

## **LED-Treiber-Technologie verstehen**

LED Treiber-Leitfaden

## GRUNDLAGEN

### LED-TREIBER



**LED-Treiber, verschiedene Bauformen**

Das Thema LED in der Beleuchtung, das permanent an Bedeutung gewinnt, ist untrennbar verknüpft mit der Entwicklung geeigneter Betriebsgeräte für die LED-Module. Aufbauend auf unserem LED-Leitfaden "LED-Technologie verstehen" bieten wir Ihnen mit dieser Broschüre die Ergänzung als Treiberleitfaden "Treiber-Technologie verstehen". Wie bei den LED-Modulen, gibt es bei den LED-Treibern eine große Bandbreite an technischen und qualitativen Merkmalen. Mit diesem Leitfaden möchten wir Ihnen in einfacher Form erläutern, wozu Treiber dienen und worauf unbedingt zu achten ist.

#### ■ WAS IST EIN LED-TREIBER UND WOZU WIRD ER GEBRAUCHT?

Grundsätzlich benötigt jedes LED-Modul ein Betriebsgerät (Vorschaltgerät). Im Bereich der LED-Technologie bezeichnet man diese als Treiber.

In einer LED kann der Strom nur in eine Richtung fließen (Diode). Bei Erwärmung können sich die Strom- und somit die Leistungsaufnahme in der LED erhöhen, was zu einer weiteren Erwärmung führt. Wird dieser "Kreislauf" nicht begrenzt, besteht die Gefahr einer Zerstörung der LED. Dies zu verhindern ist eine der Aufgaben des Treibers.

LED-Module können je nach Schaltungsart mit zwei unterschiedlichen Versorgungsquellen (Treibern) betrieben werden:

- Konstantstromquelle
- Konstantspannungsquelle

#### ■ TREIBER FÜR KONSTANTSTROMBETRIEB ODER KONSTANTSPANNUNGSBETRIEB

Wird ein LED-Modul ohne Strombegrenzung an einer Konstantspannungsquelle betrieben, steigt der Strom bis zur thermischen Zerstörung der LED an. Um diesem Effekt entgegen zu wirken, werden LED-Module für Konstantspannung mit einer integrierten Stromregelung ausgestattet.

Bei Betrieb der LED an einer Konstantstromquelle wird die LED mit einem konstanten Strom betrieben. Die Stromregelung ist hierbei im Treiber integriert. Konstantstromquellen können mit Transistoren oder integrierten Schaltkreisen realisiert werden. Der Betrieb an Konstantstromquellen bietet die bessere Effizienz.



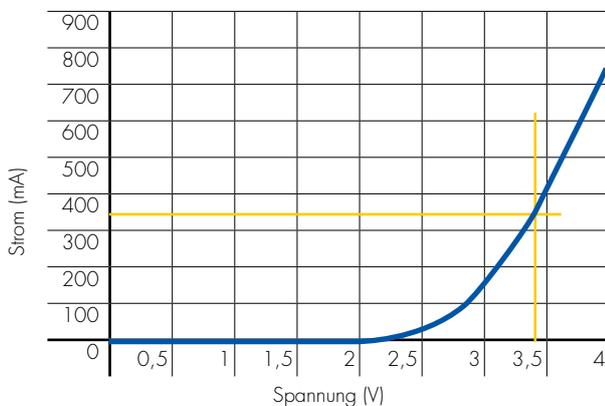
**LED-Module COB für den Shopbereich**



**Kompakte LED-Treiber für den Shopbereich**

### Kennlinie einer weißen Hochleistungs-LED

Nennstrom 350 mA, Spannung 3,4 V



Arbeitspunkt = Schnittpunkt der gelben Hilfslinien.

Ein qualitatives Kriterium ist die Toleranz der Ausgangsströme. Hochwertige Geräte liegen bei  $\pm 5\%$ , preiswerte Varianten bei  $\pm 10\%$ .

#### ■ AC ODER DC

Universal verwendbare Treiber sollten auf der Primär- oder Netzanschlussseite sowohl für AC (alternating current => Wechselstrom) als auch für DC (direct current => Gleichstrom) geeignet sein. Somit können sie im Normalbetrieb vom 230 V AC Netz, wie auch im Notbetrieb vom 220 V DC Batterienetz gespeist werden. Die Sekundärseite des Treibers liefert immer eine Gleichspannung, da die LEDs Halbleiter sind und Strom nur in eine Richtung passieren lassen.

