

LED-Module

Module DLE G4 ADV

Technischer Design-in Guide



TRIDONIC

Inhaltsverzeichnis

1. Einführung	3
2. Systemübersicht	4
2.1. Allgemeines	4
2.2. Modulausführungen	4
2.3. Kombination von LED-Modul und LED-Driver	6
2.4. Kompatibilität von LED-Modul und LED-Driver	8
2.5. Standards und Normen	11
3. Mechanische Aspekte	13
3.1. Richtlinien zur Montage	13
3.2. Durchführung Montage	13
3.3. Anforderungen und Schutzmaßnahmen gegen Beschädigung	15
4. Elektrotechnische Aspekte	21
4.1. Elektrische Verbindungen	21
4.2. Anschlussdiagramme	24
5. Optische Aspekte	27
5.1. Farbspektrum	27
5.2. CRI, Ra und Ri - unterschiedliche Werte für die Farbwiedergabe	28
5.3. Standardabweichung	29
5.4. Binning	29
5.5. Secondary Optics	29
5.6. Koordinaten und Toleranzen (nach CIE 1931)	30
5.7. Augensicherheit	31
6. Thermische Aspekte	36
6.1. Lichtstromrückgang	36
6.2. Passive und aktive Kühlung	39
6.3. Lüfteranschluss und Temperaturmessung	41
7. Bestellinformation und Bezugsquellen	43
7.1. Artikelnummern	43
7.2. Produkthanwendungsmatrix	45
7.3. Partner	46

Einführung

Dieser Design-in-Guide behandelt das DLE G4 ADV Downlight System von Tridonic.

Das DLE G4 ADV bietet energieeffiziente Beleuchtungslösungen mit hoher Lichtqualität für Einzelhandel, Gastronomie und andere Downlight-Anwendungen.

Das markterprobte und äußerst zuverlässige DLE Portfolio wird konsequent weiter ausgebaut. Die kompakten Systemlösungen für Ihre Downlights erfahren sowohl ein Effizienz- als auch ein Anwendungsupdate mit der 5000-Lumen-Version, die wir Ihnen mit der vierten Generation des DLE-Portfolios anbieten.

Das System besteht aus SMD-Modul sowie einem Gehäuse oder nur SMD-Modul in drei Ausführungen mit Farbtemperaturen von 3.000 K und 4.000 K.

Der Design-in-Guide liefert alle Informationen, die benötigt werden, um eine Leuchte mit dem DLE G4 ADV Downlight-System zu bauen und an die gestellten Anforderungen anzupassen.

Dazu gehören:

- _ Dimensionierung von Kühlkörper und Reflektor
- _ Auswahl kompatibler LED-Driver
- _ Auslegung der Leuchte bezüglich thermischen und mechanischen Anforderungen

Systemübersicht

2.1. Allgemeines

Der Einsatz von LED in der Allgemeinbeleuchtung bringt große Vorteile:

Sie sind vielseitig in ihrer Anwendung, höchst energieeffizient und praktisch wartungsfrei. Mit DLE G4 ADV erhalten Sie eine komplette Systemlösung für Downlights aus einer Hand, bestehend aus perfekt aufeinander abgestimmten Komponenten: LED-Modul und LED-Driver.

HINWEIS

Alle Informationen in diesem Leitfaden wurden mit größter Sorgfalt erstellt. Irrtümer, Änderungen, Ergänzungen und Auslassungen bleiben vorbehalten. Für mögliche daraus entstehende Schäden übernimmt Tridonic keine Haftung. Die aktuelle Version dieses Leitfadens finden Sie auf led.tridonic.com oder bei Ihrem Vertriebspartner.

2.2. Modulausführungen

HINWEIS

Die Serie DLE G4 ADV umfasst unterschiedliche Varianten von Modulen:

- _ mit Gehäuse
- _ ohne Gehäuse

Module, die über kein Gehäuse verfügen, tragen einen entsprechenden Zusatz im Namen:

- _ Module mit Gehäuse tragen den Zusatz "H" im Namen
- _ Module ohne Gehäuse tragen den Zusatz "R" im Namen

Erklärung der Abkürzungen:

- _ H ... housing
- _ R ... raw

Folgende Varianten sind verfügbar:

Name des Moduls	Gehäuse
mit Zusatz "H", bspw. DLE G4 65mm 3000lm 830 H ADV	ja
mit Zusatz "R", bspw. DLE G4 65mm 3000lm 830 R ADV	nein

Systemübersicht

Das System DLE G4 ADV ist in verschiedenen Ausführungen erhältlich:

	DLE G4 ADV
Hauptmerkmale	Konsequent einfach: <ul style="list-style-type: none"> _ Static White mit einem CRI > 80 _ lange Lebensdauer _ hohe lm/W-Leistung
Erhältliche Varianten	Erhältlich in 2 Varianten: <ul style="list-style-type: none"> _ mit Gehäuse _ ohne Gehäuse
Farbtemperatur	3.000 K, 4.000 K
Lichtstrom ⁽¹⁾	bis 5.330 lm mit Gehäuse bis 6.350 lm ohne Gehäuse
Farbwiedergabe / Farbtoleranz	CRI 80 MacAdam 3 SDCM
Systemeffizienz ⁽¹⁾	bis zu 158 lm/W
Moduleffizienz	bis zu 175 lm/W
Energieeffizienzklasse	bis zu A++
Lebensdauer ⁽²⁾	50.000 h
Garantie	5 Jahre

⁽¹⁾ Werte bei $t_p=65^\circ\text{C}$, alle Werte beziehen sich auf tp rated

⁽²⁾ bezogen auf L80/F10

Zur eindeutigen Identifizierung der Module dient folgender Typenschlüssel:

Typenschlüssel der Module am Beispiel DLE G4 65mm 3000lm 830 H ADV

Bezeichnung	DLE G4	-	65mm	-	3000lm	-	830	-	H	-	ADV
Bedeutung	Form: Spotlight Engine		Baugröße		Type: Lichtstrom beim nominalen Strom		CRI 80 3000K		mit Gehäuse		Ausführung: ADV (advanced)

Systemübersicht

2.3. Kombination von LED-Modul und LED-Driver

2.3.1. Ausführungen LED-Driver

Die LED-Driver sind in verschiedenen Ausführungen erhältlich:

		premium	excite	excite USA	advanced	essence
Dimming	Dimmschnittstelle	one4all, ready2mains	ready2mains 1 - 10 V	0 - 10 V	one4all or no dimming	na
	Dimm-Bereich	1 - 100 % (AM)	15 - 100 % hängt vom LED-Betriebsgerät ab	10 - 100 %		
	DALI DT6 / DSI / switchDIM / corridorFUNCTION	ja			Manche ja	
DC Betrieb	DC Betrieb (EN 50172)	ja, DC-Level einstellbar	ja			
Einstellbarer Ausgangsstrom	via Widerstand oder Plug	ja, I-Select 2	ja, I-Select 2	I-Select 2	Manche mit I-Select 2 oder anderen plugs	
	via ready2mains	ja	ja	ja		
	via DALI	ja				
	Stromtoleranzen	± 3 %	± 5 %	± 5 %	± 7,5 %	± 7,5 %
Funktionen & Performance	Konstanter Lichtstrom	ja				
	Standby-Verluste	< 0,15 W				
	NF ripple max	5 %	5 %	5 %	5 %	30 %
	Gehäusevarianten	C, SC, SR, Ip	C, SC, SR, Ip	C, Ip	C, SC, SR, Ip	C, SR, Ip
	Ta Bereich	-25 °C bis zu +55 °C	-25 °C bis zu +55 °C	-20 °C bis zu +50 °C	-25 °C bis zu +50 °C	-25 °C bis zu +50 °C
	Lebensdauer bis zu	100.000 h	100.000 h	50.000 h	50.000 h	30.000 h

Systemübersicht

Garantie	5 Jahre	5 Jahre	5 Jahre	5 Jahre	3 Jahre
----------	---------	---------	---------	---------	---------

2.3.2. Kombinationsmöglichkeiten

Alle Kombinationsmöglichkeiten von LED-Drivern mit LED-Modulen von TRIDONIC finden Sie in der LED-Systemmatrix: www.tridonic.com/com/en/lamp-matrix.asp

Einige typische Kombinationen sind im Folgenden aufgeführt:

- _ DLE G4 ADV 65mm 2000lm: Betriebsstrom: 700mA
 - _ Dimmbar: LCA 17W 250mA-700mA one4all SC PRE (Artikelnummer: 28000674)
 - _ Fixed output: LC 17W 250mA-700mA flexC SC EXC (Artikelnummer: 28000705)
 - _ Fixed output: LC 20W 350/500/700mA flexC SR ADV (Artikelnummer: 87500621)
 - _ Fixed output: LC 20W 700mA fixC C SNC (Artikelnummer: 87500567)

- _ DLE G4 ADV 65mm 3000lm: Betriebsstrom: 550mA
 - _ Dimmbar: LCA 25W 350mA-1050mA one4all SC PRE (Artikelnummer: 28000675)
 - _ Fixed output: LC 25W 350mA-1050mA flexC SC EXC (Artikelnummer: 28000706)
 - _ Fixed output: LC 20W 350/500/700mA flexC SR ADV (Artikelnummer: 87500621)

- _ DLE G4 ADV 65mm 5000lm: Betriebsstrom: 1000mA
 - _ Dimmbar: LCA 45W 500mA-1400mA one4all SC PRE (Artikelnummer: 28000676)
 - _ Fixed output: LC 45W 500mA-1400mA flexC SC EXC (Artikelnummer: 28000707)
 - _ Fixed output: LC 40W 800mA-1050mA flexC SC ADV (Artikelnummer: 87500679)

Zur eindeutigen Identifizierung der LED-Driver dient folgender Typenschlüssel:

Typenschlüssel der LED-Driver Beispiel LCA 45W 500mA-1400mA one4all SC PRE

Bezeichnung	LCA	45W	500mA -1400mA	one4all	SC	PRE
Bedeutung	LED-Driver für Konstantstrom	Leistung	Ausgangs- strombereich	Dimmschnittstelle	Gehäuseform "stretched compact"	Ausführung: PRE (premium)

Die genaue Typenbezeichnung des LED-Driver finden Sie auf dem Typenschild des LED-Driver.

Systemübersicht

2.4. Kompatibilität von LED-Modul und LED-Driver

⚠ VORSICHT!

DLE G4 hat eine Basisisolierung gegenüber Erde bis 60 V und kann direkt auf einem geerdeten Metallteil der Leuchte montiert werden. Bei Betrieb mit LED-Drivern, deren max. Ausgangsspannung (auch gegenüber Erde) größer als 60 V ist, muss eine zusätzliche Isolierung zwischen Modul und Kühlkörper angebracht werden (z.B. durch isolierende Wärmeleitfolie) oder durch geeignete Leuchtenkonstruktion isoliert werden (z.B. Isolierung des Kühlkörpers gegenüber Erde).

Bei Spannungen größer als 60 V muss ein zusätzlicher Schutz gegen direkte Berührung (Testfinger) der leuchtenden Fläche des Moduls gewährleistet werden. Dies wird typischerweise mit einer nicht entfernbaren Optik über dem Modul gelöst.

Die Prüfung der Kompatibilität von LED-Modul und LED-Driver verläuft in zwei Schritten:

- _ Durch den Vergleich der Datenblätter lassen sich die notwendigen Voraussetzungen für den gemeinsamen Betrieb prüfen
- _ Durch den anschließenden Praxistest lässt sich sicherstellen, dass sich im Betrieb keine unerwarteten Probleme zeigen

2.4.1. Vergleich von Datenblatt-Werten mit 5-Punkte-Guideline

Beim Vergleich der Datenblätter müssen unterschiedliche Werte beider Geräte betrachtet werden. Die folgende Tabelle listet auf, welche Werte dies sind und welche Bedingungen sie erfüllen müssen.

Vergleich von...	Wert im LED-Modul		Wert im LED-Driver	Detailliertes Vorgehen
(1) Strom	I_{max}	=	Ausgangsstrom	<ul style="list-style-type: none"> _ Vorwärtsstrom des Moduls bestimmen
	Max. DC Vorwärtsstrom	>=	Ausgangsstrom + Toleranz	<ul style="list-style-type: none"> _ Überprüfen, ob LED-Driver mit demselben Ausgangsstrom betrieben werden kann _ Überprüfen, ob der max. DC Vorwärtsstrom des Moduls größer oder gleich ist dem Ausgangsstrom des LED-Drivers (inkl. Toleranz)

⚠ VORSICHT!

Der max. DC Vorwärtsstrom kann temperaturabhängig sein!
Siehe dazu die Derating Kurve des LED-Modules im Datenblatt.

weiter...

