

Systemimmanent, DALI, DSI, DMX ?

Welche Beleuchtungssteuerung ist die beste und kostengünstigste ?

Von Dr. Bernd Aschendorf, Wiedenbrück

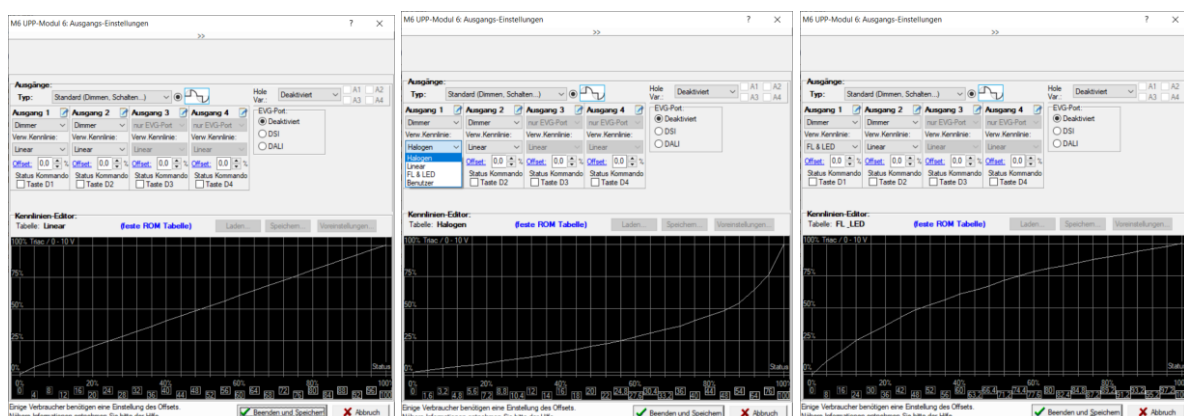
Gebäudebussysteme verfügen über Relais- und Dimmerausgänge, aber bei fast allen werden auch Gateways zu DALI, DSI und DMX angeboten. Am Beispiel von KNX und LCN, aber auch SPS-Systemen, soll im Folgenden untersucht werden, welche Lösung die beste und kostengünstigste darstellt.

Beleuchtungssteuerung erfolgt entweder direkt manuell über Taster, Displays oder Sprachsteuerungen oder über Zeitschaltuhren oder Treppenlichtautomaten. Sensorgesteuerte Automatisierungen steuern helligkeitsgeführte Steuerung hinzu, in Büros gibt es Konstantlichtregelungen oder Lichtsteuerung in Verbindung mit der Lamellensteuerung in Verbindung mit Jalousien. Komfort wird erzielt, indem Licht nicht abrupt eingeschaltet, sondern, wie im Kino, sanft herauf- oder heruntergedimmt wird. Manche Gebäudebussysteme bieten derartige Funktionen systemimmanent an, bei manchen müssen aufwändige Logiken oder Automatisierung zu Hilfe genommen werden, um diese Effekte zu erzielen. Letztendlich sind durch die LED-Technologie RGB-LED-Lampen hinzugekommen, mit denen die Lichtfarbe und Farbtemperatur beeinflusst werden kann. Licht kann also beliebig gesteuert werden.

Es stellt sich lediglich die Frage, mit welchem Gebäudebussystem, bzw. über welches Gateway die Leuchtmittel anzusteuern sind.