#### ■ SELV ODER NICHT SELV

SELV steht für "Safety Extra Low Voltage". Damit sind Kleinspannungen mit sicherer Trennung – zum Beispiel mit Sicherheitstrenntransformatoren – beschrieben. SELV bietet einen besonderen Schutz gegen elektrischen Schlag. Die grundsätzlichen Anforderungen sind in der Sicherheitsgrundnorm IEC 61140 "Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment" wiedergegeben, die als Europäische Norm EN 61140 mit dem Titel "Schutz gegen elektrischen Schlag – Gemeinsame Anforderungen für Anlagen und Betriebsmittel" den Status einer Deutschen Norm hat. Diese Norm ist anzuwenden auf den Schutz gegen

elektrischen Schlag von Personen und Nutztieren. Mit ihr ist beabsichtigt, Grundsätze und Anforderungen vorzugeben, die gemeinsam für elektrische Anlagen, Systeme und Betriebsmittel gelten oder die für deren Koordinierung notwendig sind. Die Norm gilt für Anlagen, Systeme und Betriebsmittel ohne Begrenzung der Spannung. Die Anforderungen der Norm sind nur anzuwenden, wenn sie in anderen Normen eingearbeitet sind, oder wenn in diesen auf sie Bezug genommen wird. Die Norm ist nicht dazu vorgesehen, als eigenständige Norm angewendet zu werden. SELV-Geräte weisen eine spezielle Isolation gegenüber netzspannungsführenden Teilen auf, die als sichere Trennung ausgelegt ist. Die zulässige Höhe der berührbaren SELV-Spannungen wird in den jeweiligen Anwendungen festgelegt. Werden die Spannungshöhen überschritten, ist ein Schutz gegen direkte Berührung erforderlich. Grundsätzlich gilt, dass der technische Aufwand bei SELV-Geräten höher ist als bei Non-SELV-Geräten. Andererseits bieten SELV-Geräte einen optimalen Schutz.

#### ■ LEISTUNGSFAKTOR UND EFFIZIENZ

In der Elektrotechnik gibt der Leistungsfaktor  $\varphi$  das Verhältnis des Betrages der Wirkleistung  $P$  zur Scheinleistung  $S$  an (siehe Formel):  
 $\lambda = P / S$

Die Wirkleistung  $P$  ist eine physikalische Größe und stellt die übertragene Energiemenge dar. Die Scheinleistung  $S$  ist das Produkt aus der Effektivspannung und dem Effektivstrom, ein eher künstlicher Begriff, der dazu dient, die Belastungen der Übertragungsmittel (z.B. Leitungen) zu kennzeichnen. Der Leistungsfaktor ist also immer positiv und  $\leq 1$ . Er kennzeichnet somit die energetische Umsetzung der Leistungsübertragung in einem Gerät.

Entsprechend der Performance-Norm IEC 62384 wird der Leistungsfaktor für LED-Treiber auf dem Typenschild zum Beispiel wie folgt angegeben:  $\lambda = 0,95$

Die Effizienz eines Gerätes wird mit dem Wirkungsgrad  $\eta$  beschrieben. Der Wirkungsgrad wird aus der abgegebenen Leistung  $P_{ab}$  geteilt durch die gesamte aufgenommene Leistung  $P_{zu}$  eines Gerätes berechnet. Mit der in Vorbereitung befindlichen Norm IEC 62442-3 wird das Messverfahren für LED-Treiber festgelegt. Hochwertige Geräte liegen bei einem Wirkungsgrad größer 85 % ( $\eta \geq 0,85$ ).

## GRUNDLAGEN

### LED-TREIBER



**LED Roadway Modul**

#### ■ TEMPERATURVERHALTEN

Für eine sichere Arbeitsweise elektronischer Bauteile ist es von Bedeutung, dass die maximal zulässigen Temperaturen beachtet werden. Üblicherweise bestimmt der Hersteller einen genauen Messpunkt am Gehäuse des Treibers. An diesem so genannten  $t_c$ -Punkt darf die angegebene Grenztemperatur nicht überschritten werden, da sonst die Lebensdauer der Geräte verkürzt wird. Dieser Messpunkt wird festgelegt, indem der Treiber unter Berücksichtigung der zulässigen Umgebungstemperatur  $t_a$  im Normalbetrieb getestet wird. Da sowohl die konstruktionsbedingte Umgebungstemperatur wie auch die von der Anschlussleistung abhängige Eigenerwärmung des Treibers stark variieren kann, sollte die Gehäusetemperatur am  $t_c$ -Punkt unter realen Einbaubedingungen überprüft werden. Die Differenz zwischen  $t_c$  und  $t_a$  ist ein Maß für die Eigenerwärmung und stellt somit die Verlustleistung des Treibers dar. Je geringer diese Differenz ausfällt, umso höher ist die Qualität des Treibers. Eine geeignete Luftzirkulation kann das Temperaturverhalten verbessern und die Lebensdauer des Treibers positiv beeinflussen.

