

# KNX JA – ABER OHNE DALI?

## BELEUCHTUNG DIGITAL STEuern ÜBER LED-NETZTEILE MIT KNX-SCHNITTSTELLE

**In der digitalen Lichtsteuerung liefern KNX-Systeme deutlich mehr Möglichkeiten für die Gebäudeautomation als etwa der DALI-Standard. Schukat electronic gibt einen Überblick über die Vorteile einer direkten Einbindung von LED-Netzteilen in den KNX-Bus.**

Sowohl in Europa als auch weltweit ist die funktionale digitale Lichtsteuerung DALI (Digital Addressable Lighting Interface) weit verbreitet. Spezifiziert ist DALI durch eine Reihe technischer Standards in der internationalen Norm IEC 62386. Die Konformität von DALI-Produkten mit diesen Standards stellt sicher, dass Geräte verschiedener Hersteller zusammenarbeiten können und eine Kompatibilität im Gesamtsystem ermöglichen. Deutlich mehr Möglichkeiten in der digitalen Lichtsteuerung bietet die Verwendung von KNX-Systemen in der Gebäudeautomation. Um hier die Interoperabilität verschiedener Hersteller sicherzustellen und einen reibungslosen Betrieb im Endsystem zu gewährleisten, werden auch bei KNX die Geräte durch dritte neutrale Prüflabore auf die KNX-Standards getestet. Bisher war die Auswahl an LED-Netzteilen mit DALI-Schnittstelle größer als an KNX-LED-Netzteilen, so wurden diese oftmals über ein KNX-DALI-Gateway in moderne KNX-Gebäudeautomationssysteme eingebunden. Inzwischen gibt es jedoch eine Vielzahl an Konstantstrom- und Konstantspannungsnetzteilen, die eine direkte Einbindung von LED-Netzteilen in den KNX-Bus ermöglichen. Einen großen Vorteil durch die direkte Nutzung der integrierten KNX-Schnittstelle verspricht nicht nur die größere Zahl an wählbaren Funktionalitäten bei den Produkten, sondern vor allem das Dimmverhalten. Weitere Unterschiede zwischen einer direkten Einbindung in den KNX-Bus und der Verwendung eines zusätzlichen KNX-DALI-Gateways auf Systemebene sowie Vorteile des KNX-Systems zeigt Tabelle 1.

### MIT KNX ZUM BESTEN DIMMVERHALTEN

Veränderungen des Lichtpegels nimmt das menschliche Auge nicht linear wahr. Zudem treten leichte Wahrnehmungsschwankungen zwischen verschiedenen Beobachtern auf, was zu einer Differenz zwischen gemessenen und wahrgenommenen Lichtstärken führt (Abb. 1). Für ein bestmögliches visuelles Dimmverhalten und unterschiedliche

Optionen für den Anwender stehen bei KNX-LED-Netzteilen wie den »PWM«-Serien von Mean Well drei unterschiedliche wählbare Dimmkurven in der ETS-Anwendungsdatenbank zur Verfügung. Diese sind als lineare Dimmkurve, DALI-Dimmkurve und logarithmische Dimmkurve (log) über die grafische Benutzeroberfläche der Software wählbar. Die DALI-Dimmkurve basiert auf einer in der DALI-Norm spezifizierten Formel, die dem Anwender bereits ein hervorragendes Dimmerlebnis bietet. Denn die Lichtdifferenz zwischen den Dimmstufen ist so ausgelegt, dass sie konstant bleibt und das minimale Dimmlevel gemäß DALI-Standard 0,1% beträgt. Dieses Dimmlevel entspricht ungefähr 3% des wahrgenommenen Lichts durch das menschliche Auge. Die logarithmische Kurve gibt das logarithmische Verhalten an. Das minimale Dimmlevel der log-Kurve beträgt nur 0,01%, was 1% des wahrgenommenen Lichts entspricht. Die Auswahlmöglichkeit eines derart geringen Dimmlevels erlaubt den Einsatz in Anwendungen, bei denen eine sehr geringe Lumineszenz erforderlich ist. Dem Anwender steht es frei, eine dieser drei Kurven zu wählen, um für die jeweilige Anwendung das beste Ergebnis zu erzielen (Abb. 2).

