

## Leitfaden für den Betrieb von OLEDs an elektronischen Treibern

Der elektrische Betrieb von OLEDs lehnt sich an den von herkömmlichen anorganischen LEDs an. In vielen Fällen können bereits auf dem Markt verfügbare LED-Treiber verwendet werden. Dabei gibt es jedoch einige wichtige Grundlagen und OLED-Besonderheiten zu beachten.

### Optimaler Betrieb: Konstantstrom und Serienschaltung

#### **OLEDs müssen mit geregelterm Konstantstrom betrieben werden.**

Beim Betrieb mehrerer OLEDs an einem stromkonstanten Treiber müssen die OLEDs in Serie geschaltet oder ein Mehrkanalgerät mit einzeln geregelten Ausgangskanälen verwendet werden.

Durch Alterungsprozesse beim Betrieb sinkt die Lichtausbeute der OLED mit zunehmender Betriebsdauer ab und der statische Widerstand der OLED steigt an.

Der Anstieg des statischen Widerstands würde bei einem spannungskonstanten Betrieb ein Absinken des Betriebsstroms mit zunehmender Betriebsdauer hervorrufen und somit eine zur normalen Lichtausbeutealterung zusätzliche Abnahme des erzeugten Lichts bedeuten (Abbildung 1).

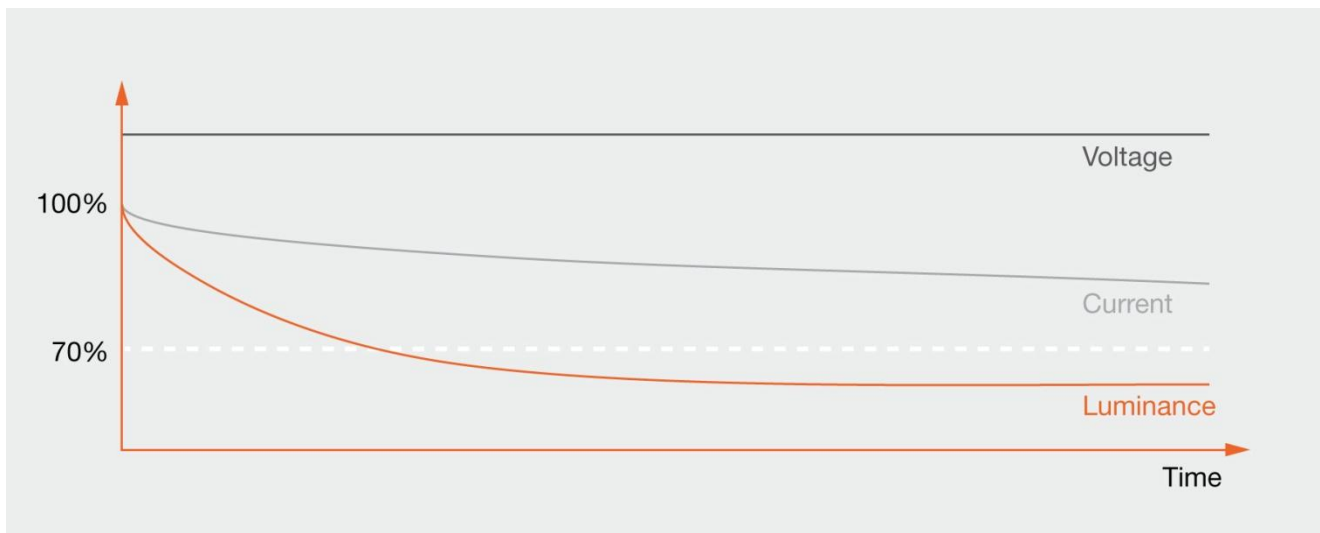


Abbildung 1: Abnahme von Betriebsstrom und Helligkeit bei spannungskonstantem Betrieb

Stromkonstanter Betrieb ist daher die optimale Lösung: Der Strom wird vom Vorschaltgerät konstant gehalten, während die Spannung an der OLED durch die Alterung ansteigt. Der L70-Punkt der Helligkeit wird dadurch deutlich nach hinten verschoben, die Leuchtdichte-Lebensdauer wird so also maximiert (Abbildung 2).