#### ■ ÜBERSpannungsfestigkeit

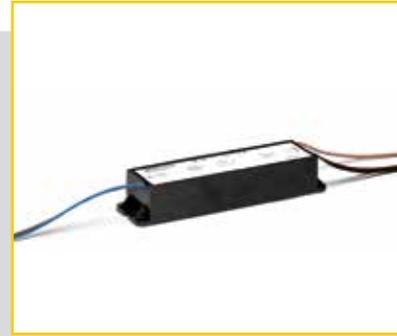
Versorgungsnetze weisen in der Praxis sogenannte Verunreinigungen auf und entsprechen nicht dem theoretischen, sauberen Sinuswellenverlauf. Netzverunreinigungen werden zum Beispiel durch Schalten von großen induktiven oder kapazitiven Lasten hervorgerufen. Dabei stellen besonders Spannungsspitzen eine Herausforderung für Betriebsgeräte dar.

Damit Treiber diesen Anforderungen standhalten, müssen sie nach der IEC 61547 "Equipment for general lighting purposes – EMC immunity requirements" – Deutsche Fassung "Einrichtungen für allgemeine Beleuchtungszwecke – EMV-Störfestigkeitsanforderungen" konzipiert sein. Die Norm legt Anforderungen an die elektromagnetische Störfestigkeit von Beleuchtungseinrichtungen fest. Die Anforderungen dieser Norm basieren auf den Anforderungen für den Wohnbereich, Geschäfts- und Gewerbebereiche sowie Kleinbetriebe, wie in IEC 61000-6-1 angegeben, aber angepasst an die Praxis der Beleuchtungstechnik.

Nach der EN 61547 werden Treiber mit einer Prüfspannung von 1 kV zwischen Leiter und Erdleiter bei Eingangsleistungen  $\leq 25$  W und 2 kV bei Eingangsleistungen  $> 25$  W getestet. Hersteller hochwertiger Produkte testen üblicherweise mit höheren Prüfspannungen. Im Außenbereich sind die Anforderungen deutlich höher anzusiedeln. Hier liegen Prüfspannungen, je nach Herstellerklassifizierung, bei 2–8 kV zwischen Leiter und Neutraleiter.



**LED-Konstantstromtreiber, IP20/IP66**



**LED-Konstantstromtreiber, IP67**

#### ■ RIPPLE

Ist eine der Gleichspannung überlagerte Wechselspannung. Der zugehörige Ripplestrom verursacht in LED-Modulen Temperaturerhöhungen und vermindert die Lichtqualität. Zwei Faktoren sind dabei ausschlaggebend: die Höhe des Stroms und seine Frequenz. Die Höhe des Ripple ist ein klares Performance-Merkmal. Hochwertige Treiber zeigen einen Anteil von ca. 10 %, Geräte mit geringerer Performance liegen bei  $\geq 30$  %.

#### ■ SCHUTZ BEI LEERLAUF, ÜBERLAST UND KURZSCHLUSS

Diese Betriebszustände können die Funktion der Treiber beeinflussen oder die Treiber sogar zerstören. Es ist daher darauf zu achten, dass die Geräte über einen ausreichenden Kurzschluss- und Überlastschutz verfügen sowie für den Leerlaufbetrieb geeignet sind.

Hochwertige Geräte reduzieren vor Überschreitung des Temperaturgrenzwertes die Stromaufnahme und drosseln so, über die geringere Energie, die Temperatur. Bleibt eine Überlastung der Geräte weiterhin bestehen, erfolgt eine Sicherheitsabschaltung. Technisch wird dieser Vorgang mit einem NTC-Widerstand (Negative Temperature Coefficient) oder einer elektronischen Schaltung gelöst. Geräte mit geringer Performance schalten bei Überlastung ab und verharren im Aus-Zustand bzw. werden bei Überlastung zerstört.