Systemübersicht

Vergleich von...	Wert im LED-Modul		Wert im LED-Driver	Detailliertes Vorgehen
(2) Spannung	Min. Vorwärtsspannung	>	Min. Ausgangsspannung	<ul style="list-style-type: none"> Überprüfen, ob der Spannungsbereich des Moduls vollständig innerhalb des Spannungsbereichs des LED-Drivers liegt
	Max. Vorwärtsspannung	<	Max. Ausgangsspannung	<div style="border: 1px solid yellow; padding: 5px;"> <p>⚠ VORSICHT!</p> <p>Die Vorwärtsspannung ist temperaturabhängig! Siehe dazu die V_f/t_p-Diagramme im Datenblatt.</p> </div>
	Min. Vorwärtsspannung @ min. Dimmlevel	>	Min. Ausgangsspannung	<div style="border: 1px solid blue; padding: 5px;"> <p>i HINWEIS</p> <p>Um uneingeschränkte Dimmbarkeit sicherzustellen, muss die Vorwärtsspannung des LED-Moduls bei min. Dimmlevel größer oder gleich sein der min. Ausgangsspannung des Drivers.</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> Vorwärtsspannung des Moduls bei min. Dimmlevel bestimmen Falls keine Werte für min. Dimmlevel vorhanden sind: min. Vorwärtsspannung minus 20 % als Näherungswert verwenden Überprüfen, ob die Vorwärtsspannung des Moduls größer oder gleich ist der min. Ausgangsspannung des Drivers.
(3) NF Strom Restwelligkeit	Max. zul. NF Strom-Restwelligkeit	>=	Ausgangsstrom NF Restwelligkeit (<120Hz)	<ul style="list-style-type: none"> Überprüfen, ob der max. zul. NF Strom-Restwelligkeit größer oder gleich ist dem Ausgangsstrom NF-Restwelligkeit des LED-Drivers
(4) Max. Stoßstrom	Max. zul. Stoßstrom	>	Max. Ausgangsstoßstrom	<ul style="list-style-type: none"> Überprüfen, ob der max. zul. Stoßstrom des Moduls größer ist als der max. Ausgangsstrom des LED-Drivers
(5) Leistung (relevant nur bei Mehrkanalbetriebsgeräten)	Min. Leistungsaufnahme	>	Min. Ausgangsleistung	<ul style="list-style-type: none"> Überprüfen, ob der Leistungsbereich des Moduls vollständig innerhalb des Leistungsbereichs des LED-Drivers liegt
	Max. Leistungsaufnahme	<	Max. Ausgangsleistung	

Systemübersicht

2.4.2. Praxistest

VORSICHT!

Im Anschluss an den Vergleich der Datenblatt-Werte ist ein Praxistest zwingend erforderlich. Nur durch einen Praxistest kann sichergestellt werden, dass die Systemkomponenten (Leuchte, LED-Driver, Modul, Verdrahtung) aufeinander abgestimmt sind und ordnungsgemäß funktionieren.

Folgende Aspekte müssen geprüft werden:

Technische Aspekte

- _ Transientenverhalten
- _ Farbverschiebung
- _ Anschluss im laufenden Betrieb
- _ Parasitäre Kapazitäten

Visuelle Aspekte

- _ Lichtflackern
- _ Stroboskopeffekt (Video-Anwendungen)
- _ Dimm-Verhalten
- _ Farbveränderung/-stabilität
- _ Lichtstrom

Bei der Durchführung der Praxistests müssen folgende Bedingungen berücksichtigt werden:

Bedingungen

- _ Alle Toleranzen
- _ Gesamter Temperaturbereich
- _ Unterschiedlicher Ausgangsspannungsbereich (inkl. ohne Last)
- _ Gesamter Dimmbereich
- _ Kurzschlussfall

HINWEIS

Falls Werte die gegebenen Grenzwerte knapp über- oder unterschreiten oder falls sich andere Themen oder Fragen ergeben, bitte den Technischen Support kontaktieren: techservice@tridonic.com

Systemübersicht

2.5. Standards und Normen

2.5.1. Standards und Normen für Module

Folgende Standards und Normen wurden bei der Konstruktion und Fertigung der Module berücksichtigt:

CE

Standard	Beschreibung
2006/95/EG	Niederspannungsrichtlinie: Richtlinie betreffend elektrischer Betriebsmittel zur Verwendung innerhalb bestimmter Spannungsgrenzen
2004/108/EG	EMV-Richtlinie ⁽¹⁾ : Richtlinie über die elektromagnetische Verträglichkeit

⁽¹⁾ EMV: Elektromagnetische Verträglichkeit

RoHS

Standard	Beschreibung
2002/95/EC	RoHS-Richtlinie ⁽¹⁾ : Richtlinie zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten

⁽¹⁾ RoHS: Restriction of (the use of certain) hazardous substances

Sicherheit

Standard	Beschreibung
DIN IEC 62031:2008	Sicherheitsanforderungen an LED-Module
EN 60598-1:2008 und A1:2009	Allgemeine Anforderungen und Prüfungen an Leuchten
EN 60598-2-2:1996 und A1:1997	Leuchten - Teil 2: Besondere Anforderungen; Hauptabschnitt 2: Einbauleuchten
EN 62471:2008	Photobiologische Sicherheit von Lampen und Lampensystemen

Sicherheit und Performance

Standard	Beschreibung
EN 61347-1:2009	Allgemeine und Sicherheitsanforderungen
EN 61347-2-13:2007	Besondere Anforderungen an gleich- oder wechselstromversorgte, elektronische LED-Driver für LED-Module
EN 62384:2007 IEC 62384 A1:2009	Anforderungen an die Arbeitsweise

Systemübersicht

Energieklassifizierung

Standard	Beschreibung
EU Regulation No: 874/2012	"Energy labelling of electrical lamps and luminaires"

2.5.2. Standards und Normen für LED-Driver

Folgende Standards und Normen wurden bei der Konstruktion und Fertigung der LED-Driver berücksichtigt:

EMI

Standard	Beschreibung
EN 55015 2008	Grenzwerte und Messverfahren für Funkstörungen von elektrischen Beleuchtungseinrichtungen und ähnlichen Elektrogeräten
EN 61000-3-2:2005 A1: 2008 und A2:2009	Grenzwerte für Oberschwingungsströme (Geräte-Eingangsstrom < 16 A je Leiter)
EN 61000-3-3:2005	Grenzwerte für Spannungsschwankungen und Flicker in Niederspannungsnetzen für Geräte mit einem Eingangsstrom <16 A je Leiter, die keiner Sonderanschlussbedingung unterliegen
EN 61547:2001	EMV-Störfestigkeitsanforderungen ⁽¹⁾

⁽¹⁾ EMV: Elektromagnetische Verträglichkeit

Sicherheit

Standard	Beschreibung
EN 50172 2005	Sicherheitsbeleuchtungsanlagen

DALI

Standard	Beschreibung
IEC 62386-101:2009	Allgemeine Anforderungen; System
IEC 62386-102:2009	Allgemeine Anforderungen; Kontrollgerät
IEC 62386-207:2009	DT6: Besondere Anforderungen Kontrollgerät; LED-Module

Mechanische Aspekte

3.1. Richtlinien zur Montage

Die DLE G4 ADV Module wurden mit dem Prüfschärfegrad 4 getestet. Sie können aus dem ESD-Dokument die Richtlinien, die bei der Montage beachtet werden müssen, entnehmen.

HINWEIS

EOS/ESD-Sicherheitsrichtlinien

Das Gerät/Modul enthält Bauteile, die auf elektrostatische Entladung empfindlich reagieren und darf nur bei Sicherstellung des EOS/ESD-Schutzes in der Fertigung und in der Anwendung eingebaut werden.

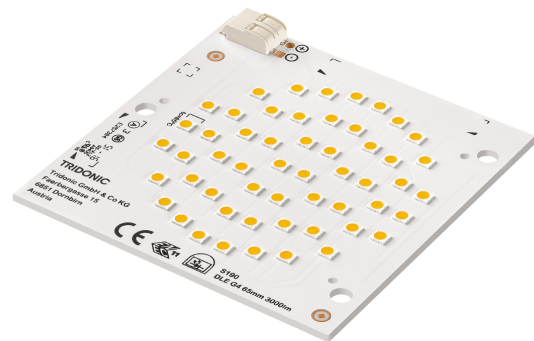
Für Geräte/Module mit geschlossenem Gehäuse (keine Berührung auf Leiterplatte möglich) sind bei normaler Installationshandhabung keine Vorkehrungen notwendig. Bitte beachten Sie hierzu die Vorgaben aus dem Dokument EOS/ESD-Richtlinien (Richtlinie_EOS_ESD.pdf) auf:

- _ http://www.tridonic.com/com/de/download/technical/Richtlinie_EOS_ESD_de.pdf
- _ <http://www.tridonic.com/com/de/technische-dokumente.asp>

Ausführung mit Gehäuse



Ausführung ohne Gehäuse



3.2. Durchführung Montage

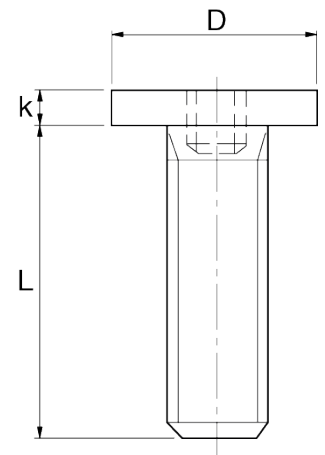
Die Module werden jeweils mit 3 Schrauben auf einen Kühlkörper montiert.

Um das Gehäuse der Module nicht zu beschädigen, sollten hierfür nur Linsenkopf- Schrauben verwendet werden. Bei der Wahl der geeigneten Schrauben sind folgende Maße zu beachten:

Mechanische Aspekte

Maße der Befestigungsschrauben

Variable	Wert
Schraubengröße	M4 ⁽¹⁾
Min. Länge L	10 mm
Max. Länge L	abhängig vom Design der Leuchte und von der Wahl des Kühlkörpers
Durchmesser des Schraubenkopfes D	Dmax = 7,2 mm
Max. Drehmoment	0,5 Nm



⁽¹⁾ M3-Schrauben nach DIN 84 (ISO 1207, UNI 6107) einsetzen.

Mechanische Aspekte

3.3. Anforderungen und Schutzmaßnahmen gegen Beschädigung

Abhängig von der Einbausituation des LED-Betriebsgeräts und der Module müssen folgende Anforderungen berücksichtigt werden:

- _ Ausreichender Abstand zu aktiven leitfähigen Materialien
- _ Ausreichende Zugentlastung bei geschlossener Abdeckung des LED-Betriebsgeräts
- _ Ausreichende Kühlung der Module (die max. Temperatur am t_c -Punkt darf nicht überschritten werden)
- _ Ungehinderter Lichtauslass der Module
- _ Die Steckklemmen des Moduls erlauben eine einfache und schnelle Verdrahtung. Sie lassen sich über den Drücker wieder lösen.

3.3.1. Mechanische Beanspruchung

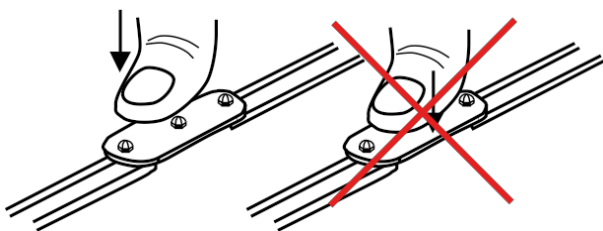
LED-Module enthalten elektronische Komponenten, die empfindlich gegen mechanische Beanspruchung sind. Diese ist deshalb auf ein Minimum zu reduzieren. Insbesondere sind folgende mechanische Beanspruchungen zu unterlassen, die in der Folge zu einer irreversiblen Schädigung führen:

- _ Druck
- _ Bohren
- _ Fräsen
- _ Brechen
- _ Sägen
- _ sowie ähnliche mechanische Bearbeitung

Druckbelastung

Die Komponenten der LED-Module (Leiterplatte, Phosphor, Linsen, elektronische Bauteile usw.) sind druckempfindlich. Beim Einbau in eine Leuchte darf kein Druck auf die Komponenten ausgeübt werden:

- _ Bei Verwendung von aufgesetzten Glas- oder Plexiglasscheiben darauf achten, dass kein Druck auf den Phosphor ausgeübt wird
- _ LED-Module stets nur am Rand anfassen



Richtig (links) und falsch (rechts)

3.3.2. Chemische Verträglichkeit

LED-Module können durch andere Materialien geschädigt werden, wenn diese bestimmte chemische Eigenschaften aufweisen. Ursache dieser Schädigung sind unterschiedliche gasförmige Verbindungen, die in das Vergussmaterial der LED eindringen und dabei das Vergussmaterial, den Farbkonversionsleuchtstoff oder die LED-Chips angreifen und die elektrische Kontaktierung oder das Substrat beeinträchtigen können.

Mechanische Aspekte

Einsatzgebiete chemischer Stoffe

Bekannte Einsatzgebiete für chemische Stoffe sind:

- _ der Einsatz als Schutzlack in Anwendungen mit erhöhter Luftfeuchtigkeit (Außenanwendung),
- _ der Verguss von LED-Modulen,
- _ das Verkleben von LED-Modulen und
- _ das Abdichten von Leuchten.

Folgende Materialien müssen auf ihre Unbedenklichkeit hin überprüft werden:

- _ Alle bei der Montage und beim Aufbau der Leuchte verwendeten Komponenten und Hilfsstoffe:
 - _ Lösemittel von Klebern und Beschichtungen
 - _ Andere sogenannte VOC ("volatile organic compounds" = flüchtige organische Verbindungen)
- _ Alle anderen zusätzlich in der Atmosphäre vorhanden Stoffe:
 - _ Ausgasungen von Klebern, Dichtstoffen und Beschichtungen
 - _ Reinigungsmittel und Verarbeitungshilfsstoffe (bspw. Schneidöle und Kühlschmierstoffe beim Bohren)

HINWEIS

Kontaktieren Sie Ihren LED-Hersteller bei Fragen zu den verbauten Materialien und möglichen Wechselwirkungen und Gefahren.

Die Zusammenstellung einer "safe list" ist aufgrund der Komplexität des Themas nicht möglich. In der folgenden Tabelle werden einige mögliche Schadstoffe für LED-Module, die Verbindungsklassen und Beispiele möglicher Quellen genannt. Hierbei handelt es sich um Beispiele verbreitet eingesetzter Verbindungen, ohne Anspruch auf Vollständigkeit.