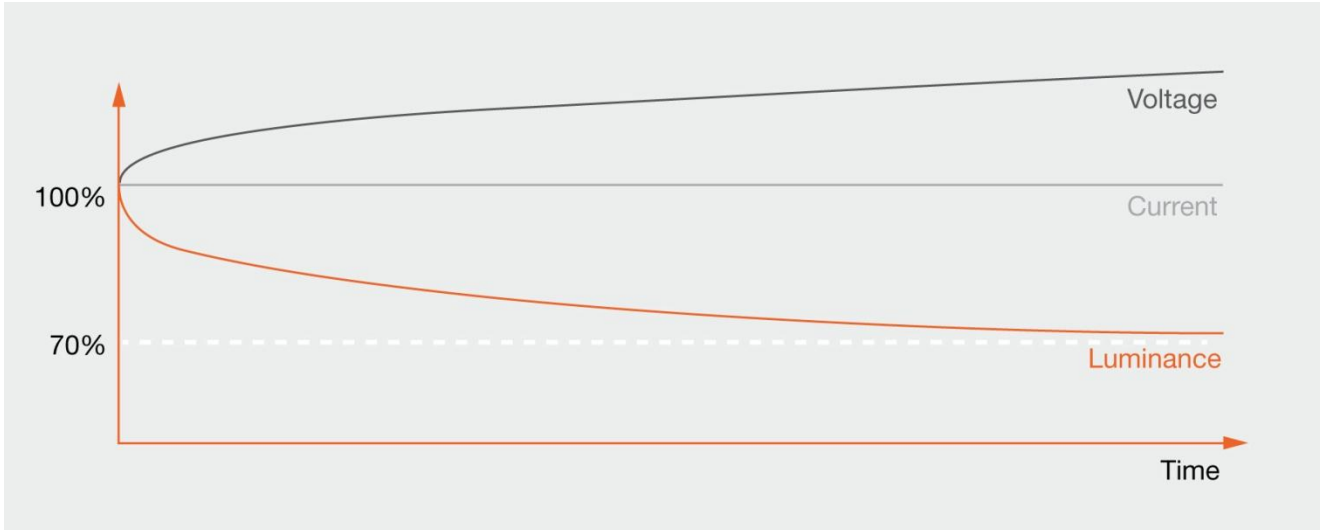


Abbildung 2: Reduzierte Helligkeitsabnahme bei stromkonstantem Betrieb

Die Helligkeit einer OLED verhält sich proportional zum Betriebsstrom, nicht aber zur Betriebsspannung. Die Spannungs-Leuchtdichte-Kennlinie verläuft im Nenn-Arbeitspunkt sehr steil, d.h. bereits kleine Änderungen der Spannung bzw. der Kennlinie (Temperatur, Produktionslos, etc.) rufen hohe Änderungen in der Leuchtdichte hervor. Die Strom-Leuchtdichte-Kennlinie verläuft deutlich flacher, d.h. kleine Änderungen des Stroms bzw. der Kennlinie (Temperatur, Produktionslos, etc.) rufen nur kleine Änderungen in der Leuchtdichte hervor (Abbildung 3).

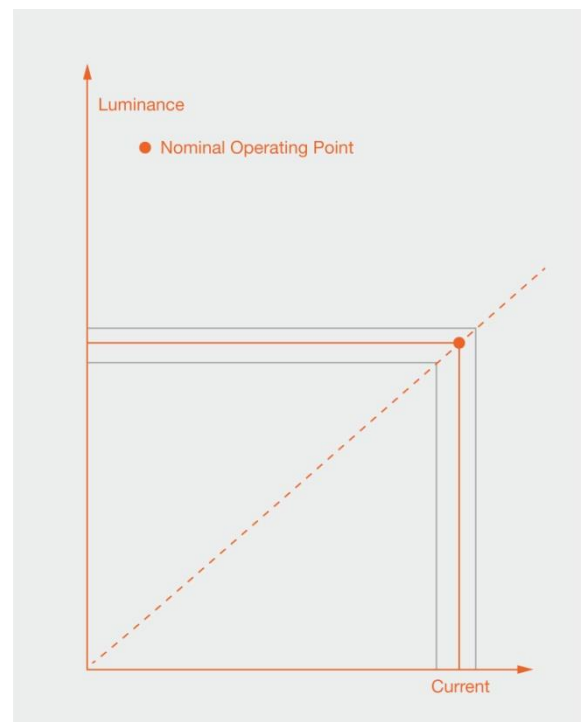
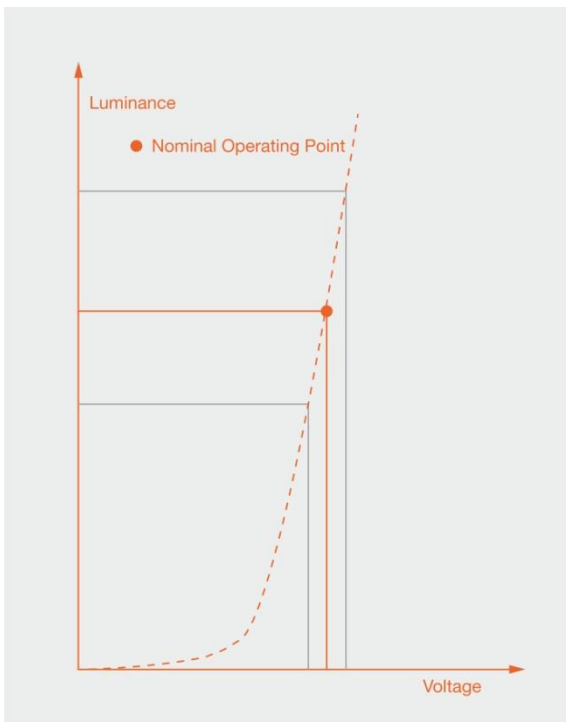