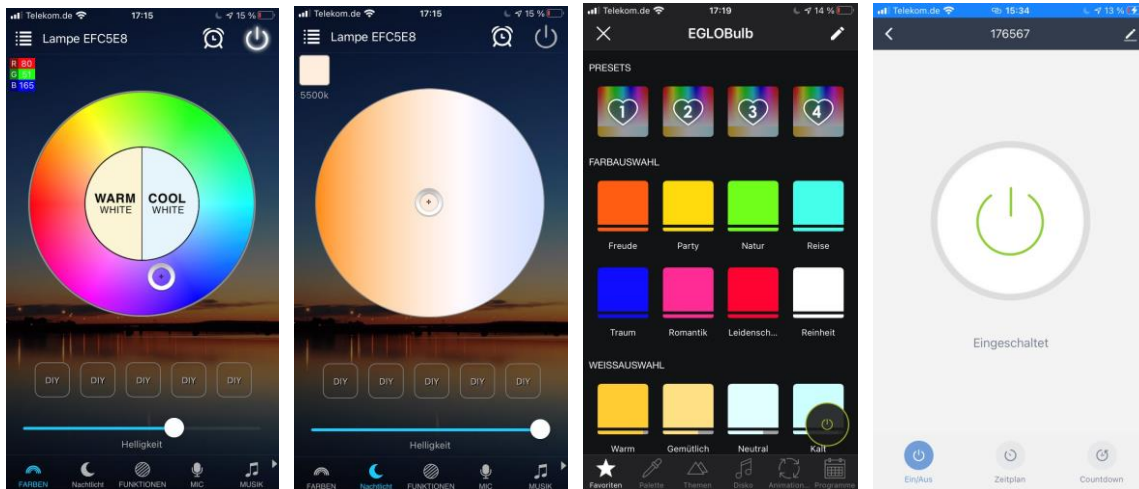
Im einfachsten Falle werden Leuchtmittel über Relais angesteuert, damit können jedoch lediglich die Lichteigenschaften eingeschaltet werden, die vorher durch das Leuchtmittel oder dessen Vorschaltgerät eingestellt wurden.

Spannender wird es, wenn man Licht beeinflussen kann. Normale Dimmer sind in der Lage, über Kennlinien die Helligkeit zu beeinflussen. Beispielsweise kann bei dem Gebäudebussystem LCN die Kennlinie ausgewählt oder selbst definiert werden, damit wird die Helligkeit linearisiert.



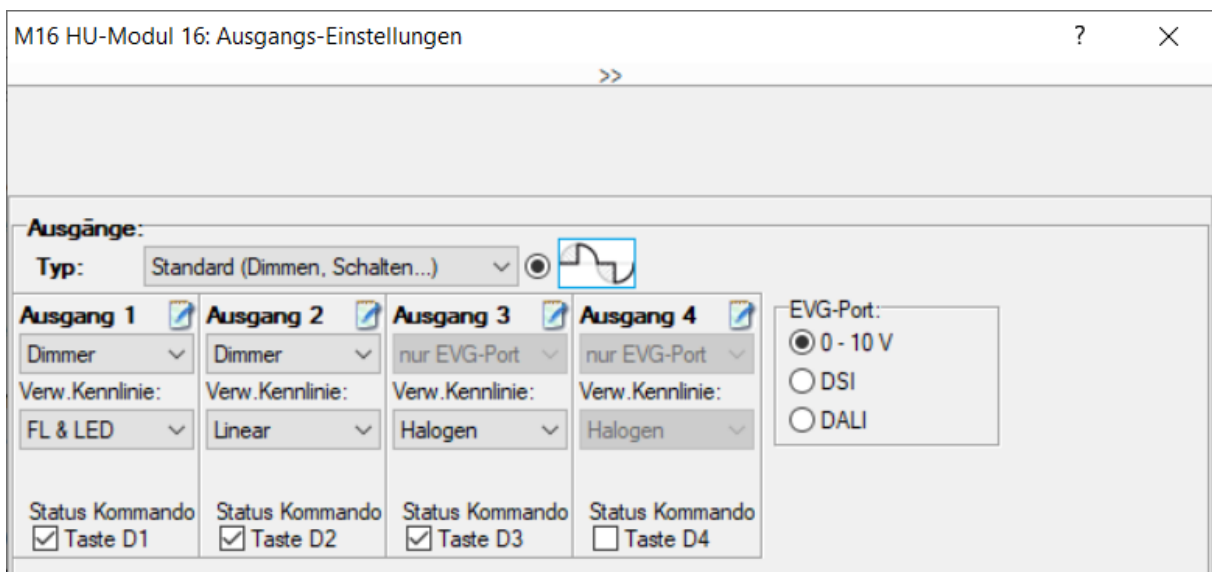
Kennlinienauswahl bei Leuchtmitteln

Neuere Aktoren für LEDs mit RGB lassen es zu die Lichtfarbe und Farbtemperatur einzustellen, dies bequem vom Handy aus über eine Cloud.