Mechanische Aspekte

Verbindungsklasse	Chemische Bezeichnungen	Kommt vor in
Säuren	<ul style="list-style-type: none"> _ Salzsäure _ Schwefelsäure _ Salpetersäure _ Phosphorsäure 	<ul style="list-style-type: none"> _ Reiniger _ Schneidöle
Organische Säuren	<ul style="list-style-type: none"> _ Essigsäure 	<ul style="list-style-type: none"> _ RTV Silikone _ Schneidöle _ Entfetter _ Klebstoffe
Laugen	<ul style="list-style-type: none"> _ Ammoniak _ Amine _ Natriumhydroxid 	<ul style="list-style-type: none"> _ Detergentien _ Reiniger
Organische Lösemittel	<ul style="list-style-type: none"> _ Ether (z.B. Glykol) _ Ketone (z.B. Methylethylketon) _ Aldehyde (z.B. Formaldehyd) _ Aromaten (z.B. Xylol und Toluol) 	<ul style="list-style-type: none"> _ Reiniger _ Waschbenzin _ Petroleum _ Farben und Lacke
VOC (flüchtige organische Verbindungen)	<ul style="list-style-type: none"> _ Acetate _ Acrylate _ Aldehyde _ Diene 	<ul style="list-style-type: none"> _ Superkleber _ Alleskleber _ Schraubensicherungslacke _ Beschichtungen _ Farben und Lacke
Mineralöle	<ul style="list-style-type: none"> _ Kohlenwasserstoffe 	<ul style="list-style-type: none"> _ Maschinenöl _ Schmiermittel
Pflanzenöle und synthetische Öle	<ul style="list-style-type: none"> _ Siloxane _ Fettsäuren 	<ul style="list-style-type: none"> _ Silikonöle _ Leinöl _ Fette
Härter, Vulkanisator	<ul style="list-style-type: none"> _ Schwefelverbindungen 	<ul style="list-style-type: none"> _ Dichtungen _ Dichtstoffe _ Farben

Mechanische Aspekte

Schutz des Vergussmaterials

Folgende Richtlinien einhalten, um eine Beschädigung des Vergussmaterials zu vermeiden:

- _ Es ist darauf zu achten, dass die in LED Anwendungen verwendeten Chemikalien nicht lösungsmittelbasiert, kondensationsvernetzt oder acetatvernetzt (Essigsäure) sind. Diese spalten Reaktionsprodukte ab (z.B. Lösungsmitteldämpfe, Essigsäure), die das LED-Modul oder das Vergussmaterial beschädigen können. Dies gilt sowohl für Chemikalien, die nicht in unmittelbarer Nähe des LED-Moduls eingesetzt werden (z.B. Abdichtungen), als auch für Chemikalien, die direkt mit den LED-Modulen in Kontakt kommen (z.B. Isolierlacke, Kleber).
- _ Um die Chemikalie und die Art der Vernetzung bestimmen zu können, muss beim Hersteller ein technisches Datenblatt angefordert werden, die eine Auflistung der Inhaltsstoffe enthält.

Beispiel für Beschädigung des Vergussmaterials, erkennbar an Verschiebung des Farbortes:

powerLED P211, original

powerLED P211, Beschädigung durch Lösungsmitteldämpfe



Schutzmaßnahmen beim Abdichten

Auch für Chemikalien, die zum Abdichten von Leuchtgehäusen eingesetzt werden, gelten die oben beschriebenen Punkte. Wird jedoch das LED-Modul erst nach dem kompletten Aushärten (siehe jeweilige Materialinformation) der Abdichtungsmasse in die Leuchte verbaut, können diese vernachlässigt werden.

Sind die LED-Module jedoch schon in der Leuchte verbaut, kann durch ausreichenden Abstand (>10 cm) und Belüftung (offenes Gehäuse und Luftzirkulation, Absaugung oder Ventilator) während der Aushärtung der Chemikalien die mögliche Beschädigung des Vergussmaterials durch Lösungsmitteldämpfe auf ein Minimum reduziert werden.

Schutzmaßnahmen beim Verkleben

Um Beschädigungen der LED-Module zu vermeiden, ist sicherzustellen, dass dazu keine Werkzeuge verwendet werden, bzw. dass kein Druck auf die elektronischen Bauteile und das Vergussmaterial ausgeübt wird.

- _ Bei Verwendung von aufgesetzten Glas- oder Plexiglasscheiben darauf achten, dass kein Druck auf das Vergussmaterial ausgeübt wird.
- _ LED-Module stets nur am Rand anfassen.

3.3.3. Reinigung von LED-Modulen

⚠ VORSICHT!

Das Reinigen von LED-Modulen darf nur unter netzfreiem Zustand erfolgen, das bedeutet, dass z.B. Strahler vom Schienensystem heruntergenommen und erst dann die Reinigung durchgeführt werden kann.

Mechanische Aspekte

Es gibt zwei Möglichkeiten, LED-Lichtmodule zu reinigen:

Reinigen mit Druckluft

Vorgehen

- _ Druckluft im Winkel von ca. 45° und im Abstand von 5 cm anwenden

Reinigen mit Isoprophylalkohol (IPA)

VORSICHT!

Bei mechanischer Belastung des LED-Moduls können Bonddrähte, Vergussmasse oder andere Teile beschädigt werden

- _ Keinen Druck auf das Modul ausüben bei der Reinigung

HINWEIS

Garantieansprüche erlöschen, wenn LED-Module in Folge von mechanischer Belastung beschädigt werden.

Vorgehen

- _ Watte pads mit Isoprophylalkohol befeuchten, nicht nass machen!
- _ LED-Modul mit den feuchten Watte pads reinigen
- _ Neue trockene Watte pads verwenden, um Reste von Isoprophylalkohol vom LED-Modul zu entfernen

3.3.4. Verkleben von LED-Modulen

Vorarbeiten

Eine saubere und dauerhafte Klebeverbindung zweier Materialien erfordert besondere Vorkehrungen. Um eine optimale Haftung zu erreichen, muss die Trägerfläche trocken, gereinigt und frei von jeglicher Verschmutzung sein. Für die Reinigung mit einem fusselfreien Tuch empfehlen wir folgende Materialien:

- _ Isopropanol / Wasser 50/50
- _ Aceton
- _ Heptan

Mechanische Aspekte

Wichtige Aspekte

- _ Trägermaterial
Das Trägermaterial muss eine ausreichende thermische Leitfähigkeit aufweisen (z.B. Aluminium). Die Größe der Kühlfläche hängt unter anderem von der Leistung der LED ab. Hinweise zur benötigten Kühlfläche entnehmen Sie bitte dem entsprechenden Produktdatenblatt.
- _ Klebermaterials
Das Trägermaterial selbst spielt eine wichtige Rolle bei der Wahl des Klebermaterials, entscheidende Kriterien sind der Ausdehnungskoeffizient und die Verträglichkeit gegenüber dem Basismaterial der Modulleiterplatte (Kunststoff oder Aluminium). Dies muss in der Anwendung im Hinblick auf Langzeitstabilität, Kontamination der Oberfläche und mechanische Eigenschaften überprüft werden.
- _ Oberflächenbeschaffenheit
Das Trägermaterial muss an den Verbindungsstellen unlackiert (Wärmetransport, Haftung) und plan sein.
- _ Montagetemperatur
Um eine optimale Haftung zu erreichen, ist die Verarbeitung bei Raumtemperatur zu empfehlen.

Weitere Hinweise

Das mehrmalige Verkleben eines LED Moduls ohne Wechsel des Thermal Interface Materials (TIM) ist nicht erlaubt. Beschädigte TIMs sind vollständig zu entfernen und durch neue TIMs zu ersetzen.

3.3.5. Verpackung und Transport von LED-Modulen

LED-Produkte von Tridonic werden in dafür geeigneten Verpackungen ausgeliefert. Die Verpackung gewährleistet speziellen Schutz gegen mechanische Beschädigung und ESD (Elektrostatische Entladung). Es empfiehlt sich deshalb, LED-Produkte in diesen Verpackungen weiter zu transportieren.

Elektrotechnische Aspekte

4.1. Elektrische Verbindungen

4.1.1. Elektrische Sicherheit

Grundlegende Einteilung von Schutzklassen

Je nach Ausführung der Leuchten werden verschiedene elektrische Schutzklassen erreicht:

- _ Im Bereich Schutzklasse III (auch Schutzkleinspannung oder SELV für Safety Extra Low Voltage) betriebene Leuchten verfügen im Inneren über so geringe Spannungen, dass ein elektrischer Körperstrom ohne Folgen bleibt. Als Kleinspannung (auch Niedervolt oder Schwachstrom) werden Wechselspannungen bis 35 V AC Effektivwert und Gleichspannungen bis 60 V DC bezeichnet.
- _ Schutzklasse II (NON-SELV) gilt für Leuchten mit doppelter Isolierung ohne Schutzterde zwischen Netzstromkreis und Ausgangsspannung bzw. Metallgehäuse. Selbst wenn die Leuchten elektrisch leitende Oberflächen haben, sind sie durch ihre Isolierung vor Kontakt mit anderen spannungsführenden Teilen geschützt.
- _ Schutzklasse I (NON-SELV) gilt für Leuchten mit Basisisolierung und Schutzterde. Alle elektrisch leitfähigen Gehäuseteile sind über ein Schutzleitersystem verbunden, welches sich auf Erdpotential befindet.

Basisisolierung DLE G4 ADV

DLE G4 ADV hat eine Basisisolierung gegen Erde also eine Luft-/Kriechstrecke größer oder gleich 3 mm und kann direkt auf einem geerdeten Metallteil der Leuchte montiert werden.

Leuchte mit SELV-Level

Bei Verwendung des LED-Moduls DLE G4 ADV in Kombination mit einem LED-Betriebsgerät der Schutzklasse SELV wird der SELV-Level für die Leuchte erreicht.

Aufgrund der SELV-Spannung ist ein risikofreies Ersetzen der Leuchte durch den Fachmann möglich.

HINWEIS

Die Unterteilung der LED-Betriebsgeräte in SELV- und NON-SELV-Schutzklassen können Sie der Tabelle Kombinationsmöglichkeiten entnehmen.

Leuchte mit Schutzklasse II

Bei Verwendung eines LED-Betriebsgeräts mit NON-SELV-Level sind folgende Maßnahmen für die Erreichung der Schutzklasse II zwingend erforderlich:

- _ Verstärkte Isolation zwischen dem LED-Modul DLE G4 ADV und dem Gehäuse, zum Beispiel durch ein Kunststoffgehäuse oder eine zusätzliche isolierende Folie zwischen Gehäuse und Modul.
- _ Verstärkte Isolation zwischen dem LED-Betriebsgerät und dem Gehäuse, zum Beispiel durch ein Kunststoffgehäuse
- _ Verwendung von doppelt isolierten Leitungen
- _ Mechanischen Berührungsschutz aller elektrischen Kontakte realisieren, Abdeckung des Moduls typischerweise durch eine nicht entfernbarere Optik.

Leuchte mit Schutzklasse I

Bei Verwendung eines LED-Betriebsgeräts mit NON-SELV-Level sind folgende Maßnahmen für die Erreichung der Schutzklasse I zwingend erforderlich:

Elektrotechnische Aspekte

- _ Verwendung eines Metallgehäuses für die Leuchte
- _ Montage des LED-Moduls DLE G4 ADV direkt auf dem Gehäuse
- _ Erdung des LED-Betriebsgeräts, des LED-Moduls DLE G4 ADV und der Leuchte selbst
- _ Mechanischen Berührungsschutz aller elektrischen Kontakte realisieren, Abdeckung des Moduls typischerweise durch eine nicht entfernbare Optik.

⚠ GEFAHR!

Um lebensgefährliche Situationen zu vermeiden, müssen folgende Maßnahmen zwingend berücksichtigt werden:

- _ Alle elektrischen Arbeiten an einer Leuchte mit Schutzklasse I oder II (NON-SELV) dürfen nur von einer Elektrofachkraft durchgeführt werden!
- _ Die Leuchte muss vor diesen Arbeiten vom Netz getrennt werden!
- _ Die Leuchte auf Beschädigungen prüfen! Bei Beschädigungen muss die Leuchte ausgetauscht werden!

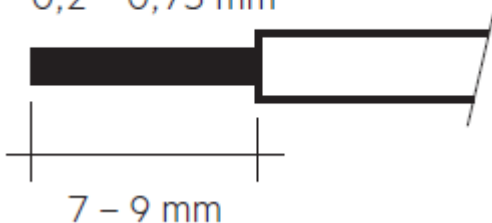
4.1.2. Verbindungen am LED-Betriebsgerät

Leitungsart und Leitungsquerschnitt

Zur Verdrahtung kann ein Voll- oder Litzendraht von 0,2 bis 0,75 mm² verwendet werden. Für perfekte Funktion der Steckklemme Leitungen 7 – 9 mm abisolieren. Den Drücker auf dem Gehäuse betätigen, um den Einzeldrahtleiter zu lösen.