Abbildung 3: Spannungs-Leuchtdichte- und Strom-Leuchtdichte-Kennlinien einer OLED



Daher müsste ein spannungskonstantes Betriebsgerät in seiner Ausgangsspannung sehr genau an die jeweilige OLED-Spannung im Arbeitspunkt angepasst werden, was bei den meisten Geräten nicht möglich ist.

Fertigungstoleranzen in der OLED Spannung wirken sich bei spannungskonstantem Betrieb um ein Vielfaches stärker auf die Helligkeit aus, als bei stromkonstantem Betrieb.

Auch ein spannungskonstanter Betrieb mit Vorwiderstand ist sehr ungenau anzupassen und führt gerade wegen der o.g. Spannungsalterung auch zum vorzeitigen Abfall der Leuchtdichte.

**Stromkonstanter Betrieb sorgt also für maximale Lebensdauer und hält die Helligkeit stabil über eine weite Variation der Umgebungsparameter wie:**

- Temperatur
- Alterung
- Fertigungstoleranzen
- Toleranzen des elektronischen Treibers

### Einstellung des optimalen Betriebsstromes und Sicherstellen einer geeigneten Stromform

**Der OLED-Nennstrom muss über die Gleichstromamplitude eingestellt werden (nicht über das Tastverhältnis einer PWM) und darf nur geringen Ripplestrom enthalten.**

Um maximale Lebensdauer sicherzustellen, ist dem Datenblatt der OLED der Nennbetriebsstrom zu entnehmen und über das DC-Signal des Treibers einzustellen. Einstellung des Treiber-Ausgangsstroms über ein höheres DC-Signal als der Nennstrom und Reduzierung des mittleren Stroms mittels Pulsweitenmodulation (PWM) ist wegen der damit verbundenen Lebensdauerreduzierung nicht empfohlen (Abbildungen 4 und 5).



Abbildung 4: Korrekter Betriebsstrom

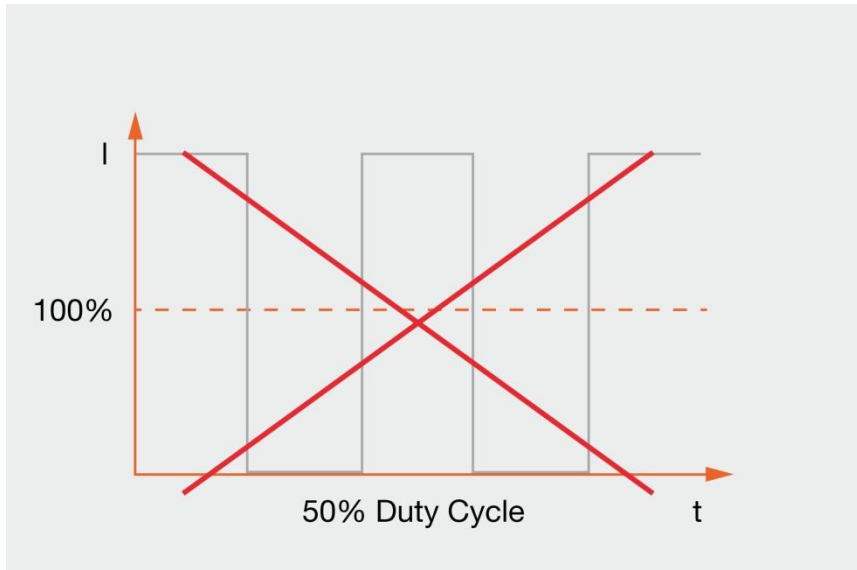


Abbildung 5: Lebensdauerreduzierung durch Überschreiten des DC-Nennstroms trotz PWM

**Beispiel:** Eine 200mA OLED könnte theoretisch mit einem 350mA Standard-LED-Treiber betrieben werden, welcher mit Dimmstufe 57% über PWM auf 200mA gedrosselt wird. Aus o.g. Gründen würde sich dabei die Lebensdauer der OLED jedoch stark verkürzen, weshalb von einem derartigen Betrieb abgeraten wird.