Ein Praxisbeispiel für die Lichtleistung beim tiefen Dimmen wurde unter Verwendung eines 24-V-LED-Streifens durchgeführt. Bei Verwendung des identischen Netzteils und identischen LED-Streifens zeigt sich, dass eine deutlich niedrigere Lichtintensität mit der Log-Kurve des KNX-Treibers »PWM« von Mean Well statt mit der Dimmkurve nach DALI-Standard erreicht wird. Für den Test wurden Bilder mit einer Kamera aufgenommen, die das vom menschlichen Auge wahrgenommene Licht nicht darstellen kann. Bei visueller Kontrolle können sogar noch offensichtlichere Unterschiede entstehen. Die logarithmische Kurve eignet sich gut für einige Anwendungen wie etwa das Kino, bei denen eine sehr geringe Lichtintensität erforderlich ist.

	KNX LED-Treiber	DALI-Gateway + LED-Treiber
Systemkosten	direkte KNX-Nutzung, geringere Kosten	DALI-Gateway erforderlich, höhere Kosten
Zuverlässigkeit	jedes Gerät ist unabhängig, ein einzelner Schaden beeinträchtigt nicht den normalen Betrieb des Systems	bei Ausfall des DALI-Gateways geht die Kontrolle über die gesamte Beleuchtungsanlage verloren
Kompatibilität	KNX gewährleistet die Kompatibilität	verschiedene Marken von DALI-Gateways haben Kompatibilitätsprobleme mit DALI-LED-Treibern
Anzahl der Knotenpunkte	256 (1 Bus, TP1-256)	64 (1 DALI Bus)
Übertragungreichweite	700 m	300 m
Kommunikationsgeschwindigkeit	9600 bps	1200 bps
Konfigurationskomfort	KNX-Datenbank (ETS)	KNX-Datenbank (ETS) + DALI-Einstellung
Sicherheit	um KNX Secure erweiterbar	–

Tab. 1: Vorteile der direkten Verwendung von LED-Netzteilen mit KNX-Schnittstelle (links) gegenüber der Einbindung von LED-Netzteilen über ein KNX-DALI Gateway (rechts).

## DIMMUNG PER PWM

Generell wird die Änderung des Lichtpegels von Konstantspannungs-LED-Leuchten durch die Pulsweitenmodulation (PWM) realisiert. Dafür erfolgt eine Anpassung des Tastverhältnisses des Stroms, was zu Änderungen des durchschnittlichen LED-Stroms führt. Dimmung per PWM eignet sich für Anwendungen, bei denen hohe Ansprüche an das Dimmverhalten gelten. Für die PWM-Dimmung ist jedoch eine hohe Frequenz erforderlich, um das Lichtflimmern sowie Stroboskopeffekte zu vermeiden und gleichzeitig minimale Auswirkungen auf die LED-Farbtemperatur zu erhalten. Handelsübliche DALI-LED-Treiber besitzen eine feste Ausgangsfrequenz von mehreren hundert Hertz, je nach Design der Hersteller. Auch wenn höhere Frequenzen bevorzugt werden, beeinträchtigen diese möglicherweise die Produktzuverlässigkeit, da hier mehr Schaltverluste an den Komponenten im Netzteil entstehen können.