Drahtvorbereitung:


0,2 – 0,75 mm²



Elektrotechnische Aspekte

4.1.3. Anschlüsse am LED-Betriebsgerät

Anschlüsse am LED-Betriebsgerät für DLE G4 ADV

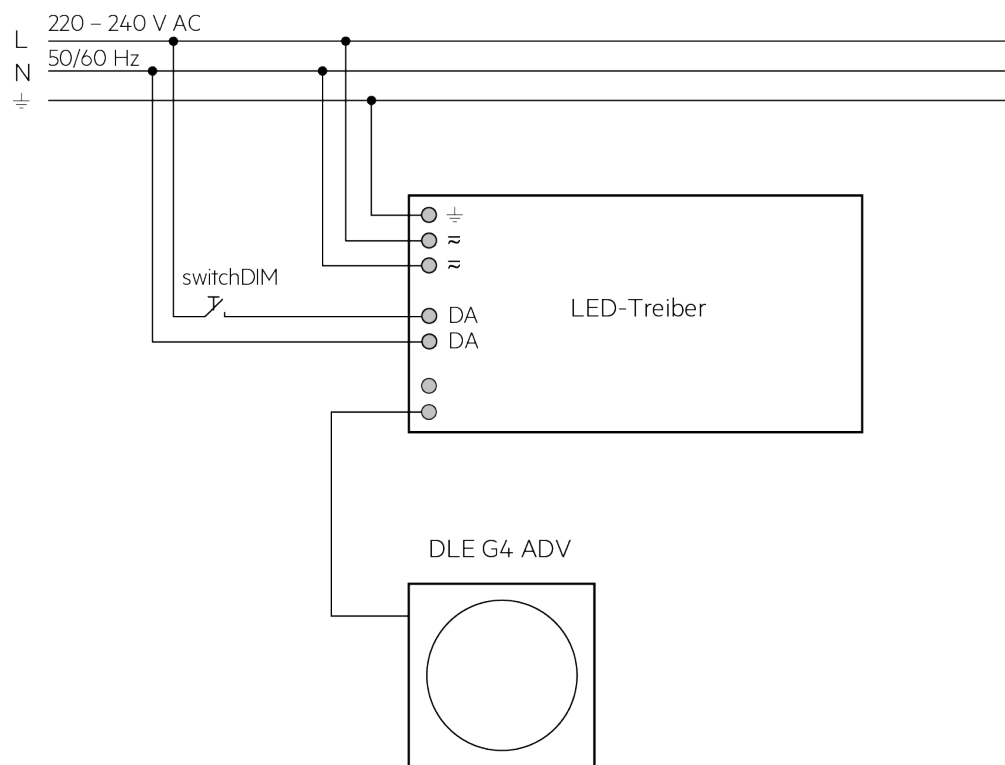
Pin	Anschluss	Bauform
	Funktionserde	Schraubklemme
~	Netzeingang 230 - 240 V AC	Schraubklemme
~	Netzeingang 230 - 240 V AC	Schraubklemme
DA ⁽¹⁾	Steuereingang DALI / switchDIM	Schraubklemme
DA ⁽¹⁾	Steuereingang DALI / switchDIM	Schraubklemme
+FAN	Speisung für aktive Kühlung	Schraubklemme
-FAN	Speisung für aktive Kühlung	Schraubklemme
+LED	DLE G4 ADV	Schraubklemme
-LED	DLE G4 ADV	Schraubklemme
ITM	Temperaturüberwachung	Schraubklemme
ITM	Temperaturüberwachung	Schraubklemme

⁽¹⁾ nur bei LED-Betriebsgeräten mit Dimmfunktion

Elektrotechnische Aspekte

4.2. Anschlussdiagramme

4.2.1. Anschlussdiagramm switchDIM für DLE G4 ADV Module

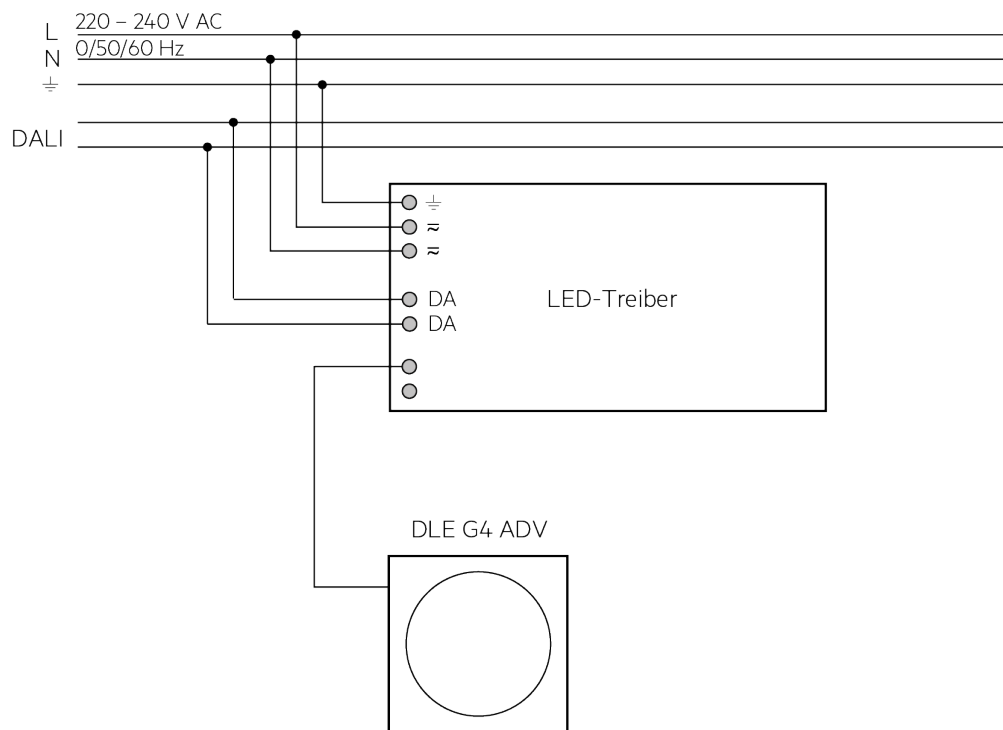


Das Anschlussdiagramm zeigt die Verbindung zwischen einem LED-Betriebsgerät und einem Modul in der Ausführung DLE G4 ADV sowie den Anschluss des LED-Betriebsgeräts an die Netzversorgung.

Die integrierte Funktion switchDIM wird über einen geeigneten Taster bedient.

Elektrotechnische Aspekte

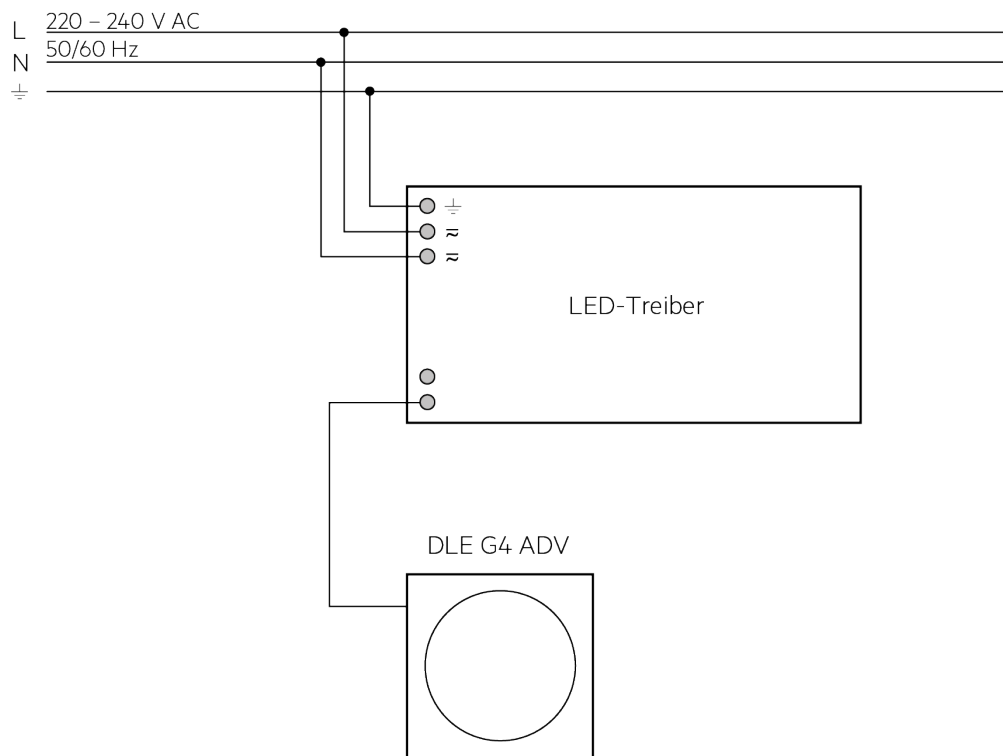
4.2.2. Anschlussdiagramm DALI für DLE G4 ADV Module



Das Anschlussdiagramm zeigt die Verbindung zwischen einem LED-Betriebsgerät mit Dimmfunktion und einem Modul in der Ausführung DLE G4 ADV sowie den Anschluss des LED-Betriebsgeräts an die Netzversorgung und an das digitale Steuersignal DALI.

Elektrotechnische Aspekte

4.2.3. Anschlussdiagramm ON/OFF via Netz für DLE G4 ADV Module



Das Anschlussdiagramm zeigt die Verbindung zwischen einem LED-Betriebsgerät ohne Dimmfunktion und einem Modul in der Ausführung DLE G4 ADV sowie den Anschluss des LED-Betriebsgeräts an die Netzversorgung.

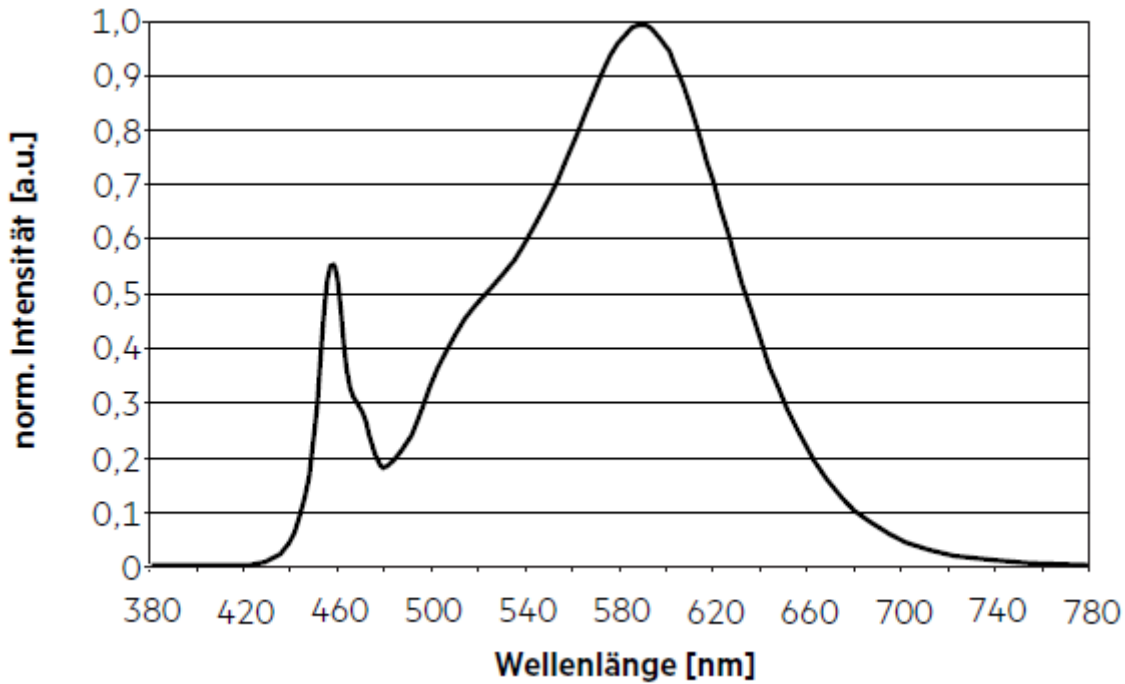
Optische Aspekte

5.1. Farbspektrum

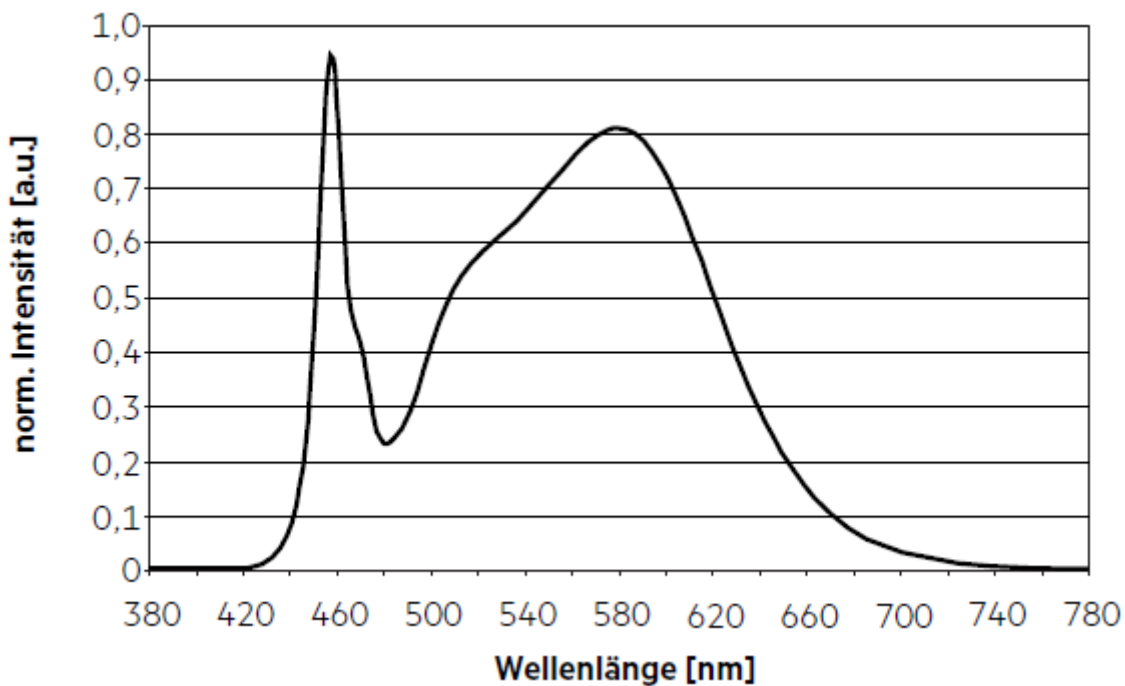
Die in den LED-Produkten eingesetzte Technologie ermöglicht auch die Produktion von LED in speziellen Lichtfarben bzw. Farbtemperaturen. So werden bislang nicht nur energieeffiziente, sondern vor allem auch farbechte Beleuchtungen erzielt.