**Anmerkung:** Hier beschrieben ist die Nennstromeinstellung am Treiber. Gedimmt werden darf dennoch per PWM, siehe Abschnitt Dimmen.

Eine Einstellung des DC-Stroms ist mittlerweile bei einer Vielzahl an Treibern sehr einfach möglich:

- **DIP-Switch** (z.B. OTi DALI 2x300 CS, siehe unten): Einstellen verschiedener Werte durch Wahl einer Schalterkombination am Treiber
- **LEDset** Schnittstelle: Stufenloses Einstellen des Stroms durch Anschluss eines bestimmten Setup-Widerstands
- **DALI:** Einstellen des Stroms durch Programmieren des Wunschwertes über die DALI Schnittstelle mittels eines passenden USB-DALI-Interface (OSRAM DALI Magic)

Die Verwendung der offiziellen Dimm-Schnittstelle eines Treibers (1-10V, Poti, DALI, DMX) als Nennstromeinstellung ist nicht empfohlen, da diese in den meisten Fällen mit PWM funktioniert und sehr ungenau arbeitet.

Zur Optimierung der Lebensdauer und zur genauen Helligkeitseinstellung sollte die Einstell- bzw. Stromregelgenauigkeit des Treibers  $\pm 5\%$  betragen.

#### **Der Betriebsstrom sollte nur einen geringen Ripplestrom aufweisen.**

Typische LED-Treiber bzw. LED-Netzteile sind auf niedrige Kosten optimiert und weisen oft kein reines DC-Signal auf. Dem Gleichstrom ist ein niedrig- oder hochfrequenter Wechselstrom (Ripplestrom) überlagert (Abbildung 6).

Ein hoher Ripplestrom kann die OLED Lebensdauer reduzieren. Der Ripplestrom sollte maximal  $\pm 15\%$  des mittleren DC-Betriebsstroms betragen, wie in der folgenden Abbildung dargestellt.

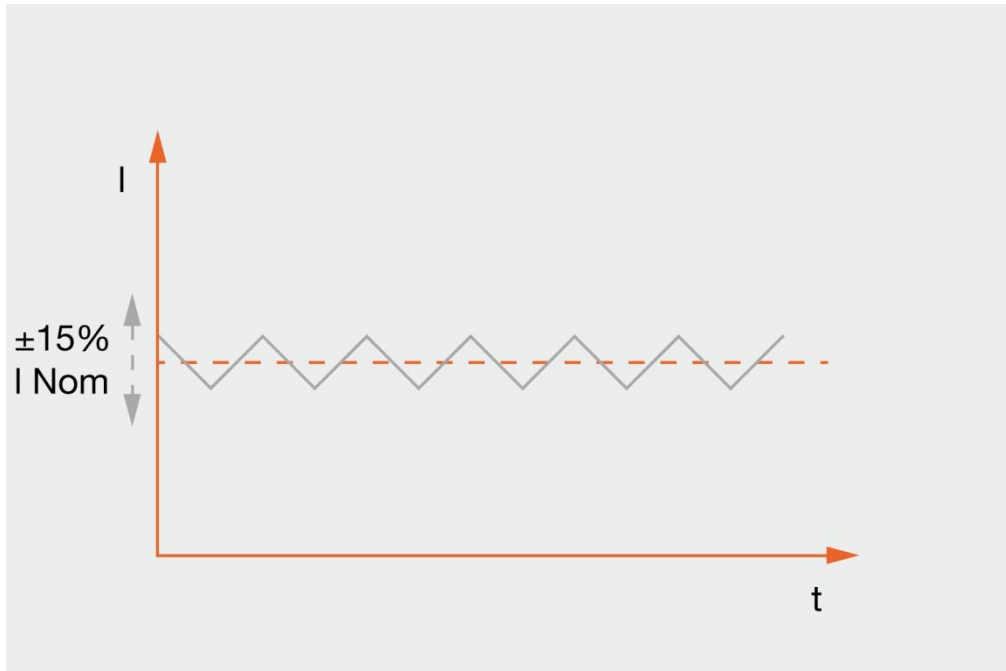


Abbildung 6: Schematische Darstellung des Ripple-Stroms

### Spannungs- und Stromspitzen können die OLED schädigen.

Ein großer Unterschied zwischen OLED und LED liegt in der parasitären Kapazität des Bauelements. Eine OLED hat eine relativ hohe Eigenkapazität, für welche viele LED-Treiber nicht ausgelegt sind. Hierdurch können beim Ein- oder Ausschalten oder auch im PWM-Betrieb hohe Strom- oder Spannungsspitzen entstehen.

