

# Wärmedesignaspekte für Luxeon™ Power Light Sources

Die Luxeon V Power Light Sources erzeugen etwa die vierfache Verlustleistung der Luxeon 1 Watt Power Light Sources, weshalb ein effektives Wärmedesign besonders kritisch ist. In diesen Anwendungshinweisen werden die Wärmeleistung der beiden kompakten Kühlkörperdesigns erörtert, mit denen die Luxeon V Power Light Sources getestet wurden. Diese Designs bieten einen angemessenen Betriebstemperaturbereich für die Luxeon V Power Light Source. Diese Anwendungshinweise ergänzen die in AB05, „Wärmedesignaspekte für Luxeon Power Light Sources“, begonnene Diskussion in Bezug auf Wärmedesignaspekte, Kühlkörper und spezifische Verfahren.

Luxeon Power Light Sources liefern weltweit die höchste Ausgangsleistung bei kleinster Installationsfläche für beliebige Lumineszenzdiolen (LEDs). Mit der Einführung der Luxeon V Power Light Source hat Luxeon seine Führungsposition in der LED-Lumenleistung weiter ausgebaut. Ein einziger 5-Watt-Weißlichtemitter kann bis zu 120 Lumen bei gleicher Installationsfläche wie ein 30-Lumen-/1-Watt Luxeon Emitter erzeugen. (LEDs der Mitbewerber erzeugen normalerweise nur 2-3 Lumen pro Emitter.) Die geringe Formzahl und die bahnbrechende Ausgangsleistung der Luxeon V Power Light Source bietet Beleuchtungsdesignern eine noch größere Flexibilität bei der Entwicklung einzigartiger Produkt- und Designkonzepte. Wie schon bei den Luxeon 1 Watt Power Light Sources müssen sich Beleuchtungsdesigner vertraut machen mit dem Einfluss eines Temperaturanstiegs auf die optische Leistung von LED-Geräten. Alle Luxeon Emitter müssen mit Hilfe des entsprechenden Wärmedesigns unter der Nennbetriebstemperatur gehalten werden.

Sie sollten die Zeit investieren, um ein Wärmemodell für Ihre Anwendung zu entwickeln, bevor Sie Ihr Design endgültig festlegen. In der *Luxeon Anleitung für „Custom Design“* finden Sie wichtige Informationen zu den Betriebstemperaturen für jeden Luxeon Emitter.

Sobald Sie Ihre Zieltemperatur festgelegt haben, können Sie mit Hilfe eines Wärmemodells den Einfluss von Faktoren wie Größe oder Art des Kühlkörpers und erforderlicher Luftstrom untersuchen. Anwendungshinweise AB05 enthalten weitere Informationen zur Entwicklung eines Wärmemodells für Ihre Anwendung.

## Inhaltsverzeichnis

---

<b>Mindestvoraussetzungen für Kühlkörper</b>	<b>3</b>
<b>Wärmemodelle</b>	<b>3</b>
Wärmewiderstandsmodell	3
Wärmewiderstand der Luxeon™Light Sources	5
<b>Kühlkörpereigenschaften</b>	<b>5</b>
Testanordnung	5
Definition der Kühlkörpergröße	6
Tabelle des Kühlkörpervergleichs	6
<b>Weitere Ressourcen</b>	<b>7</b>

## Mindestvoraussetzungen für Kühlkörper

In der Regel müssen Produktanwendungen mit Luxeon™ Power Light Sources an einem Kühlkörper befestigt werden, damit ein ordnungsgemäßes Wärmemanagement unter allen Betriebsbedingungen gewährleistet ist. Das Produkt Luxeon Star 5 Watt besteht aus einer LED, die auf einer Platine installiert ist, und einem Aluminiumwärmeableiter (Al-Wärmeableiter). Der Al-Wärmeableiter ist für die

Installation an einem Kühlkörper vorgesehen, während die PCB die elektrischen Anschlüsse bietet. Wir raten davon ab, eine 5 Watt Luxeon Power Light Source länger als einige Sekunden bei ihrem Nennstrom einzuschalten, ohne sie zuvor auf einem entsprechenden Kühlkörper zu installieren. Äußerste Vorsicht ist geboten.

## Wärmemodelle

### A. Maximale Sperrschichttemperatur

Wärmemodelle haben die Aufgabe, eine Bestimmung der Sperrschichttemperatur ( $T_{\text{Sperrschicht}}$ ) zu ermöglichen. Das Wort „Sperrschicht“ bezieht sich auf den P-N-Übergang in der Halbleitermatrize, in der Licht erzeugt und ausgestrahlt wird. Die maximale

Sperrschichttemperatur für eine 5 Watt Luxeon Power Light Source beträgt 135°C.