Das Diagramm zeigt die normierte Intensität in Prozent über der Wellenlänge in nm bei unterschiedlichen Farbtemperaturen.

3.000 K



4.000 K



Optische Aspekte







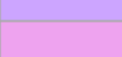


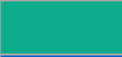




5.2. CRI, Ra und Ri - unterschiedliche Werte für die Farbwiedergabe

CRI (Colour Rendering Index) und Ra (arithmetischer Mittelwert) sind unterschiedliche Bezeichnungen für die eigentlich gleiche Sache. Sie werden als die "Wirkung einer Lichtquelle auf die farbliche Erscheinung von Gegenständen durch bewussten oder unbewussten Vergleich mit ihrer Farbwiedergabe unter einer Referenz-Lichtquelle" definiert.

CRI und Ra werden durch ein Testverfahren bestimmt. Acht Musterfarben (R1-R8) werden durch die zu untersuchende Lichtquelle sowie eine Referenzlichtquelle beleuchtet. Die unterschiedliche Wiedergabe der Farben wird verglichen und bewertet. Wenn es keinen wahrnehmbaren Unterschied gibt, wird ein Maximalwert von 100 vergeben. Bei wahrnehmbaren Unterschieden kommt es zu Abzügen vom Maximalwert. Die sich ergebende Zahl ist der Ri-Wert.

Dieser beschreibt die Qualität der Farbwiedergabe für eine der acht Musterfarben. Der Durchschnitt aller acht Ri-Werte ergibt den CRI oder Ra-Wert und beschreibt die allgemeine Farbwiedergabe der getesteten Lichtquelle. Die acht Musterfarben bestehen aus verschiedenen Pastellfarben und sind in der Tabelle unten als TCS01-08 (test colour samples, Testfarbmuster) aufgelistet. Es gibt weitere Farbproben: R9 bis R14 oder TCS09 bis 14.

Diese bestehen aus unterschiedlichen gesättigten Farben. Für die Berechnung der Ri, Ra und CRI-Werts werden sie nicht herangezogen. Allerdings haben diese Farben, vor allem R9, eine wichtige Bedeutung in der Beleuchtung von Fleisch, Fisch, Gemüse und Obst im Einzelhandel.

Name	Appr. Munsell	Appearance under daylight	Swatch
TCS01	7,5 R 6/4	Light greyish red	
TCS02	5 Y 6/4	Dark greyish yellow	
TCS03	5 GY 6/8	Strong yellow green	
TCS04	2,5 G 6/6	Moderate yellowish green	
TCS05	10 BG 6/4	Light bluish green	
TCS06	5 PB 6/8	Light blue	
TCS07	2,5 P 6/8	Light violet	
TCS08	10 P 6/8	Light reddish purple	
TCS09	4,5 R 4/13	Strong red	
TCS10	5 Y 8/10	Strong yellow	
TCS11	4,5 G 5/8	Strong green	
TCS12	3 PB 3/11	Strong blue	
TCS13	5 YR 8/4	Light yellowish pink	
TCS14	5 GY 4/4	Moderate olive green (leaf)	

Bei der Modulfertigung werden Chips mit unterschiedlichen Wellenlängen und Chip-Leistungen eingesetzt.

Da in der Fertigung LED-Chips mit unterschiedlichen Wellenlängen eingesetzt werden, sind auch unterschiedliche Phosphormischungen für das Erreichen der Zielkoordinaten erforderlich. Aus diesem Grund unterscheiden sich die Einzel-Ri-Werte

Optische Aspekte

von Auftrag zu Auftrag. Dies ist nicht problematisch. Für den Gesamteindruck entscheidend ist der Gesamt-CRI-Wert des LED-Moduls.

Sind in der Applikation spezielle Einzel-Ri-Werte gefragt, so muss darauf hingewiesen werden, dass diese Werte sich von Auftrag zu Auftrag aus den oben genannten Gründen ändern können. Es ist auch nicht möglich, Toleranzen anzugeben.

Bei Spezial-LED-Modulen, deren Farbort wissentlich so gewählt ist, dass sie eine bestimmte Produktgruppe beleuchten sollen (bspw. ist MEAT+ für die Beleuchtung von Rindfleisch ausgelegt), macht die Angabe der CRI- und der Einzel-Ri-Werte keinen Sinn. Bei Spezialmodulen ist die subjektive Beurteilung des Menschen der ausschlaggebende Faktor. Die heute definierten Farborte für GOLD, GOLD+, Fresh Meat und MEAT+ sind das Resultat entsprechender Testreihen. Hier werden weder die Einzel-Ri-Werte noch der CRI-Wert bewertet.

5.3. Standardabweichung

Das menschliche Auge erkennt nicht nur unterschiedliche Farben entlang der Schwarzkörperkurve, sondern auch Abweichungen ober- oder unterhalb dieser Linie. Wenn für eine LED eine Farbtemperatur von 2.700 K angegeben ist, ihr Farbort aber nicht direkt auf der Schwarzkörperkurve liegt, kann sie anders wahrgenommen werden als eine andere LED mit einer Farbtemperatur von ebenfalls 2.700 K. Um solche Unterschiede zu verhindern und LED-Leuchtmittel eindeutig zuordnen zu können, muss der Farbort durch Angabe der x-y-Koordinaten im CIE-Normenvalenzsystem bestimmt werden.

Wesentlich genauer ist die Angabe der Standardabweichung vom Ziel-Farbort, bezogen auf Stufen der MacAdam-Ellipsen. Die Einheit dafür heißt "SDCM" (Abkürzung für "Standard Deviation of Colour Matching". Beim direkten Blick in eine Lichtquelle werden diese Abweichungen stärker wahrgenommen als bei der "normalen" Lichtnutzung, wenn das Licht hauptsächlich durch Reflektionen auf den angestrahlten Oberflächen wirkt.

Farbunterschiede innerhalb einer Stufe der MacAdam-Ellipsen sind selbst beim Blick in die Leuchte nicht zu erkennen. Abweichungen von zwei bis drei Stufen (≤ 3 SDCM) gelten als kaum wahrnehmbar. Bei LED-Leuchtmitteln ist deswegen schon ein Wert von 3 SDCM überdurchschnittlich gut. Für die häufigsten Anwendungen ist 5 SDCM noch problemlos ausreichend.

5.4. Binning

Bei der Produktion von Chips bzw. Packages gibt es fertigungsbedingt kleine Abweichungen in den Farbtemperaturen und Vorwärtsspannungswerten. Werden die Chips ohne Vorselektion für die Produktion von LED-Modulen verwendet, können diese Unterschiede auffallen und das Erscheinungsbild stören.

Beim Binning werden die Chips bzw. Packages nach der Fertigung anhand der Farbtemperatur und der Vorwärtsspannungswerte klassifiziert, also in entsprechende Bins eingeteilt. Dadurch erhält man Gruppen von Chips bzw. Packages, die in einem sehr engen Toleranzfenster liegen. Werden LED-Module mit solchen Chips bzw. Packages bestückt, können störende Unterschiede im Erscheinungsbild verhindert werden.

5.5. Secondary Optics

Unter Secondary Optics versteht man zusätzliche optische Elemente, die den Lichtstrom in einer bestimmten Form gestalten oder prägen. Zu den Secondary Optics gehören bspw. Reflektoren, Linsen oder Abdeckungen.

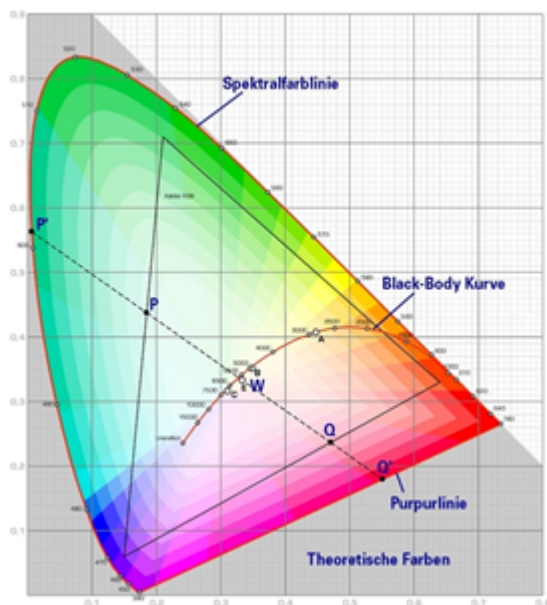
Optische Aspekte

5.6. Koordinaten und Toleranzen (nach CIE 1931)

Der Produktionsprozess der LED-LED kommt nach wie vor ohne Binning aus. Dadurch können weiße LED hergestellt werden, deren Normalverteilung im Bereich einer MacAdam-Ellipse 3 liegt. Durch die unmittelbare Nähe zur Planckschen Kurve werden keine störenden Farbunterschiede wahrgenommen.

In der LED-Endkontrolle wird jedes Modul automatisch gemessen um sicherzustellen, dass alle ausgelieferten Produkte innerhalb der vorgegebenen Spezifikation liegen.

5.6.1. Farbort



LEDs weisen Schwankungen auf, was ihren genauen Farbton betrifft. Dies bedeutet, dass unterschiedliche "weiße" LEDs zwar alle ein weißes Licht erzeugen, der Farbton aber nicht genau der gleiche ist.

Problematisch sind solche Unterschiede besonders dann, wenn die Beleuchtung einen einheitlichen, genau vorgegebenen Farbton erzeugen muss und Abweichungen das visuelle Erscheinungsbild erheblich stören. Durch Angabe des Farborts können solche Probleme vermieden werden, da durch den Farbort (angegeben in x-y-Koordinaten) der genaue Farbton einer LED beschrieben werden kann.

Einfach ausgedrückt handelt es sich beim Farbort um eine Koordinate im sogenannten CIE-Normenvalenzsystem (englisch: CIE 1931 colour space). Das auch als Farbdreieck bekannte Normenvalenzsystem bildet die Gesamtheit aller vom Menschen wahrnehmbaren Farben ab. Innerhalb des Dreiecks ist jede Farbe durch drei Koordinaten (x, y, z) definiert, wobei man zur Bestimmung einer Farbe lediglich zwei Koordinaten benötigt, da deren Summe stets die Zahl 1 ergibt.

Optische Aspekte

5.6.2. Farbtemperatur und Black Body Curve

Die Black Body Curve innerhalb des Normenvalensystem gibt jene Farben wieder, die entstehen, wenn ein sogenannter "Schwarzer Strahler" langsam erhitzt wird.

Beim "Schwarzen Strahlers" handelt es sich um einen "idealisierten" Körper, der Licht komplett absorbiert und keine Strahlung reflektiert. Wenn ein "Schwarzer Strahler" langsam erhitzt wird, durchläuft er unterschiedliche Farben, von dunkelrot, rot, orange, gelb, weiß bis zu hellblau. Die Definition der Farbtemperatur einer Lichtquelle ist definiert als diejenige Temperatur, bei der der "Schwarze Strahler" die exakt gleiche Farbe zeigt.

Die Farbtemperatur wird in Kelvin (K) gemessen. Gängige Leuchten haben Farbtemperaturen unter 3.300 Kelvin (warmweiß), zwischen 3.300 und 5.300 Kelvin (neutralweiß) oder über 5.300 Kelvin (tageslichtweiß).

5.7. Augensicherheit

Das menschliche Auge kann geschädigt werden, wenn es einer Lichtquelle direkt ausgesetzt wird. Gefahr geht aus von unterschiedlichen Lichtquellen:

Risikogruppe	Bewertung
Aktinisches UV E_S (200 - 400 nm)	Risikogruppe 0 ⁽¹⁾
Nahes UV E_{UVA} (315 - 400 nm)	Risikogruppe 0 ⁽¹⁾
Blaulicht L_B (300 - 700 nm)	Risikogruppe 0 ⁽¹⁾
Netzhaut thermisch L_R (380 - 400 nm)	Risikogruppe 0 ⁽¹⁾
IR Strahlung, Auge E_{IR} (780 - 3.000 nm)	Risikogruppe 0 ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Die Bewertung der Augensicherheit erfolgt nach der EN 62471:2008 (Photobiologische Sicherheit von Lampen und Lampensystemen):

- _ Risikofrei (Risikogruppe 0): Die LED stellt keine photobiologische Gefahr dar.
- _ Geringes Risiko (Risikogruppe 1): Die LED stellt aufgrund von normalen Einschränkungen durch das Verhalten keine Gefahr dar.
- _ Mittleres Risiko (Risikogruppe 2): Die LED stellt aufgrund von Abwehrreaktionen heller Lichtquellen oder thermischer Unbehaglichkeit keine Gefahr dar.
- _ Hohes Risiko (Risikogruppe 3): Die LED stellt sogar für flüchtige oder kurzzeitige Bestrahlung eine Gefahr dar.