Bei Netzteilen mit KNX-Schnittstelle und 60, 120 oder 200 Watt wie der »PWM«-Serie kann der Anwender dank eines speziellen Designs die Ausgangsfrequenz per Software zwischen 200 Hz und 4.000 Hz ändern. Diese Netzteile sparen Frequenzen von unter 80 Hz aus, bei denen sichtbares Flimmern vom menschlichen Auge wahrgenommen werden kann. Damit erfüllen die Netzteile mit maximal 4.000 Hz PWM-Frequenz nicht nur die Empfehlungen der IEEE 1789-2015 (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Empfehlungen für Modulationsfrequenzen/Flicker für LED-Beleuchtungs- und Dimmeranwendungen), welche bereits ab 3.000 Hz kein Gesundheitsrisiko für den menschlichen Körper aufzeigen. Zudem erfüllen sie die Vorgaben und Grenzwerte nach dem Messverfahren SVM (Stroboscopic Visibility Measure) der neuen ERP-Ökodesign-Richtlinie für LED-Netzteile. Die neue Verordnung (EU) 2019/2020 tritt mit dem 1. September 2021 in Kraft.

Die Formel für die Quantifizierung des SVM ergibt das gewichtete Spektrum, das für alle Frequenzkomponenten bis 2.000 Hz summiert wird. Dabei entspricht  $C_i$  der relativen Amplitude der  $i$ -ten Fourier-Komponente und  $T_i$  der Sichtbarkeitsschwelle für den Stroboskopeffekt für eine Sinuswelle bei der Frequenz der  $i$ -ten Fourier-Komponente.

$$\text{SVM} = 3,7 \sqrt{\sum_{i=1}^{N(\leq 2 \text{ kHz})} \left(\frac{C_i}{T_i}\right)^{3,7}} \quad \text{Gl. (1)}$$

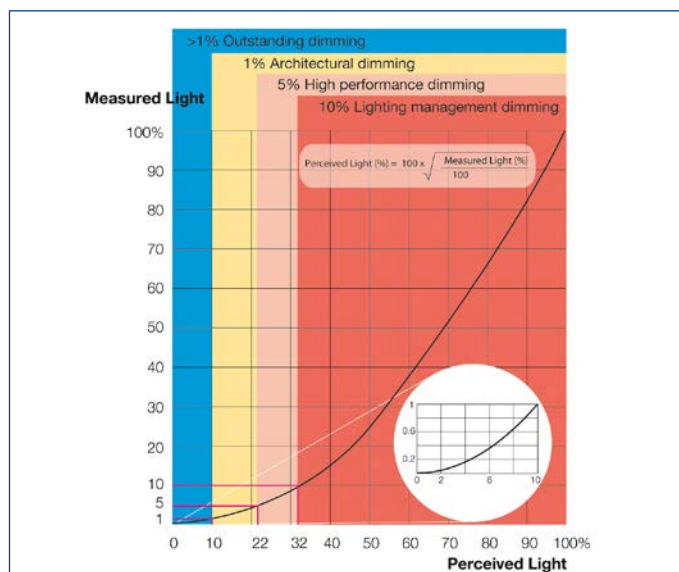


Abb. 1: Unterschied vom wahrgenommenen zu gemessenen Licht

Für die Ermittlung des SVM, der kleiner 1 sein muss, ist in der Verordnung (EU) 2019/2020 nur die Erfüllung der Bedingung unter Volllast geregelt. Dennoch ist es wichtig, Stroboskopeffekte auch unter Teillastbedingungen, etwa bei gedimmten Geräten, zu vermeiden. Relevant wird das unter anderem in Lichtinstallationen im industriellen Umfeld, wo das menschliche Auge bewegliche Teile aufgrund des Phänomens als ruhend wahrnehmen könnte. In diesem Fall drohen schwerwiegende Unfälle. Mit 4.000 Hz geht die PWM-Frequenz der Netzteile jedoch weit über den Wert des im SVM berücksichtigten Frequenzbereiches hinaus.