Im folgenden Abschnitt werden die Komponenten in einem Wärmemodell mit einer 5 Watt Luxeon Power Light Source beschrieben.

### B. Wärmewiderstandsmodell

Eines der wichtigsten mathematischen Werkzeuge für die Entwicklung des Wärmemanagements ist der thermische Widerstand ( $R\Theta$ ). Der Wärmewiderstand wird als der Quotient aus Temperaturdifferenz und entsprechender Leistungsaufnahme definiert. Der

Gesamtwiderstand  $R\Theta_{\text{Sperrschicht-Umgebung (J-A)}}$  einer Luxeon™ 5 Watt Power Light Source plus Kühlkörper ist in Gleichung 1 definiert:

$$R\Theta_{\text{Sperrschicht-Umgebung}} = \frac{\Delta T_{\text{Sperrschicht-Umgebung}}}{P_d}$$

Hierbei gilt:

$$\Delta T_{\text{Sperrschicht-Umgebung}} = T_{\text{Sperrschicht}} - T_{\text{Umgebung}} (^{\circ}\text{C})$$

$P_d$  = Verlustleistung (W)

$P_d$  = Durchlassstrom (If) \* Durchlassspannung (Vf)

### Gleichung 1

Definition des Wärmewiderstands

Ein vereinfachtes Modell des Wärmepfades ist eine Schaltung mit in Reihe verbundenen Wärmewiderständen, wie in Abbildung 1A dargestellt.

Der Gesamtwiderstand ( $R_{\Theta J-A}$ ) einer Anwendung mit einem 5 Watt Luxeon Star kann als die Summe der Einzelwiderstände im Wärmepfad von der

Sperrschicht zur Umgebung ausgedrückt werden (Gleichung 2). Die entsprechenden Komponenten jedes Widerstandes im Wärmepfad sind in Abbildung 1B gezeigt. Die physischen Komponenten jedes Widerstandes liegen zwischen den jeweiligen Temperaturknotenpunkten.

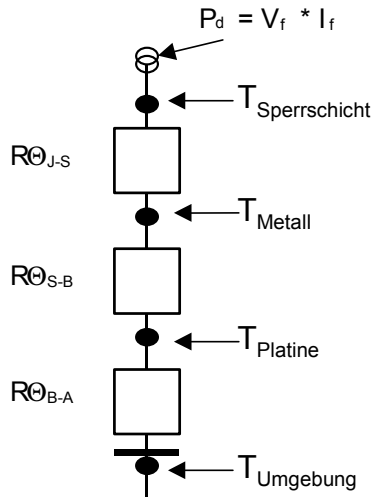


Abbildung 1A: Wärmewiderstands-Reihenschaltung

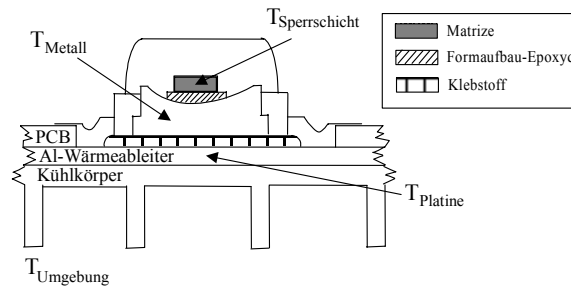


Abbildung 1B: Emittierausschnitt

$$R_{\Theta_{\text{Sperrschicht-Umgebung}}} = R_{\Theta_{\text{Sperrschicht-Metall}}} + R_{\Theta_{\text{Metall-Platine}}} + R_{\Theta_{\text{Platine-Umgebung}}}$$

Hierbei gilt:

- $R_{\Theta_{\text{Sperrschicht-Metall}}} = R_{\Theta}$  der Matrize, des Formanbau-Epoxyds und des Metallstücks
- $R_{\Theta_{\text{Metall-Platine}}} = R_{\Theta}$  des Klebstoffs und des Aluminiumwärmeableiters
- $R_{\Theta_{\text{Platine-Umgebung}}} = R_{\Theta}$  des Klebstoffs zwischen Kühlkörper und Aluminiumwärmeableiter

Abbildung 1A  
Wärmewiderstands-Reihenschaltung

Abbildung 1B  
Emittierausschnitt

Gleichung 2  
Gesamtwärmewiderstand

## C. Wärmewiderstand der Luxeon V Light Sources

In Luxeon Power Light Sources hat Lumileds den Wärmepfad von der Sperrschicht zur Platine optimiert, um den Wärmewiderstand zu minimieren.