Die Gefahr hängt ab von der Größe der Lichtquelle und deren Intensität. Die Gefahr wird größer je kleiner die Lichtquelle und je höher die Intensität ist.

Optische Aspekte

Entsprechend der Einteilung der LED in bestimmte Risikogruppen ergeben sich für den Leuchtenhersteller unterschiedliche Anforderungen:

Notwendige Maßnahmen	RG 0	RG 1	RG 2	RG 3
Angabe der Risikogruppe im Datenblatt der LED	n.a.	✓	n.a.	n.a.
Angabe, ab welcher Entfernung das LED-Modul in Risikogruppe 1 zurückfällt	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Positionierung der Leuchte, so dass direktes Starren ins Licht verhindert werden kann	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Markierung der Leuchte mit folgendem Symbol:	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.



Für die Leuchte insgesamt gilt, dass die Risikogruppe der Leuchte der Risikogruppe des verbauten LED-Moduls entspricht.

5.7.1. Reflektor-Design

Die mechanischen und optischen Eigenschaften der Module DLE G4 ADV bieten die besten Voraussetzungen für den Einsatz von Reflektoren. Durch die Wahl eines Reflektors mit geeigneter Lichtlenkung wird die Gesamteffizienz des Systems optimiert.

Die optischen Eigenschaften (z. B. Abstrahlwinkel) und die Abmessungen des Reflektors spielen dabei eine entscheidende Rolle:

Durch die Wahl eines Reflektors mit niedriger Reflektorhöhe kann, abhängig vom gewünschten Abstrahlwinkel, die Gesamthöhe der Leuchte verringert werden. Dadurch kann sich auch die thermische Leistung der Leuchte verbessern, indem die für den Kühlkörper zur Verfügung stehende Höhe vergrößert wird.

Um eine homogene Abstrahlung zu erzielen, wird bei LED-Modulen mit mehrfarbigen LEDs z. B. ein Reflektor mit integriertem Diffuser empfohlen.

Dadurch wird eine Mischung der Farben und eine homogene Abstrahlung erreicht. Einige Reflektoren bieten auch die Möglichkeit einer Facettierung der Reflektorwand. Je nach Position des Homogenisierungselements werden unterschiedliche Wirkungsgrade und unterschiedliche Ergebnisse in der Farbmischung erreicht.

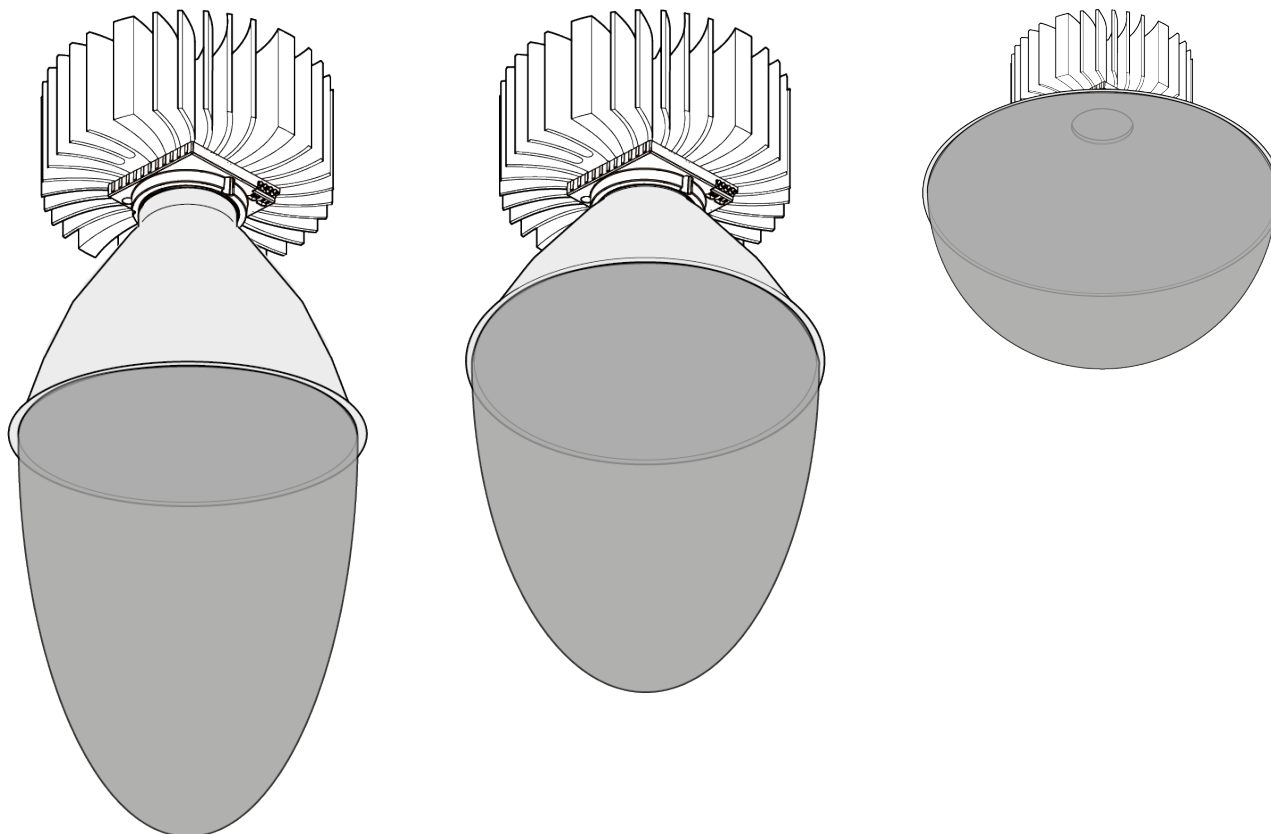
Optische Aspekte

Beispiele für Reflektoren mit unterschiedlichem Abstrahlwinkel

Spot

Medium

Flood



HINWEIS

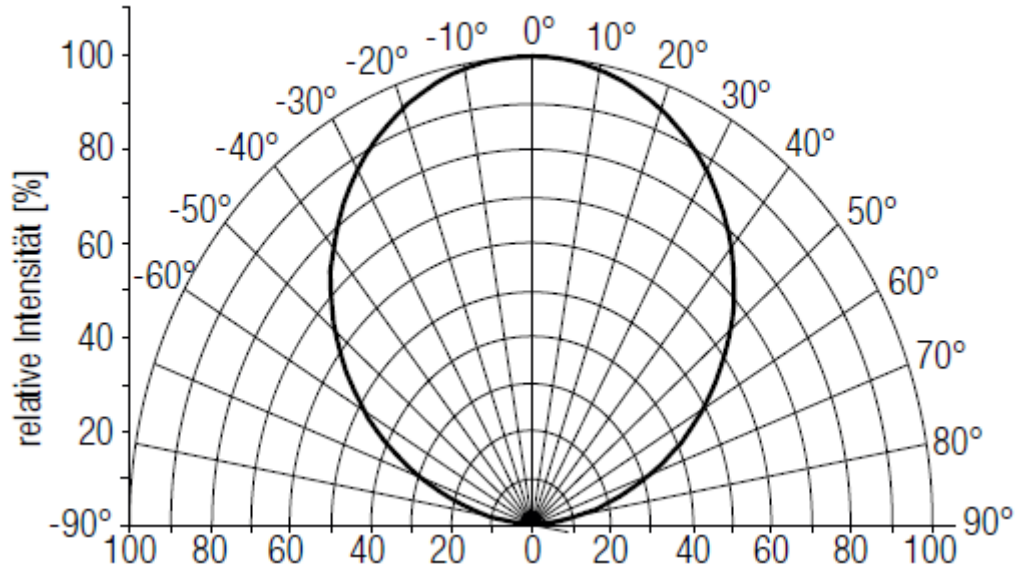
Zur Unterstützung eines kundenspezifischen Designs und zur optischen Simulation stellt Ihnen Tridonic gerne die CAD-Daten und die Rayfiles der Module auf der Tridonic-Homepage zum Download zur Verfügung:

- _ Gehen Sie auf die [Produktseite](#) der Tridonic-Homepage
- _ Wählen Sie das gewünschte Produkt aus
- _ Klicken Sie auf den Reiter CAD/RAY am Fuß der Seite

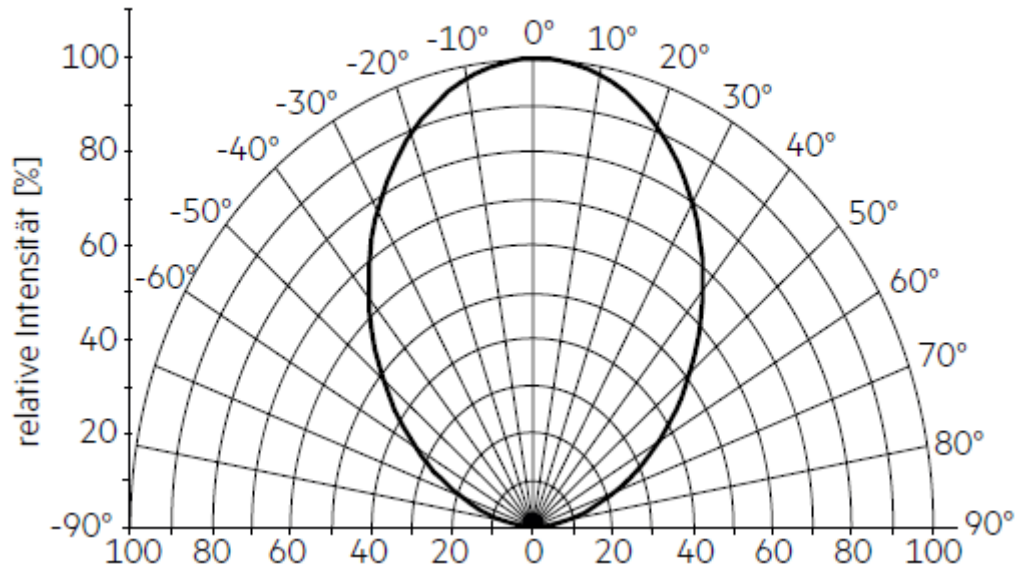
Optische Aspekte

5.7.2. Abstrahlcharakteristik

Lichtverteilung ohne Gehäuse (nur LED-Modul)



Lichtverteilung mit Gehäuse



Optische Aspekte

5.7.3. Photometrischer Code

Schlüssel für den Photometrischen Code, z.B. 830 / 359

1. Stelle		2. Stelle + 3. Stelle		4. Stelle	5. Stelle	6. Stelle	
		Farbtemperatur in Kelvin x 100		McAdam am Anfang	McAdam nach 25 % der Betriebsdauer (max. 6.000 h)	Lichtstrom nach 25 % der Betriebsdauer (max. 6.000 h)	
Code	CRI					Code	Lichtstrom
7	70 – 79					7	>= 70 %
8	80 – 89					8	>= 80 %
9	>= 90					9	>= 90 %

Thermische Aspekte

6.1. Lichtstromrückgang

6.1.1. Lebensdauer, Lichtstromrückgang und Fehlerrate

Der Lichtstrom eines LED-Moduls nimmt über die Lebensdauer ab, dies wird über den L-Wert angegeben.

L70 bedeutet dass das LED-Modul 70 % des Ausgangslichtstroms abgibt. Dieser Wert steht immer im Zusammenhang mit einer Betriebsdauer und definiert die Lebensdauer des LED-Moduls.

Der L-Wert ist ein statistischer Wert, der tatsächliche Lichtstromrückgang kann über die gelieferten LED-Module variieren. Der B-Wert gibt daher an wie viele Module den gegebenen L-Wert unterschreiten, z. B. L70B10 bedeutet dass 10 % der LED-Module unter 70 % des Ausgangslichtstromes sind bzw. 90 % über 70 % des Initialwerts.

Zusätzlich wird mittels C-Wert der Prozentsatz der Totalausfälle (fatal failure) angegeben.

Der F-Wert beschreibt die Verknüpfung aus B- und C-Wert, d.h. es sind sowohl Totalausfälle wie auch Degradation berücksichtigt, z. B. L70F10 bedeutet dass 10 % der LED-Module ausgefallen sind oder einen Lichtstrom unter 70 % des Initialwerts abgeben.

Für die Begrenzung der Lebensdauerangaben mit 50.000 h gibt es zwei Gründe:

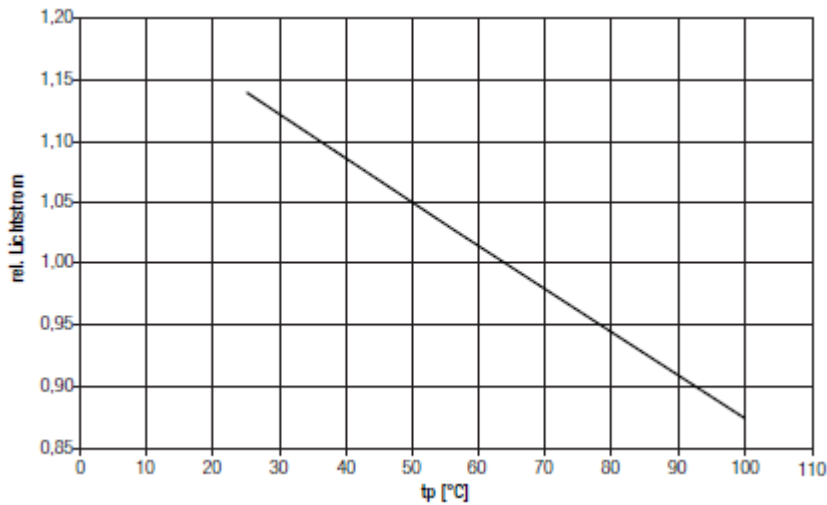
1. Die LED-Module sind 9.000 h getestet worden. Nach LM80 ist es erlaubt, eine 6-fache Extrapolation zu machen. Die Lebensdauer der LED-Module ist keineswegs mit 50.000 h begrenzt, es ist aber aufgrund der Vielfalt und der schnellen Generationenwechsel nicht sinnvoll, Tests über einen Zeitraum von mehreren hundert Stunden zu machen. Bis die Tests abgeschlossen worden wären, wären die getesteten Chips auf dem Markt nicht mehr erhältlich. Wir können aufgrund der getesteten Angaben eine Aussage bis 50.000 h machen, die LED-Lebensdauer liegt gewiss höher!
2. Die Schaltzyklen der LED-Module sind nach der Norm IEC 62717 / 10.3.3 zu testen. Wenn eine Lebensdauer von 50.000 h kommuniziert wird, müssen die LED-Module mindestens 25.000 Schaltzyklen getestet werden. Unsere LED-Module erfüllen die Anforderung der Norm IEC 62717 / 10.3.3 und sind 25.000 Schaltzyklen getestet worden.