Es dürfen nur Treiber verwendet werden, bei denen Spannungsspitzen weniger als 5% der Nennspannung betragen und Stromspitzen unterhalb von 15% des Nennstroms bleiben.

### Dimmen von OLEDs

Die Nennstromeinstellung bei OLEDs muss über die Amplitude geschehen (siehe oben). **Das Dimmen von OLEDs kann jedoch auch mit Pulsweitenmodulation (PWM) geschehen** (Abbildung 7).

- Eine Reduktion der Stromamplitude erhöht die OLED Lebensdauer überproportional, kann aber bei weißen OLEDs zu leichten Farbverschiebungen führen.
- Eine Reduktion des mittleren OLED-Stroms durch Pulsweitenmodulation (PWM) erhöht die Lebensdauer der OLED nur proportional, hält aber den Farbpunkt bei weißen OLEDs stabil.

Im Falle von PWM-Dimming muss sichergestellt werden, dass der Treiber keine relevanten Spannungs- oder Stromspitzen an den PWM-Flanken verursacht. Siehe hierzu auch die Informationen zur Signalreinheit im vorherigen Abschnitt.

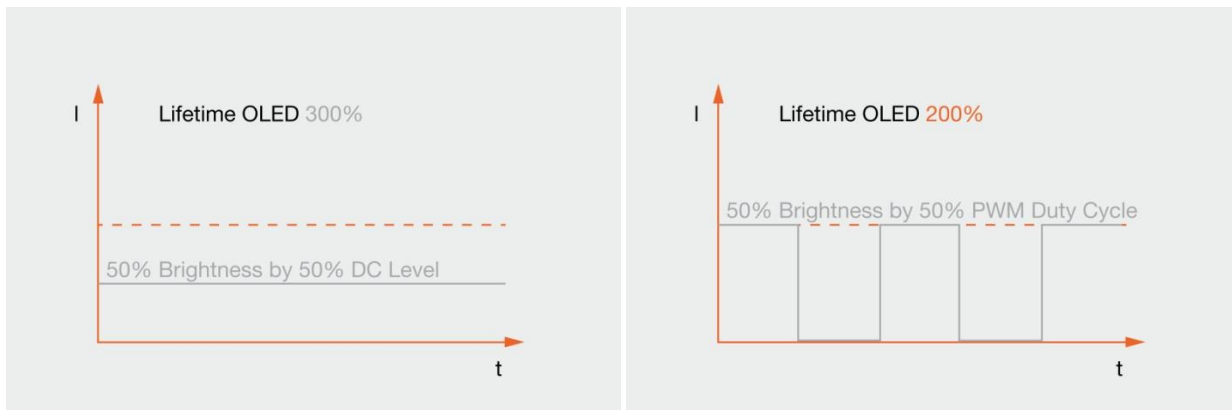


Abbildung 7: Amplitudendimmung (links) und PWM-Dimmung (rechts)

**Eine logarithmische Dimm-Kurve ist empfohlen.**

Für LED-Beleuchtungen ist logarithmisches Dimmverhalten bereits weit verbreitet, um sichtbare Dimmstufen im Bereich von niedrigen Helligkeitsleveln zu vermeiden.

Treiber aus dem Effekt-, Architainment-, Sound- und Bühnenbereich (z.B. DMX-Geräte) verwenden in der Regel keine logarithmische Dimmung, sonder lineare Verfahren mit nur niedriger Stufenauflösung (DMX z.B. mit 8 Bit = 255 Stufen).

Da OLEDs deutlich weniger Blendung als LEDs verursachen, kann der negative Effekt von linearer Dimmung noch deutlicher sichtbar sein als bei LEDs.

Eine logarithmische Dimmkurve (Abbildung 8) ist daher grundsätzlich empfohlen, dort reicht i.d.R. auch eine Auflösung von 8 Bit (255 Stufen).