## ANWENDUNGSMÖGLICHKEITEN UND ANSCHLUSS

Konstantspannungsnetzteile kommen in vier Arten von LED-Anwendungen zum Einsatz:

- 1) Bei LED-Streifen (typische Anwendung)
- 2) Als Ersatz für die konventionelle Speisung von 12-VAC-Leuchten in traditioneller Bauform mit LED-Technologie
- 3) Zur direkten DC-Speisung, z. B. bei 24-VDC-LED-Spots
- 4) Zum Betreiben von Konstantstromleuchten per nachgeschaltetem DC/DC-Konverter. ▶

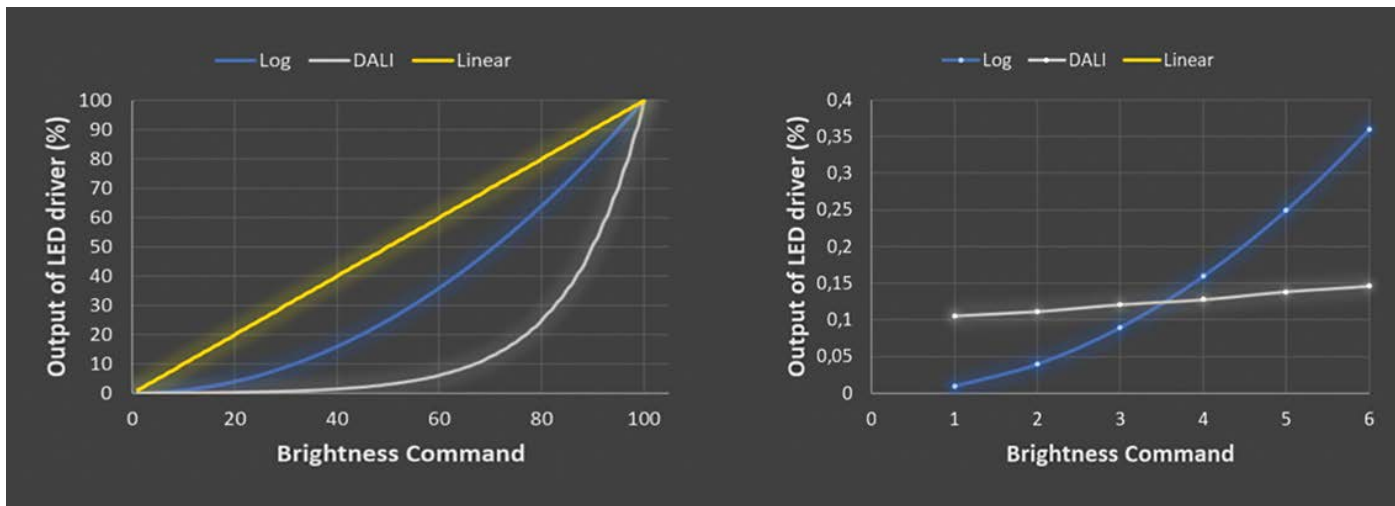


Abb. 2: Wählbare Dimmkurven (Log/DALI/Linear) für Netzteile der »PWM«-Serie von Mean Well mit KNX-Schnittstelle (links) und Auszug aus der Kurve für den unteren Dimmbereich (rechts).