6.1.2. Einfluss der Kühlung auf die Lebensdauer der Module

Die Lebensdauer des Moduls hängt sehr stark von der Betriebstemperatur ab. Je stärker die Betriebstemperatur durch Kühlung gesenkt werden kann, desto höher ist die zu erwartende Lebensdauer. Wird die zulässige Betriebstemperatur jedoch überschritten, kommt es zu einer deutlich verkürzten Lebensdauer.

Thermische Aspekte

Abbildung: Lebensdauer-Kennlinie

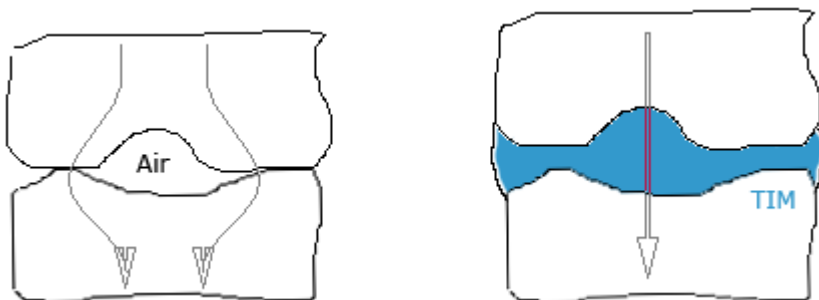


i HINWEIS

Bitte beachten Sie unbedingt die Angaben zur Betriebstemperatur und die Anforderungen an die Kühlung in den Datenblättern der Module.

6.1.3. Thermal Interface Material

Abbildung: Wärmeaustausch ohne TIM (links) und mit TIM (rechts)
(stark vergrößerte Darstellung)



Thermal Interface Material (TIM) trägt dazu bei, den thermischen Widerstand zwischen LED-Module und Kühlkörper herabzusetzen und den Wärmeaustausch zu verbessern.

Wenn LED-Modul und Kühlkörper miteinander verbunden werden, kann es durch Unebenheiten der Oberflächen zu Lufteinschlüssen kommen. Da Luft ein thermischer Isolator ist, wird dadurch der Wärmeaustausch behindert. Durch TIM werden diese Lufteinschlüsse aufgefüllt und der Wärmeaustausch verbessert sich.

Grundsätzlich gilt:

- _ Je geringer der thermische Widerstand, desto besser funktioniert der Wärmeaustausch und damit auch die Kühlung der Module
- _ Die Dicke des TIM richtet sich nach der Oberflächenbeschaffenheit der Bauteile: Je stärker die Unebenheiten sind, desto dicker muss das TIM sein

Thermische Aspekte

6.1.4. R_{th}

Die Lebensdauer der LED-Produkte hängt stark von der Betriebstemperatur ab. Werden die zulässigen Temperaturgrenzwerte überschritten, so kommt es zu einer deutlichen Reduktion der Lebensdauer bzw. zu einer Zerstörung des LED-Moduls DLE G4 ADV. Deshalb ist es notwendig, das LED-Modul DLE G4 ADV auf einem entsprechenden Kühlkörper zu montieren, welche die $R_{th_{max}}$ Werte nicht überschreiten. Die R_{th} Werte sind aus dem Datenblatt der jeweiligen Artikel zu entnehmen. Die Datenblätter finden Sie auf der Tridonic Webseite unter folgendem Link: <http://www.tridonic.com/com/en/data-sheets.asp>

6.1.5. t_p -Punkt, Umgebungstemperatur und Lebensdauer

Die Temperatur am t_p -Punkt ist maßgebend für den Lichtstrom und die Lebensdauer eines LED-Produktes.

Die thermischen Grenzwerte können am t_p/t_c und t_r -Punkt überprüft werden.

- _ t_p ist die Temperatur, bei dem die Bemessungswerte erreicht werden.
- _ t_c ist die Grenzwerttemperatur für die Sicherheit des Moduls und darf unter Normalbedingungen nicht überschritten werden.
- _ $t_{r_{max}}$ spezifiziert die thermische Anbindung des Kühlkörpers und der Leuchte für die Austauschbarkeit mit anderen Zhaga-Produkten.

Für das DLE G4 ADV ist eine t_p -Temperatur von 65 °C einzuhalten, um ein Optimum zwischen Kühlflächenbedarf, Lichtstrom und Lebensdauer zu erreichen.

Das Einhalten der zulässigen t_p -Temperatur muss unter Betriebsbedingungen in thermisch eingeschwungenem Zustand überprüft werden. Dabei ist die max. Umgebungstemperatur der relevanten Anwendung zu berücksichtigen.

Anmerkungen

Die tatsächliche Kühlung kann aufgrund des Materials, der Bauform, äußerer Einflüsse und der Einbausituation abweichen. Eine thermische Verbindung zwischen DLE G4 ADV und Kühlkörper mittels Wärmeleitpaste oder wärmeleitender Klebefolie ist zwingend notwendig.

DLE G4 ADV LED-Module müssen zusätzlich auf dem Kühlkörper mit M3 Schrauben befestigt werden, um die thermische Verbindung zu optimieren.

Die Berechnung der Kühlkörperangaben basieren auf der Verwendung einer Wärmeleitpaste mit einer Wärmeleitfähigkeit von > 1 W/mK und einer Schichtdicke mit max. 50 μ m oder einer wärmeleitenden Klebefolie mit der Eigenschaft $b < 50$ μ mmK/W.

6.1.6. Anforderungen an den Kühlkörper

Obwohl die Betriebstemperatur der Module im Betrieb kontinuierlich überwacht und bei Übertemperatur die Leistung automatisch reduziert wird, sollten die Module nicht ohne Kühlkörper betrieben werden. Bei der Auslegung der Kühlkörper ist auf ausreichende Kühlleistung zu achten.

Entscheidend für die Wahl des geeigneten Kühlkörpers ist in erster Linie der erforderliche R_{th} -Wert. Dieser Wert ist abhängig von der Lichtleistung des Moduls und von der Umgebungstemperatur, bei der das Modul betrieben werden soll. Der R_{th} -Wert des Kühlkörpers muss dabei in jedem Fall kleiner als der erforderliche R_{th} -Wert sein.

Thermische Aspekte

i HINWEIS

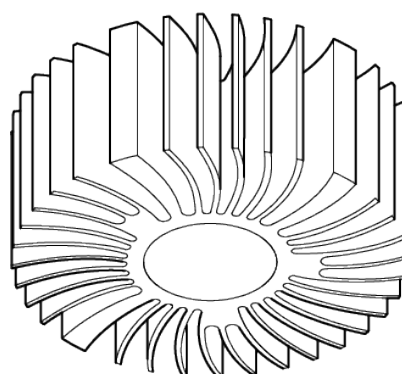
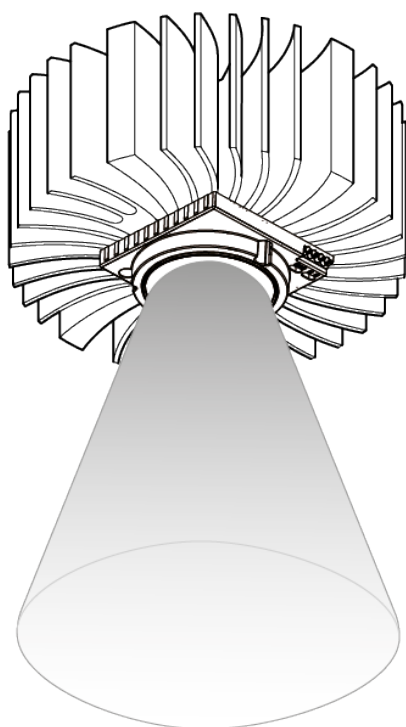
Nähere Angaben zu Kühlkörper-Werten finden sich im Datenblatt.

6.2. Passive und aktive Kühlung

6.2.1. Passive Kühlung

Beispiel für passive Kühlung des Moduls

Passives Kühlmodul



Der Wärmeübergang von einer Wärmequelle zum umgebenden Kühlmedium (z. B. Luft) ist in erster Linie von der Temperaturdifferenz, der wirksamen Oberfläche und der Strömungsgeschwindigkeit des Kühlmediums abhängig.

Ein Kühlkörper hat die Aufgabe, die Fläche zu vergrößern, über die die Wärme abgegeben werden kann. Dadurch wird der Wärmewiderstand gesenkt.

Ein passiver Kühlkörper wirkt vorrangig durch Konvektion. Dabei wird die erwärmte Umgebungsluft spezifisch leichter und steigt damit auf, wodurch kühlere Luft nachströmt.

Alternativ zur Kühlung mit Lüftern lassen sich auch Heatpipes einsetzen.

Dabei wird die Wärme insbesondere bei engen Platzverhältnissen zunächst abgeleitet. Am anderen Ende der Heatpipe befindet sich dann der eigentliche Kühlkörper.

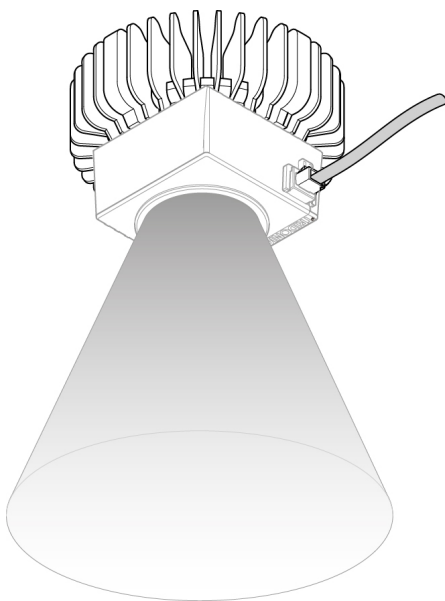
Thermische Aspekte

Vorteile einer passiven Kühlung

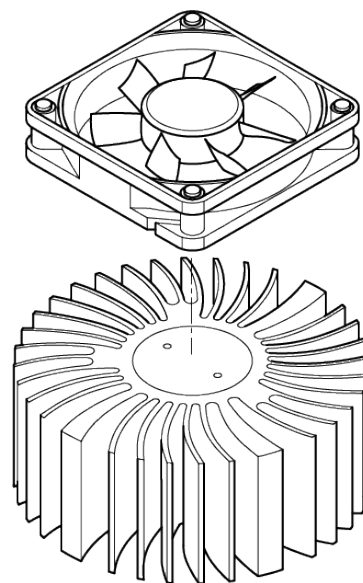
- _ Energiesparend
- _ Absolut geräuschlos
- _ Kein mechanischer Verschleiß
- _ Keine Wartung

6.2.2. Aktive Kühlung

Beispiel für aktive Kühlung des Moduls



Aktives Kühlmodul rund



Ein aktiver Kühlkörper besteht neben dem Kühlkörper zusätzlich aus einem elektrisch angetriebenen Lüfter. Der Lüfter führt die Wärme vom Kühlkörper ab, indem er ausreichend Luftmasse entlang des Kühlkörpers führt. Um den Leistungsbedarf und die Geräuschbildung zu mindern, kann die Lüfterdrehzahl von der Aktivkühlung aus temperaturabhängig gesteuert sein.⁽¹⁾ Alternativ zu Lüftern, kann auch ein Membran eingesetzt werden um eine aktive Luftbewegung hervorzurufen.

Aktive Kühlkörper mit Luftkühlung erreichen bei gleichem Materialaufwand eine etwa sechsfach höhere Kühlleistung gegenüber passiven Kühlkörpern.

Aktive Kühlkörper können daher sehr kompakt gebaut werden.

⁽¹⁾ Die Steuerung der Lüfterdrehung erfolgt nicht vom LED-Engine-System aus.

Vorteile einer aktiven Kühlung

- _ Platzsparend
- _ Effektive Kühlung
- _ Professionelles Design

Thermische Aspekte

6.3. Lüfteranschluss und Temperaturmessung

6.3.1. Fan-Driver

Der Fan-Driver dient dazu, aktive Kühlkörper anzutreiben und somit die ausreichende Kühlung der LED-Module zu gewährleisten.

HINWEIS

Bitte beachten, dass der Fan-Driver mit entsprechenden KTY-Sensoren und Verkabelung handzuhaben ist. Siehe dazu das entsprechende Datenblatt des LED-Betriebsgeräts.

6.3.2. KTY-Sensor

Die Funktion Intelligent Temperature Management (ITM) stellt einen Schutz der LED-Lichtmodule vor kurzfristiger thermischer Überlastung dar.