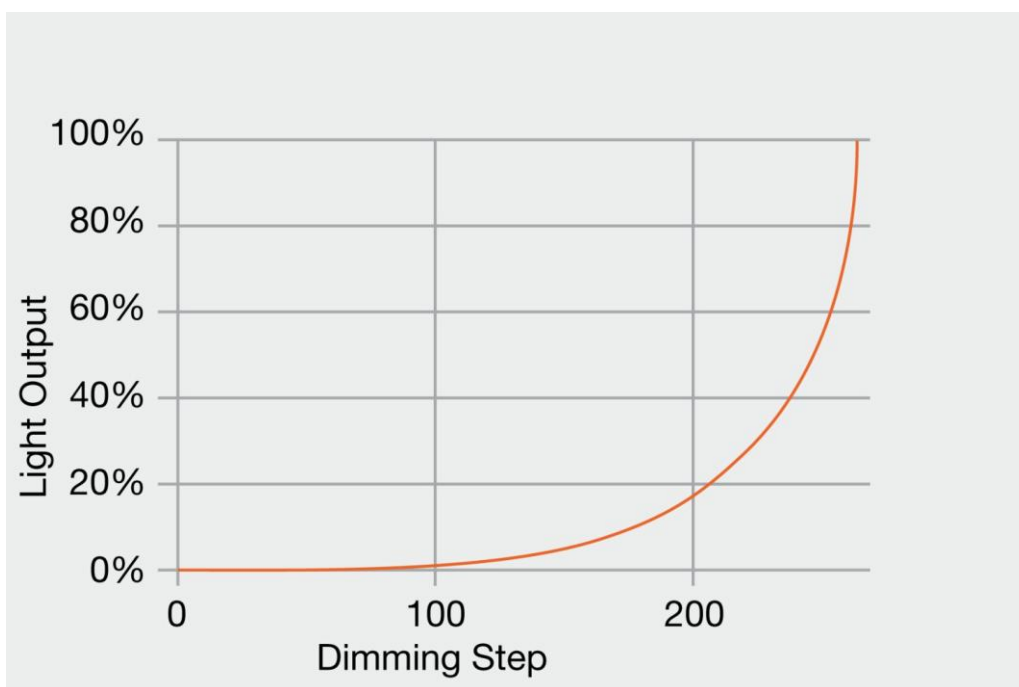


Abbildung 8: Logarithmische Dimmkurve mit 8 Bit Auflösung



Im Falle einer linearen Dimmung sollte zumindest auf eine ausreichend hohe Auflösung geachtet werden (z.B. 10 oder 12 Bit).

### Wahl des korrekten Ausgangspannungsbereichs des Treibers und Sicherstellen ausreichender Isolation

#### Der Ausgangsspannungsbereich des Treibers muss ausreichend groß gewählt werden.

LED-Treiber haben einen definierten Bereich, in dem sie die Ausgangsspannung variieren können, um den Ausgangsstrom konstant zu halten. Dieser Bereich muss ausreichend groß gewählt werden.

- OLEDs haben ihre Minimalspannung
  - o im Falle ihrer minimalen Fertigungstoleranz (Datenblatt: Durchlassspannung  $V_{f,min}$ )
  - o zusätzlich im Falle von verringertem Strom (z.B. beim Amplituden-Dimmen)
  - o zusätzlich im Falle ihrer höchsten Temperatur (Umgebung und Selbsterwärmung)
- OLEDs haben ihre Maximalspannung
  - o im Falle ihrer maximalen Fertigungstoleranz (Datenblatt:  $V_{f,max}$ )
  - o im Falle von erhöhtem Strom (z.B. bei Betrieb über dem Nennstrom)
  - o im Falle ihrer niedrigsten Temperatur
  - o am Ende ihrer Lebensdauer (Aufschlag von 1V pro OLED für die Alterung empfohlen)

Da OLEDs an stromkonstanten Betriebsgeräten in Serie geschaltet werden müssen, müssen die obig ermittelten OLED Minimal- und Maximalspannungswerte mit der Anzahl der OLEDs in Serienschaltung multipliziert werden.

Es ist zu beachten, dass viele Treiber bei Unterschreiten ihrer Mindestausgangsspannung bzw. bei Überschreiten ihrer Maximalausgangsspannung nicht starten oder abschalten. Ein ausreichender Sicherheitspuffer zu den Grenzen ist daher empfohlen.

#### Eine der maximalen Ausgangsspannung und den einschlägigen Normen angepasste Isolation der OLEDs gegen Berührung und Erdung muss sichergestellt werden.