Bei der Kurzschlussfestigkeit unterscheidet man kurzzeitige und Dauerkurzschlüsse. Beide Ausführungen sind am Markt erhältlich. Hierbei gilt: Dauerkurzschlussfestigkeit ist in der Realisierung am aufwendigsten, bietet aber den höchsten Schutz. Auch der Betrieb ohne Last, also Leerlauf, führt bei Geräten ohne Schutzbeschaltung zur Zerstörung. Daher ist unbedingt auf einen Leerlaufschutz zu achten.

#### ■ LEBENSDAUER UND AUSFALLRATE

Ein wesentliches Kriterium, im Zusammenhang mit den LED-Modulen, stellen die Lebensdauer der Treiber und ihre Ausfallrate dar. In der praktischen Anwendung sollten die Komponenten exakt aufeinander abgestimmt sein, damit das System nicht durch eine "minderwertige" Komponente Schaden nimmt. Hochwertige Treiber liegen bei einer Betriebsdauer  $\geq 50.000$  Stunden mit einer Ausfallrate von 0,2 % pro 1.000 Stunden. Geräte mit geringerer Performance zeigen eine Lebensdauer von 30.000 Stunden mit Ausfallraten von 0,5 % pro 1.000 Stunden.

#### ■ EMV

Unter EMV (elektromagnetische Verträglichkeit) wird nicht nur die Aussendung von Störungen, sondern auch die Immunität gegen Störungen und die Erzeugung von Netzstrom- und Netzspannungsunregelmäßigkeiten verstanden. Für ein verträgliches Miteinander der unterschiedlichsten elektrischen und elektronischen Geräte sind das Einhalten von Grenzwerten für die Störaussendung und die Erfüllung der Mindestanforderungen für die Störfestigkeit erforderlich. Grundlage hierfür ist das Einhalten der vorgegebenen Grenzwerte. Der Nachweis wird durch die Anwendung der Europäischen Norm EN 55015: "Grenzwerte und Messverfahren für Funkstöreigenschaften von elektrischen Beleuchtungseinrichtungen und ähnlichen Elektrogeräten" geführt. Die EN basiert auf der IEC/CISPR "Limits and methods of measurement of radio disturbance characteristics of electrical lighting and similar equipment".

## GRUNDLAGEN

### LED-TREIBER



**Befestigungs**kit LUGA Line Fix

#### ■ SCHUTZART UND PRÜFZEICHEN

Ein "MUSS" für alle Betriebsgeräte sind die einschlägigen Approbationen, verbunden mit den Prüfzeichen der Prüfinstitute. Dabei wird zwischen Prüfungen nach der Sicherheit (EN 61347), der Performance (EN 62384), des Energieverbrauchs (EN 62442-3), der elektromagnetischen Verträglichkeit (EN 55015, EN 61547, EN 61000-3-2) und der Beurteilung zu elektromagnetischen Feldern (EN 62493) unterschieden. Für Treiber wird mit dem ENEC-Zeichen dokumentiert, dass die Sicherheits- und Performanceanforderungen eingehalten werden. Die Schutzart eines Betriebsgeräts wird durch die IP-Nummer beschrieben. Geräte mit IP20 sind für den Einbau in Innenraumleuchten ohne besondere Anforderungen gedacht. Geräte mit IP65 werden zum Beispiel in der Außenbeleuchtung verwendet.

#### ■ SCHUTZKLASSE I UND SCHUTZKLASSE II



Bei der Schutzklasse I (siehe Symbol) müssen alle elektrisch leitfähigen Gehäuseteile mit dem Schutzleitersystem verbunden sein, welches sich auf dem Erdpotential befindet. Bei unabhängigen Geräten muss die Anschlussleitung mechanisch zugentlastet sein.



Geräte der Schutzklasse II (siehe Symbol) besitzen eine verstärkte bzw. doppelte Isolierung zwischen Netzstromkreis und Ausgangsseite bzw. zum Metallgehäuse. Werden Kabel mit Schutzleiter verwendet, darf dieser nicht an das Gehäuse angeschlossen werden.

#### ■ EINBAU- UND UNABHÄNGIGER BETRIEB

Beim Einsatz von Treibern für LEDs gibt es zwei grundlegend verschiedene Montagearten:

1. Einbau  
Feste Montage in Leuchten oder Gehäusen, die einen leuchtenähnlichen Zweck erfüllen.
2. Unabhängiger Betrieb  
Einlegen in eine Zwischendecke.



Für Geräte im unabhängigen Betrieb gelten strengere Prüfverfahren hinsichtlich der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV), da die Leitungslängen variieren können. Bei unabhängigen Geräten ist darauf zu achten, dass die nebenstehende Kennzeichnung vorhanden ist.