Um die Temperatur der LED zu überwachen bietet das LED-Betriebsgerät die Möglichkeit einen Silizium basierten Temperatursensor (KTY81-210, KTY82-210) anzuschließen.

Bei Überschreitung bestimmter Grenztemperaturen wird der LED-Ausgangsstrom schrittweise reduziert oder ganz abgeschaltet. Als Resultat davon verringert sich der Dimmlevel und die Temperatur sinkt. Bei Unterschreitung der Grenztemperatur kehrt das LED-Betriebsgerät selbstständig in den Nominalbetrieb zurück.

Die Verwendung eines NTC- oder PTC-Widerstands ist nicht möglich. Das Gerät kann auch ohne Sensor betrieben werden (Default-Einstellung). Die Funktion kann über den masterCONFIGURATOR angepasst werden.

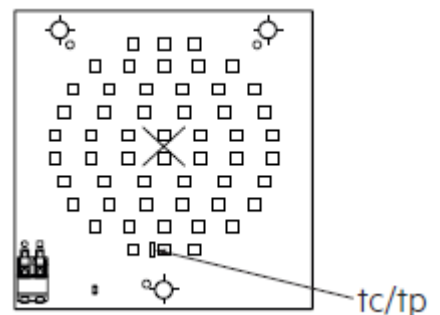
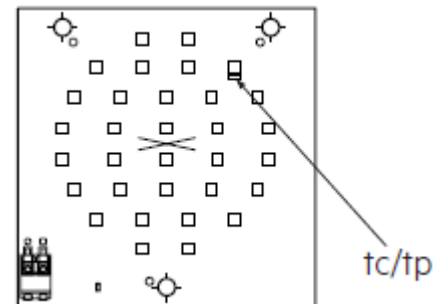
Bestellinformation und Bezugsquellen

6.3.3. Temperaturmessung am Modul

Um die Temperatur der Module zu überprüfen, muss am t_c/t_p -Punkt gemessen werden. Der t_c/t_p -Punkt ist - wie auf der Zeichnung am Beispiel des DLE G4 ADV ersichtlich - auf dem Modul gekennzeichnet.

Die Messung der Temperatur kann mit einer einfachen Temperatursonde erfolgen. In der Praxis haben sich Thermoelemente (z. B. B&B Thermotechnik Thermoelement K-Typ) bewährt. Solche Thermoelemente lassen sich mit einem wärmebeständigen Klebeband oder mit einem geeigneten Kleber direkt am t_c/t_p -Punkt anbringen. Die Messwerte werden dabei mit einem elektronischen Thermometer (z. B. „FLUKE 51“, VOLTCRAFT K202 Datenlogger) aufgenommen.

Bei der Messung der maximal möglichen Temperatur sollten grundsätzlich die ungünstigsten Bedingungen (Umgebungstemperatur, Montage der Leuchte) der jeweiligen Anwendung berücksichtigt werden. Die Leuchte sollte dazu vor der Messung für min. 4 Stunden in einem zugfreien Raum betrieben werden.



6.3.4. t_a , t_p rated, t_c max

- _ t_a ... ambient temperature: Die t_a Temperatur ist die Umgebungstemperatur, bei der das LED-Modul betrieben wird.
- _ t_p rated ... performance temperature: Die t_p rated Temperatur ist die Temperatur, bei der die photometrischen und elektrischen Angaben gemacht werden. Dies ist die Temperatur, die das LED-Modul im Betrieb hat.
- _ t_c max ... max. case temperature: Die t_c max Temperatur ist die Temperatur, die angibt, welche Temperatur das LED-Modul max. haben darf. Die t_c max Temperatur ist sicherheitsrelevant. Dies ist die max. Temperatur, bei der das LED-Modul ohne Gefährdung der Sicherheit betrieben werden darf.

6.3.5. Temperaturmanagement der LED-Betriebsgeräte

Um das LED-Modul vor thermischer Schädigung zu schützen, dimmen LED-Betriebsgeräte mit integrierter Temperaturüberwachung automatisch herunter, wenn eine bestimmte Temperatur überschritten wird.

Die Messung der Temperatur am LED-Betriebsgerät kann mit einer einfachen Temperatursonde am t_c -Punkt des LED-Betriebsgeräts erfolgen. Der t_c -Punkt des LED-Betriebsgeräts ist mit einem entsprechenden Aufkleber auf dem Gehäuse markiert.

i HINWEIS

In der Norm EN 60598-1 "Allgemeine Anforderungen und Prüfungen an Leuchten" sind entsprechende Messbedingungen, Sensoren und Handhabung ausführlich beschrieben.

Bestellinformation und Bezugsquellen

7.1. Artikelnummern

i HINWEIS

Die Serie DLE G4 ADV umfasst unterschiedliche Varianten von Modulen:

- _ mit Gehäuse
- _ ohne Gehäuse

Module tragen einen entsprechenden Zusatz im Namen:

- _ Module mit Gehäuse tragen den Zusatz "H" im Namen
- _ Module ohne Gehäuse tragen den Zusatz "R" im Namen

Erklärung der Abkürzungen:

- _ H ... housing
- _ R ... raw

Folgende Varianten sind verfügbar:

Name des Moduls	Gehäuse
mit Zusatz "H", bspw. DLE G4 65mm 3000lm 830 H ADV	ja
mit Zusatz "R", bspw. DLE G4 65mm 3000lm 830 R ADV	nein

Bestellinformation und Bezugsquellen

7.1.1. DLE G4 ADV

Typ	Artikelnummer	Farbtemperatur	Gehäuse
DLE G4 65mm 2000lm 830 R ADV	89602870	3.000 K	nein
DLE G4 65mm 2000lm 840 R ADV	89602871	4.000 K	nein
DLE G4 65mm 3000lm 830 R ADV	89602872	3.000 K	nein
DLE G4 65mm 3000lm 840 R ADV	89602873	4.000 K	nein
DLE G4 65mm 2000lm 830 H ADV	89602874	3.000 K	ja
DLE G4 65mm 2000lm 840 H ADV	89602875	4.000 K	ja
DLE G4 65mm 3000lm 830 H ADV	89602876	3.000 K	ja
DLE G4 65mm 3000lm 840 H ADV	89602877	4.000 K	ja
DLE G4 65mm 5000lm 830 H ADV	89603014	3.000 K	ja
DLE G4 65mm 5000lm 840 H ADV	89603015	4.000 K	ja

HINWEIS

Bitte informieren Sie sich unter www.tridonic.com über das aktuelle Angebot an Produkten sowie über die neuesten Software-Aktualisierungen.

Bestellinformation und Bezugsquellen

7.2. Produktanwendungsmatrix

Ob Sie LED für ein flächiges Licht oder den punktgenauen Akzent in der Beleuchtung suchen - mit unserem breiten LED-Produktportfolio schaffen Sie in jeder Lage ein individuelles Ambiente und inszenieren besondere Bereiche ganz wie es Ihnen gefällt. Unser Produktspektrum umfasst Einzellichtpunkte, runde, eckige und streifenförmige Varianten. Speziell darauf abgestimmte Betriebsgeräte, wie LED-Betriebsgerät, Verstärker und Sequenzer runden Einzelkomponenten zu einer perfekten Systemlösung ab: Sie erhalten die Gewähr für den idealen Betrieb und die höchste Effizienz.

7.2.1. Leuchtenanwendung LED-Engine

LED-Engine	Downlight	Spotlight	Linear / Rechteck	Dekorativ	Fläche	Outdoor (Straße)
LED-Engine DLE	✓					
LED-Engine SLE	✓	✓		✓	✓	

7.2.2. Leuchtenanwendung LED-Module

LED-Engine	Downlight	Spotlight	Linear / Rechteck	Dekorativ	Fläche	Outdoor (Straße)
LED-Module SPOT	✓	✓		✓	✓	
LED-Module RECTANGULAR						✓
LED-Module EOS	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Weiterführende Informationen und Angaben zu den technischen Daten und das gesamte LED-Produktportfolio finden Sie im Internet unter led.tridonic.com oder in unserem LED-Katalog.

Bestellinformation und Bezugsquellen

7.3. Partner

7.3.1. Kühlkörper

Kühlkörper mit **aktiver und passiver Kühlung** können bei folgenden Herstellern angefragt werden:

BRYTEC AG Brytec GmbH
Vierthalerstrasse 5
AT-5020 Salzburg
T +43 662 87 66 93
F +43 662 87 66 97
info@brytec.at

Cooliance GmbH
Im Ferning 54
76275 Ettlingen
Germany
Tel: +49 7243 33 29 734
Fax: +49 7243 33 29 735
info@cooliance.eu

MechaTronix
4 to 6F, No.308 Ba-De 1st Rd.,
Sinsin district, Kaohsiung City 80050,
Taiwan
Tel: +886-7-2382185
Fax: +886-7-2382187
sales@mechatronix-asia.com
www.mechatronix-asia.com

Nuventix
Vertrieb Österreich
EBV Distributor
Schonbrunner Straße 297-307
1120 Wien
T +43 1 89152-0
F +43 1 89152-30
www.ebv.com

SUNON European Headquarters
Sales area manager
Direct line: 0033 1 46 15 44 98
Fax: 0033 1 46 15 45 10
Mobile: 0033 6 24 07 50 49
andreas.rudel@sunoneurope.com

Kühlkörper mit **aktiver Kühlung** können bei folgenden Herstellern angefragt werden:

Francois JAEGLÉ
NUVENTIX EMEA Sales and Support Director

Bestellinformation und Bezugsquellen

T +33 624 73 4646
PARIS
fjaegle@nuventix.com

Kühlkörper mit **passiver Kühlung** können bei folgenden Herstellern angefragt werden:

AVC
Asia Vital Components Europa GmbH
Willicher Damm 127
D-41066 Mönchengladbach
Germany
T +49 2161 5662792
F +49 2161 5662799
sales@avc-europa.de

FriGoDynamics GmbH
Bahnhofstr. 16
D-85570 Markt-Schwaben
Germany
+49-8121-973730
+49-8121-973731
www.frigodynamics.com

7.3.2. Wärmeleitende Folien und Pasten

Wärmeleitende **Folien** (z. B. Transtherm® T2022-4, oder Transtherm® Phase Change) zur thermischen Anbindung der Module an einen Kühlkörper erhalten Sie unter anderem bei folgendem Partner:

BALKHAUSEN Division of Brady GmbH
Rudolf-Diesel-Straße 17
28857 Syke
Postfach 1253, 28846, Syke
T +49 4242 692 0
F +49 4242 692 30
angebot@balkhausen.de

Kunze Folien GmbH
Raiffeisenallee 12a
D-82041 Oberhaching
Tel: +49 89 66 66 82-0
Fax: +49 89 66 66 82-10
info@heatmanagement.com

3M Electro&Communications Business
4C, 3M House, 28 Great Jackson St
Manchester, M15 4PA
Office: +44 161 237 6182
Fax: +44 161 237 1105
www.3m.co.uk/electronics

Wärmeleitende **Pasten** (z.B. Silicone Fluid Component) zur thermischen Anbindung der Module an einen Kühlkörper erhalten Sie unter anderem bei folgendem Partner:

Bestellinformation und Bezugsquellen

Shin-Etsu Chemical Co. Ltd.
6-1, Ohtemachi 2-chome
Chiyoda-ku
Tokyo 100-0004
Japan

7.3.3. LED-Gehäuse

LED-Gehäuse erhalten Sie unter anderem bei folgendem Partner:

A.A.G. STUCCHI s.r.l. u.s.
Via IV Novembre, 30/32
23854 Olginate LC
Italy
Tel: +39.0341.653.204
Mob: +39.335.611.44.85
www.aagstucchi.it

7.3.4. Reflektorlösungen und Reflektor-Design

Reflektorlösungen und Unterstützung beim Reflektor-Design erhalten Sie unter anderem bei den folgenden Partnern:

ALMECO S.p.A.
Via della Liberazione 15
Tel: +39 02 988963.1
Fax: +39 02 988963.99
info.it@almecogroup.com

Alux-Luxar GmbH & Co. KG
Schneiderstrasse 76
40764 Langenfeld
Germany
T +49 2173 279 0
sales@alux-luxar.de

Jordan Reflektoren GmbH & Co. KG
Schwelmerstrasse 161-171
42389 Wuppertal
Germany
T +49 202 60720
info@jordan-reflektoren.de

KHATOD
OPTOELECTRONIC
Via Monfalcone, 41
20092 Cinisello Balsamo (Milan)
ITALY
Tel: +39 02 660.136.95
Fax: +39 02 660.135.00
Christian Todaro
Mobile: +39 342 8593226

Bestellinformation und Bezugsquellen

Skype: todaro_khatod
c.todaro@khatod.com
www.Khatod.com

LEDIL OY
Tehdaskatu 13
24100 Salo, Finland
F +35 8 2 7338001

7.3.5. Tridonic-Vertriebsorganisation

Die Auflistung der weltweiten Tridonic-Vertriebsorganisation findet sich auf der Tridonic-Homepage unter dem Menüpunkt "[Adressliste](#)".

7.3.6. Weiterführende Informationen

Ihren persönlichen Ansprechpartner bei Tridonic finden Sie unter www.tridonic.com

Weiterführende Informationen und Bestelldaten:

- _ LED-Katalog auf www.tridonic.com unter [Services](#) > [Literatur](#) > [Produktkatalog](#)
- _ Datenblätter auf www.tridonic.com unter [Technische Daten](#) > [Datenblätter](#)
- _ Zertifikate auf www.tridonic.com unter [Technische Daten](#) > [Zertifikate](#)