Der Wärmewiderstand eines Luxeon Emitters der Stufe 1 (nicht auf einer Platine mit Al-Wärmeverteiler installiert) wird durch  $R\theta_{\text{Sperrschicht-Metall}}$  dargestellt.

Der Wärmewiderstand einer Luxeon Power Light Source der Stufe 2 (auf einer Platine mit Al-Wärmeverteiler installiert) wird dargestellt durch:

$$R\theta_{\text{Sperrschicht-Platine}} = R\theta_{\text{Sperrschicht-Metall}} + R\theta_{\text{Metall-Platine}}$$

Typische Werte für  $R\theta$  sind in Tabelle 1 aufgeführt.

EMITTERBESCHREIBUNG	LUXEON EMITTER 5 WATT AUF EINER PLATINE MIT INSTALLIERTEM AL- WÄRMEVERTEILER, STUFE 2	LUXEON EMITTER 5 WATT NUR EMITTER, STUFE 1
LAMBERTSCHER (WEISS, GRÜN ZYAN, BLAU, KÖNIGSBLAU)	11 °C/W	8 °C/W

$$^{\circ}\text{C/W} = \text{EINHEIT DES WÄRMEWIDERSTANDES IN } ^{\circ}\text{Celsius/Watt}$$

Hinweis: Informationen zu den Widerständen  $R\theta_{\text{Sperrschicht-Metall}}$  und  $R\theta_{\text{Sperrschicht-Platine}}$  finden Sie im aktuellen Datenblatt.

## Kühlkörpereigenschaften

### A. Testanordnung

Zwei verschiedene, handelsübliche

Aluminiumkühlkörper wurden mit Luxeon V Light Sources getestet. Ein Kühlkörper ist mit parallelen Kühlrippen (Abbildung 2A) ausgestattet, der zweite hat ein kundenspezifisches Design mit x-förmig angeordneten Kühlrippen (Abbildung 2B).

Beide Kühlkörper wurden in einem Windkanal mit Lüfter installiert. Der Lüfter wurde entweder **AUS**geschaltet, um freie (oder natürliche) Konvektion darzustellen, oder **EIN**geschaltet, um Zwangskonvektion darzustellen (Abbildungen 3A und 3B). Die Kühlkörper im Windkanal waren so ausgerichtet, dass ihre Rippen parallel zum Luftstrom verliefen.

In diesem Experiment wurde keine zweite Optik verwendet. Je nach Ausrichtung kann die zweite Optik den Konvektionsstrom am Kühlkörper und damit den Wärmewiderstand beeinflussen.



Tabelle 1

Typischer Wärmewiderstand einer 5-Watt-Lichtquelle

Abbildung 2A

Lamellenkühlkörper  
Aavid Extrusion Teile-Nr.  
63065, LED-  
Installationsfläche: 1,75"  
x 1,75"  
Lamellenlänge 1,5"

Abbildung 2B

LED-Installationsfläche  
des  
X-förmigen Kühlkörpers:  
1,5" x 1,5"  
Lamellenlänge 1,3"