**Lineare LED-Konstantstromtreiber**



**LED Light Panel SMD**

### ■ DIMMBARE TREIBER

Das Dimmen einer LED-Beleuchtung mit Hilfe von Lichtsteuersystemen und dimmbaren Treibern hat gleich mehrere Vorteile:

- Energie- und Kostenersparnis durch reduzierte Leistung
- Reduktion der Umweltbelastung durch weniger CO<sub>2</sub>-Emission
- Höherer Komfort durch flexible Lichtszenen für jeden Anlass

Technisch gibt es unterschiedliche Möglichkeiten Treiber anzusteuern. Grundsätzlich unterscheidet man zwischen digitaler und analoger Ansteuerung. Digital setzt sich DALI (Digital Addressable Lighting Interface) mehr und mehr durch. Ein weiteres digitales Steuerprotokoll ist die DMX-Ansteuerung, häufig verwendet bei RGB- und Effektbeleuchtung. Analog wird mit Hilfe von 1–10 V Steuerspannung gearbeitet. Ein direktes Ansteuern auf der 230 V Netzspannungsseite erlaubt die Phasenanschnitt- oder Phasenabschnitt-Steuerung.

### ■ TUNEABLE WHITE

So wie das Licht durch Dimmen in seiner Intensität verändert werden kann, ermöglicht Tunable White die stufenlose Veränderung der Lichtfarbe. Vom "Warmweiß" bis zum "kalten" Tageslicht lassen sich Farbstimmungen, z. B. zwischen 1.700 K und 6.500 K, realisieren.

Diese Funktion bietet die Möglichkeit, Lichtstimmungen noch individueller zu gestalten. Tages- und Jahreszeiten können nachgebildet und dynamisch reproduziert werden. Dank des technischen Stands bei Treibern und Lichtsteuerungsgeräten lassen sich Lichtfarben gezielt den jeweiligen Bedürfnissen anpassen, sowohl im Verkauf wie im Büro, im medizinischen wie im privaten Bereich. Immer steht die positive Wirkung des veränderbaren Lichts durch geeignete Betriebsgeräte im Vordergrund.

### ■ NORMEN UND RICHTLINIEN

In der EU gilt allgemein, dass elektrische Betriebsmittel nur dann in den Verkehr gebracht werden dürfen, wenn die grundlegenden Anforderungen der anzuwendenden europäischen Richtlinien (umgesetzt in nationale Gesetze) eingehalten werden. Betriebsgeräte für Beleuchtungszwecke unterliegen der EG-Niederspannungsrichtlinie, der EMV-Richtlinie und der ErP-Richtlinie (und eventuell noch weiteren Richtlinien). Entsprechend sind von den Produkten die Anforderungen zur Sicherheit, zur EMV, zu den EMF, Öko-design usw. einzuhalten und zu dokumentieren.