Der Leuchtenhersteller bzw. Integrator von OLEDs ist verantwortlich für die Einhaltung der einschlägigen Normen (z.B. Leuchtnorm EN60598). Besonders wichtig ist die Sicherstellung einer ausreichenden Isolation von spannungsführenden Teilen (OLED-Kontakte, OLED-Kanten, Verdrahtung) zu berührbaren oder geerdeten Teilen, z.B. durch Isoliermaterialien oder durch Einhaltung ausreichender Luft- und Kriechstrecken.

Die Verwendung von Treibern mit SELV-äquivalenter Ausgangsspannung führt beispielsweise zu deutlich reduzierten Anforderungen an die Isolation und kann beim Leuchtendesign hilfreich sein.

Gerade auch zur Sicherstellung einer maximalen Erwärmung des Treibers und der Einhaltung von maximal zugelassener elektromagnetischer Abstrahlung werden auf dem Markt verfügbare Treiber empfohlen, welche in einem Gehäuse verbaut sind und u.a. folgende Zeichen aufweisen:

CE, VDE, SELV, MM

Treiber aus dem Produktportfolio von OSRAM bieten in der Regel minimierten Aufwand für den Leuchtenhersteller, maximale Sicherheit und maximalen Benutzerkomfort.



### Der flache OLED Allrounder von OSRAM: OTi DALI 2x300 CS

Um die oben dargestellten OLED-Anforderungen an den Treiber in einem Produkt umzusetzen, wurde von OSRAM ein speziell für die OLED optimierter Allround-Treiber entwickelt: Der OPTOTRONIC OTi DALI 2x300 CS (Abbildung 9).



Abbildung 9: OPTOTRONIC OTi DALI 2x300 CS

Dieser Treiber bietet ein Maximum an Features und Flexibilität für den Betrieb von OLEDs:

- DC Eingang mit 24V oder 48V SELV (z.B. mit spannungskonstanten Geräten von OSRAM)
- 2 geregelte Ausgangskanäle mit 2-6 OLEDs pro Kanal
- OLED konformer Betrieb
- DALI Dimmschnittstelle
- TouchDIM Schnittstelle (einfaches Dimmer per Taster)
- Direkte und einfache Wahl von 4 verschiedenen Ausgangsströmen per DIP-Switch
- Zukunftssicher durch Programmiermöglichkeit des Ausgangsstroms im Bereich von 100-300mA
- Minimale Gehäusehöhe von nur 20mm, trotz bequemer Schraubklemmen und integrierter Zulentlastung



## Betrieb von Mehrsegment-OLEDs

Mehrsegment-OLEDs (mehrere einzeln ansteuerbare Leuchtflächen in einem OLED-Bauteil) sind typischerweise mit einer gemeinsamen Kathode versehen (common cathode). Für die verschiedenen Segmente gibt es jeweils einen eigenen Anodenkontakt, jedoch nur einen gemeinsamen Kathodenkontakt. Die einzelnen Kathoden der Segmente sind OLED-intern verbunden (Abbildung 10).