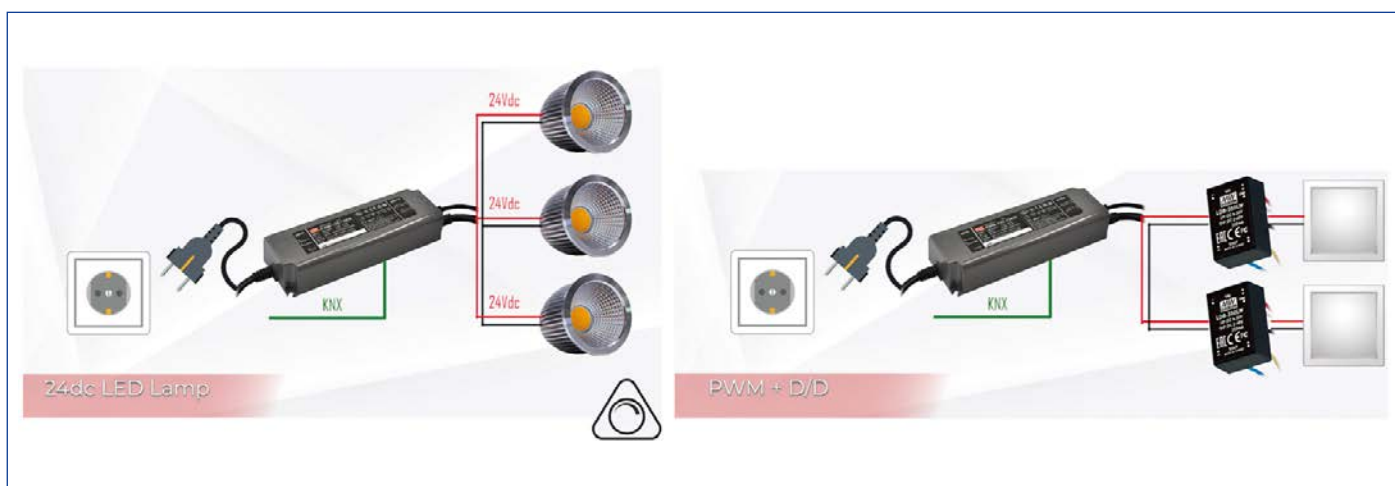


Abb. 3: Zwei der typischen Anwendungen von CV-LED-Netzteilen

Der Anschluss funktioniert so: Nach der Programmierung per ETS (Engineering Tool Software) erfolgt die Platzierung des Netzteils an seiner endgültigen Position. Diese sollte möglichst weit entfernt von externen Wärmequellen liegen, um die temperaturabhängige Betriebserwartung nicht zu verkürzen. Vor dem Anschluss ans Versorgungsnetz werden die DC-Seite und das BUS-Kabel angeschlossen. Zu beachten ist hier lediglich, dass nur LED-Leuchten und keine konventionellen Halogenleuchten mit den LED-Netzteilen betrieben werden. Durch das PTC-Verhalten der Halogenleuchten kann es je nach Auslastung des Netzteils zu Startproblemen durch den hohen Einschaltstrom kommen. Mean Well entwickelt eine Auswahl an hochwertigen KNX-Konstantspannungsnetzteilen sowie LED-Konstantstromserien mit integrierter KNX-Schnittstelle. Das Portfolio umfasst zudem weitere KNX-Netzteile und universelle Schaltaktoren, eine Vielzahl an LED-Netzteilen und Einschaltstrombegrenzern ebenso wie Hutschienennetzteile der Überspannungskategorie III, die in der Unterverteilung Verwendung finden. Für den einfachen und schnellen Vertrieb in Deutschland und Österreich sorgt der autorisierte KNX-Distributor und langjährige Partner des Herstellers, Schukat electronic. Alle Netzteile sind bei Schukat ab Lager erhältlich, zudem berät das technische Vertriebsteam des Distributors bei kundenspezifischen Fragen rund um das Thema Stromversorgung sowie darüber hinaus.

#### FLEXIBLE ANSTEUERUNGSMÖGLICHKEIT

Kommen DALI-Netzteile per Gateway in konventionellen KNX-Installationen zum Einsatz oder erfolgt die Steuerung der LED-Netzteile per Triac-Dimmung, was einen zusätzlichen Phasenabschnitts- oder Phasenanschnittsdimmer erfordert, sind komplizierte und teure Systeme erforderlich. Einen eleganten Weg zur Ansteuerung von LED-Lampen und große Flexibilität bietet die direkte Einbindung von LED-Netzteilen in den KNX-Bus.

Konstantspannungsnetzteile stellen eine optimierte Lösung dar, um nicht nur eine Inkompatibilität zwischen DALI-Gateway und Treiber zu vermeiden, sondern auch um mehr Funktionen zugunsten des Beleuchtungssystems bereitzustellen. Darüber hinaus wird das Gesamtsystem durch den Wegfall von Gateways oder Dimmern schlanker und spart Kosten ein. ■

#### Weitere Informationen:

Text: Frank Stocker, Field Application Engineer Power Supplies bei Schukat, [www.schukat.com](http://www.schukat.com)

Abbildungen: Mean Well/Schukat