  = Vorwärtsstrom

( $I_f = 700\text{mA}$ )

$R_{th, Interface}$  = Thermischer Widerstand des Übergangsmaterials

(z.B. Wärmeleitpaste  $0.1\text{K/W}$ )

$R_{th, JB}$  = Thermischer Widerstand der OSTAR Lighting (aus Datenblatt LEW E2B

$R_{th, JB} = 5\text{K/W}$ )

$R_{th, Heatsink}$  = Thermischer Widerstand der Kühlung/Kühlkörper

Der thermische Widerstand für die benötigte Kühlung pro LED ergibt sich damit zu:

$$R_{th, Heat sink} = \left( \frac{125 - 25 - 10}{10.64} - 0.1 - 5 \right) \text{K/W}$$

$$R_{th, Heat sink} = 3.35 \text{K/W}$$

An Hand des berechneten thermischen Widerstandwertes kann ein einsetzbarer Kühlkörper bei einem Hersteller ausgewählt werden.

Da in dem vorliegenden Beispiel aber das Gehäuse der Leuchte, eine flache Aluminium Platte, selbst zur Kühlung herangezogen werden soll, wird in einem zweiten Schritt die notwendige Kühlfläche berechnet.

$$R_{th, Heat sink} = \frac{1}{A \cdot \alpha}$$

$$A = \frac{1}{R_{th, Heat sink} \cdot \alpha} = \left( \frac{1}{3.35 \cdot 7} \right) \text{m}^2$$

$$A = 0.0426 \text{m}^2$$

$A$  = Kühlfläche ebener Kühlkörper

$\alpha$  = Koeffizient für frei Konvektion  
( $7 \text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$ )

Für das Leuchtenbeispiel mit den drei OSTAR®-Lighting LEDs ergibt sich damit eine notwendige Gesamtkühlfläche  $A$  von ca.  $0.1280\text{m}^2$  ( $1280\text{cm}^2$ ).

Bei einem Design in Ringform lässt sich so ein Leuchtenkörper mit einem Außen-

durchmesser von 52cm, einer Breite von 9cm, und einer Dicke von 4mm realisieren (Bild 15).

Neben der thermischen Betrachtung mittels Simulation oder rechnerischen Abschätzung ist es generell zu empfehlen, das Design mit Hilfe eines Prototyps und thermischen Messungen zu überprüfen und abzusichern.



**Bild 15: Designbeispiel Pendelleuchte mit 3 OSTAR Lighting LED Lichtquellen**

Die Ansteuerung der Pendelleuchte selbst befindet sich in der Aufhängung, die Leitungen zu den OSTAR®-Lighting LEDs

wurden in den Drahtseilen der Aufhängung integriert.

## Schlussfolgerung

Entwickelt für den Hochleistungsbetrieb mit Strömen von bis zu zwei Ampere, erreichen die OSTAR®-Lighting LED Lichtquellen, je nach gewählten Betriebsparametern, Lichtströme von mehreren hundert bis tausend Lumen.

Die OSTAR®-Lighting erreichen damit Helligkeiten, wie sie z.B. von Halogenlampen (typ. 500-700lm) mit 35 Watt Leistung abgegeben werden.

Aufgrund des Hochleistungsbetriebs ist ein geeignetes thermisches Management zwingend notwendig, um die auftretende Wärme abzuleiten und um die optimale Performance und Zuverlässigkeit des Moduls zu erreichen bzw. zu gewährleisten. Dabei ist es generell zu empfehlen, dass bei der Entwicklung von neuen Leuchten auf Basis der OSTAR®-Lighting, das Design, neben thermischen Simulationen, mit Hilfe eines Prototypen und thermischen Messungen überprüft und abgesichert wird.

## Anhang



**Don't forget:** LED Light for you is your place to be whenever you are looking for information or worldwide partners for your LED Lighting project.

[www.ledlightforyou.com](http://www.ledlightforyou.com)

Autoren: Andreas Stich, Monika Rose

#### **About Osram Opto Semiconductors**

Osram Opto Semiconductors GmbH, Regensburg, is a wholly owned subsidiary of Osram GmbH, one of the world's three largest lamp manufacturers, and offers its customers a range of solutions based on semiconductor technology for lighting, sensor and visualisation applications. The company operates facilities in Regensburg (Germany), San José (USA) and Penang (Malaysia). Further information is available at [www.osram-os.com](http://www.osram-os.com).

All information contained in this document has been checked with the greatest care. OSRAM Opto Semiconductors GmbH can however, not be made liable for any damage that occurs in connection with the use of these contents.