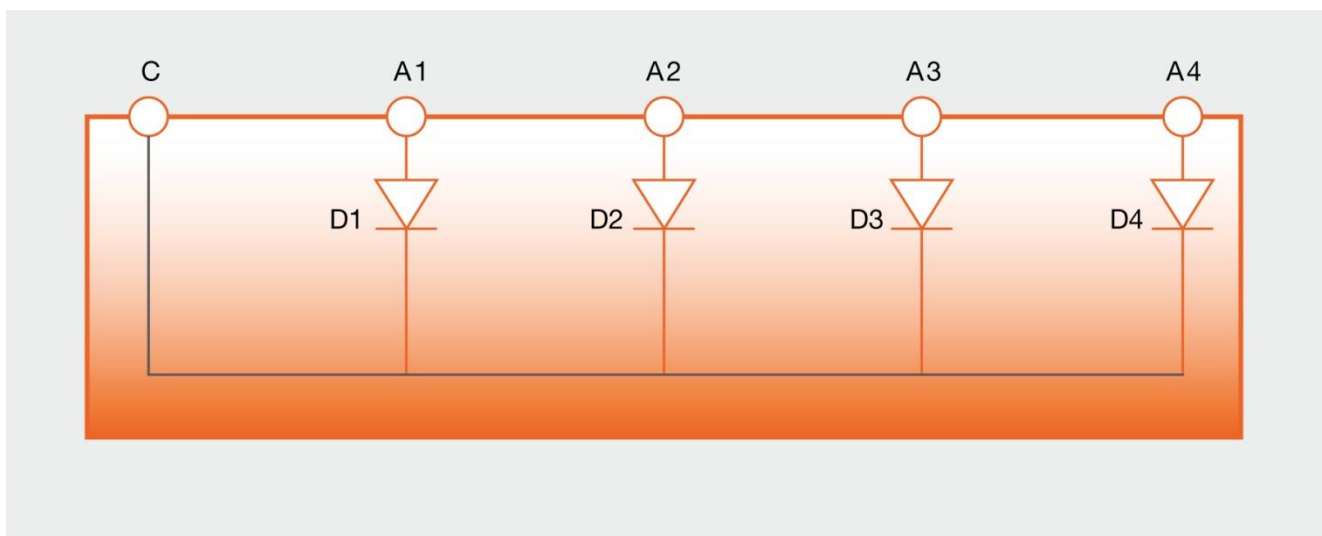


Abbildung 10: Ersatzschaltbild einer Mehrsegment-OLED mit gemeinsamer Kathode

**Viele auf dem Markt verfügbare Mehrkanal-Treiber sind leider nicht common-cathode kompatibel. Auch die Zusammenschaltung der Kathode von mehreren Einzeltreibern ist nur selten zugelassen (max. Berührstrom laut Sicherheitsnorm).**

Bei der Treiberauswahl für derartige OLEDs ist daher explizit in den Datenblättern der Treiber eine mögliche Zusammenschaltung der Kathodenausgänge zu prüfen. Evtl. kann beim Treiberhersteller nach Informationen zu einer solchen Verschaltung gefragt werden.

**Bei der Eigenentwicklung von Mehrkanal-Ansteuerungen muss ebenso auf common-cathode Eignung geachtet werden.**

- Die meisten typischen LED-Treiber Controller-ICs sind nicht common-cathode kompatibel, da die LED-Last meist nicht massebezogen ist (low-side-Strommessung, Shuntwiderstand zwischen Kathode und Schaltungsmasse).
- Eine massebezogene Treibertopologie mit High-Side-Shunt muss hier verwendet werden.
- Einfache Designs können auch mit einer 2-Pin Stromquelle (Linearregler für low- oder high-side Verschaltung) oder einem high-side Linearregler realisiert werden.

## Kurzschlussfestigkeit und Verwendung von speziellen Treibertopologien

Trotz hoher Qualitätsstandards kann eine OLED im Betrieb geschädigt werden und einen Defekt erleiden, z.B. durch Fehlbehandlung (mechanische Einwirkung, Verpolung).

Ein typisches Fehlerbild bei OLEDs (im Gegensatz zu LEDs) ist kurzschlussartiges Verhalten.



Typischerweise entsteht dabei kein Kurzschluss im herkömmlichen Sinne, sondern eine lokale „niederohmige Überbrückung“ (Bypass) der organischen Diode, über welche dann der gesamte Betriebsstrom fließt und diese lokale Stelle stärker erhitzt als im Normalbetrieb. Diese Überbrückung verursacht bei stromkonstantem Betrieb nur eine Verringerung der OLED-Spannung, die Spannung geht aber nicht auf 0 zurück.

Es muss daher eine Treibertopologie verwendet werden, welche auch im Falle eines solchen Fehlers den Strom auf Nennstromlevel begrenzen kann oder idealerweise den Fehler erkennt und abschaltet. Boost-Konverter (z.B. bei batteriebetriebenen Geräten) haben einen Gleichstrompfad vom Eingang zum Ausgang und sind daher intrinsisch nicht kurzschlussfest. Evtl. zusätzlich eingebaute Kurzschlusserkennungen haben meist eine hohe Stromabschaltswelle und können einen o.g. niederohmigen Bypass nicht sicher erkennen. Es kann zu hohen lokalen Erhitzungen kommen, daher sind solche Topologien nicht für den OLED-Betrieb geeignet.

Es sind also bevorzugt Buck-, Buck-Boost- oder SEPIC-Konvertertopologien zu verwenden, welche einen unkontrollierten DC-Strom von Eingang zu Ausgang unterbrechen können. Eine zusätzliche Unterspannungserkennung hilft, ein solches Fehlerbild zu erkennen und abzuschalten.

OSRAM OLED GmbH

Head Office:

Wernerwerkstrasse 2  
93049 Regensburg, Germany  
Phone +49 941 850-0  
[www.osram-oled.com](http://www.osram-oled.com)