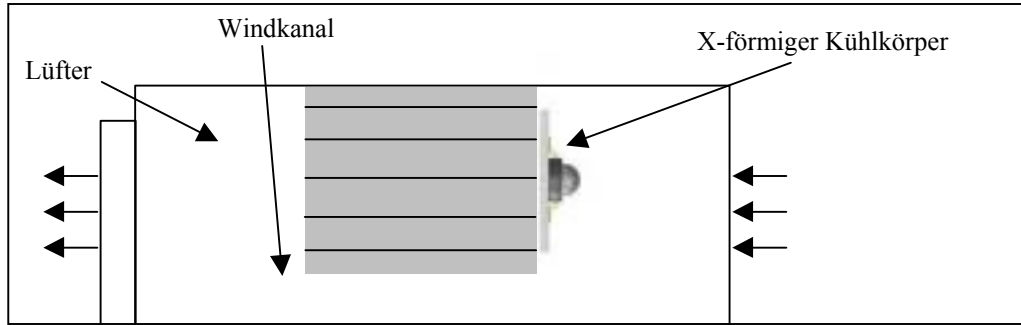


Abbildung 3A  
X-förmiger Kühlkörper  
im Windkanal

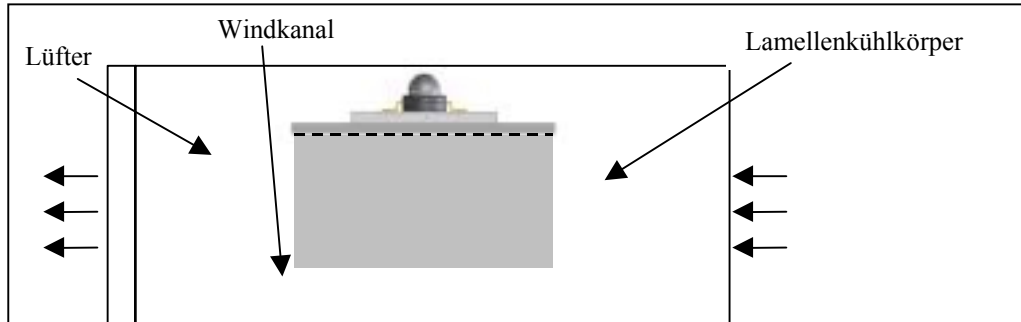
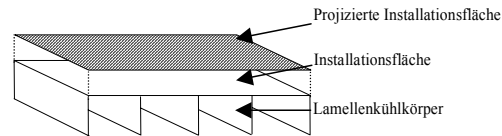


Abbildung 3B  
Lamellenkühlkörper  
im Windkanal

## B. Definition der Kühlkörpergröße

Der Begriff „exponierte Oberfläche“ bezieht sich auf die Summe aller Oberflächen des Kühlkörpers, die der Konvektion ausgesetzt waren. Der Begriff „Installationsfläche“ bezeichnet die projizierte Fläche des Kühlkörpers gemäß der Abbildung rechts. Die LEDs sind an der Vorderseite des Kühlkörpers installiert, die den Installationsbereich definiert.



Ein x-förmiger Lamellenkühlkörper bietet bei gegebener Installationsfläche eine größere exponierte Oberfläche als ein normaler Lamellenkühlkörper.

## C. Tabelle des Kühlkörpervergleichs

Kühlkörpertyp	Querschnitt des Kühlkörpers	Installationsfläche (Zoll <sup>2</sup> )	Exponierte Oberfläche (Zoll <sup>2</sup> )	$R_{\theta, J-B}$ [°C/W]	$R_{\theta, B-A}$ [°C/W]	$R_{\theta, J-A}$ [°C/W]
X-förmig, freie Konvektion		2,25	34,5	11	8,5	19,5
X-förmig mit Lüfter		2,25	34,5	11	3,0	14,0
Lamellen, freie Konvektion		3,10	36,2	11	9,0	20,0
Lamellen, mit Lüfter		3,10	36,2	11	4,0	15,0

Hinweis: Der Luftstrom im Zwangskonvektionstest im Windkanal betrug 0,21 m/s.

Hinweis: Lastminderungskurven siehe Datenblätter der Luxeon Emittter und Star 5 Watt.

Tabelle 2

Vergleich:  
Wärmewiderstand /  
Kühlkörpertyp

## Weitere Ressourcen

---

Diese Anwendungshinweise sollen dem Design-Ingenieur einen Ausgangspunkt für gutes Wärmedesign bieten. Das Kühlkörperdesign bietet eine ausreichende Kühlung für die 5 Watt Luxeon Power Light Source bei kompakter Installationsfläche. Die Lastminderungskurven in den Datenblättern sollten zur Regelung des Ansteuerungsstroms gemäß dem Wärmewiderstand zwischen Sperrschicht und Luft verwendet werden.

Diese Designs können mit Hilfe der Anleitungen zur Entwicklung von Wärmemodellen und zur Auswahl von Kühlkörpern weiter entwickelt werden. Außerdem bieten zahlreiche Ressourcen von anderen Herstellern Wärmedesignprodukte und -dienste zur Ihrer Unterstützung im Designprozess.

Aavid Thermalloy liefert einerseits Extrusionsprodukte als Kühlkörper, andererseits kostenlose Software zur Auswahl von Standardkühlkörperprofilen und -größen auf der Grundlage eines gegebenen Widerstandes  $R\theta$ . Sie finden das Softwaretool und Links zu anderen Wärmeanalysetools sowie weitere Software unter dem folgenden Web-Link: <http://www.aavidthermalloy.com/>

R-theta ist ein weiterer Hersteller von Kühlkörperprodukten. Er bietet ebenfalls auf seiner Website Analysetools an: <http://www.r-theta.com/>

Zusätzliche Ressourcen für das Wärmedesign und Tools finden Sie auf diesen Sites: <http://www.electronics-cooling.com>  
<http://www.coolingzone.com>  
<http://www.thermalwizard.com>