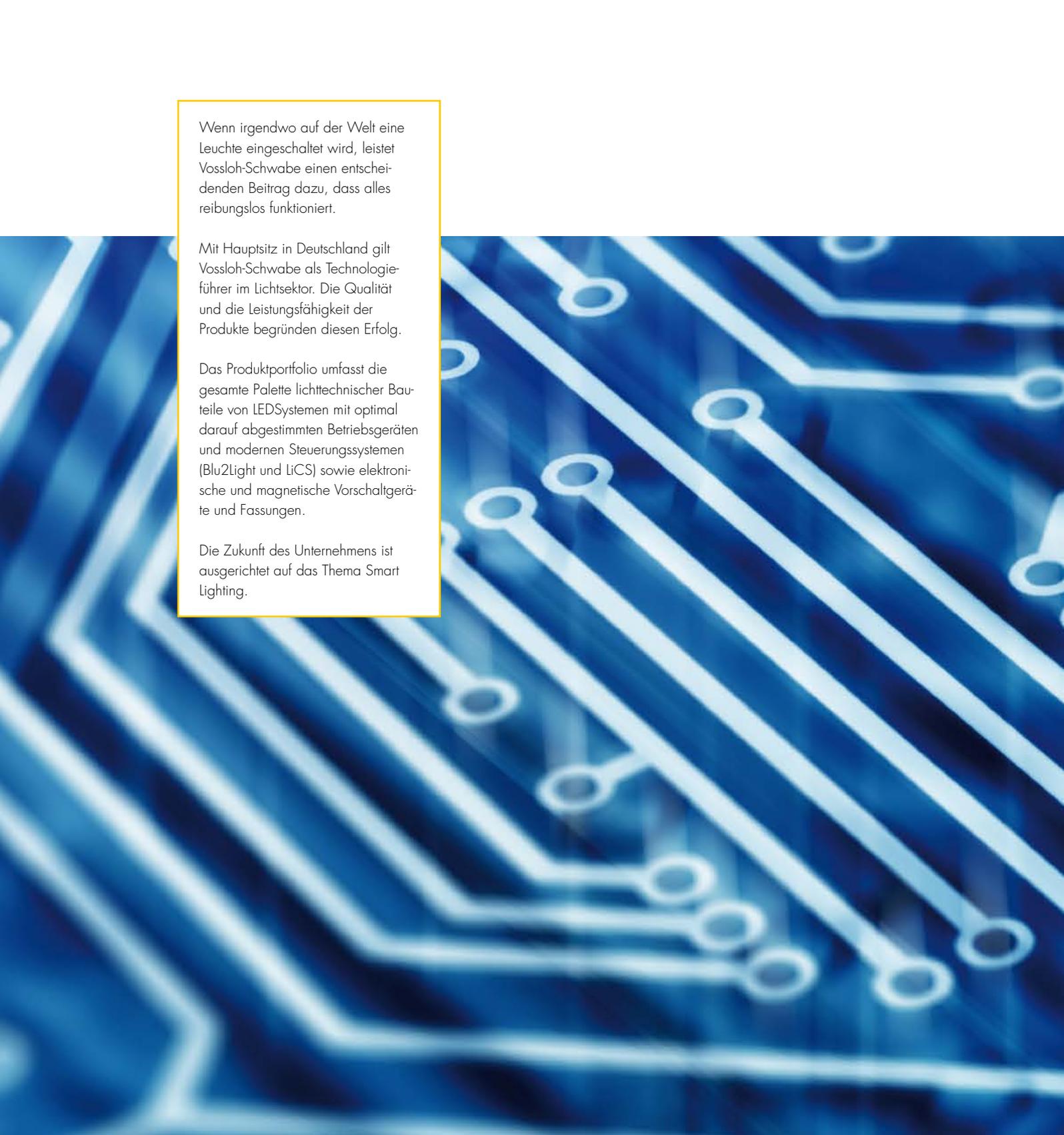
Die gesetzlichen Regelungen verweisen auf den "Stand der Technik", der im Wesentlichen über die einschlägigen Normen definiert ist, die auch im Official Journal der EU gelistet werden. Für LED-Treiber sind dies in erster Linie:

- IEC/EN 55015
- IEC/EN 61000-3-2
- IEC/EN 61347
- IEC/EN 61347-2-13
- IEC/EN 61547
- IEC/EN 62442-3
- IEC/EN 62493

### ■ TREIBER VON VOSSLOH-SCHWABE: DIE VORTEILE AUF EINEN BLICK

- Optimiertes elektronisches Design
- Lange Lebensdauer
- Minimale Verlustleistung
- Überlastschutz
- Kurzschlussfest
- Leerlaufschutz
- Niedriger Ripple

**Unseren hohen Qualitätsanspruch dokumentieren wir durch eine freiwillige 5-Jahres-Garantie.**



Wenn irgendwo auf der Welt eine Leuchte eingeschaltet wird, leistet Vossloh-Schwabe einen entscheidenden Beitrag dazu, dass alles reibungslos funktioniert.

Mit Hauptsitz in Deutschland gilt Vossloh-Schwabe als Technologieführer im Lichtsektor. Die Qualität und die Leistungsfähigkeit der Produkte begründen diesen Erfolg.

Das Produktportfolio umfasst die gesamte Palette lichttechnischer Bauteile von LEDSystemen mit optimal darauf abgestimmten Betriebsgeräten und modernen Steuerungssystemen (Blu2Light und LiCS) sowie elektronische und magnetische Vorschaltgeräte und Fassungen.

Die Zukunft des Unternehmens ist ausgerichtet auf das Thema Smart Lighting.

---

## Vossloh-Schwabe Deutschland GmbH

Hohe Steinert 8 · 58509 Lüdenscheid  
Telefon +49 (0) 23 51/10 10 · Telefax +49 (0) 23 51/10 12 17

[www.vossloh-schwabe.com](http://www.vossloh-schwabe.com)

**VS LIGHTING  
SOLUTIONS**

All rights reserved © Vossloh-Schwabe  
Technische Änderungen erfolgen ohne Benachrichtigung  
LED Treiber Leitfaden DE 2/2014