Steuerung von LED-RGB-Lampen über das Handy

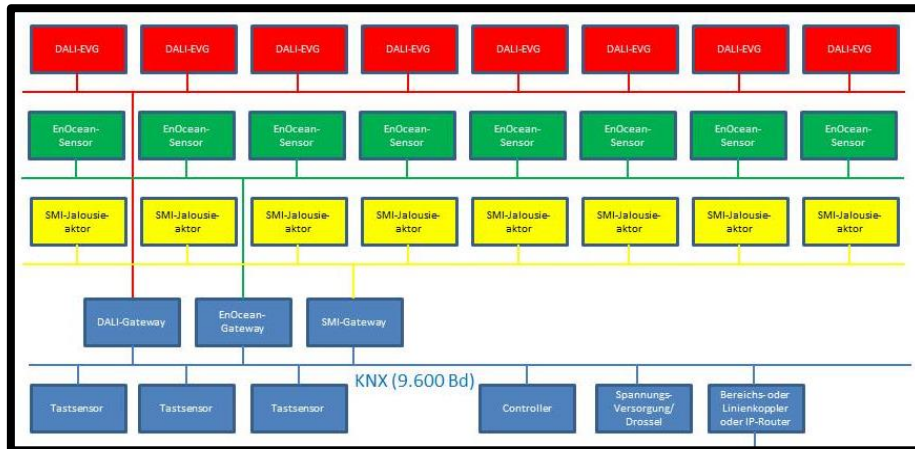
Soweit die Aktorik es ermöglicht, können auch direkt angeschlossene Subsysteme, wie z.B. DALI und DSI angesteuert werden. Auf der anderen Seite können klassische Analogschnittstellen, wie z.B. 0-10 V, 1-10V, 4-64 mA oder 0-64 mA genutzt werden, um angeflanschte Geräte mit Analogeingängen anzusteuern. Dies war insbesondere bei EVGs von Leuchtstofflampen der gängige Weg der Ansteuerung.



Ansteuerung von DALI, DSI oder analogen Systemen mit 0-10 V-Schnittstelle bei LCN

Insbesondere durch das Aufkommen der Energiesparlampen und LEDs mußten die Dimmersysteme immer wieder angepaßt werden. Eine Glühlampe, mittlerweile verboten, wurde per Anschrittssteuerung angesprochen, andere modernere Lampen erforderten den Phasenabschnitts- oder sogar Universaldimmer, um adaptiv die Sprungantwort des Leuchtmittels auszuwerten und entsprechend das Leuchtmittel anzusteuern. Mehr und mehr geht man über zu PWM in Verbindung mit Phasenanschnitt.

Mehr und mehr wurden Leuchtmittel in spezielle Bussysteme, wie z.B. DALI, DSI oder DMX, verlagert. Mit diesen Standards konnten die Ansteuerungen von Leuchtmitteln wesentlich gezielter entwickelt werden, statt ständig bei jedem Hersteller neue Dimmer zu entwickeln.



Verlagerung von Gebäudefunktionen aus dem KNX nach DALI, EnOcean und/oder SMI

So entstanden vermehrt Subsysteme, in die Funktionalitäten verlagert wurden. Bekannt ist der DALI-Bus für Lichtanwendungen, EnOcean für Taster und Sensorik und SMI für Jalousieanwendungen. Damit wurde beispielsweise der KNX erheblich hinsichtlich der Buslast entlastet.

LCN bietet beim HU-Modul für die Hutschiene direkt die DALI- und DSI-Schnittstelle neben den direkten Ausgängen an.



LCN-HU-Modul

Bei KNX müssen diese Subsysteme erst durch Gateways mit nicht unerheblichen Kosten erschlossen werden. Mittlerweile sind Gateways für eine Unzahl von Subsystemen erhältlich.

 TYA67WD2 HAGER KNX/DALI Gateway Tunable Leuchtkontrollnetzwerk DALI-DSI 100Watt/230V Keine Bewertungen Art. TYA67WD2 Herstellerpart TYA67WD2 Hersteller HAGER Gewicht 0,150 kg 344,68€ / Stück Lieferadresse Deutschland bestellbar Lieferzeit 7-14 Werktage	 BERKER 85421700 DALI/DSI Steuereinsatz mit integriertem Netzteil Leuchtkontrollnetzwerk DALI-DSI 100Watt/230V Keine Bewertungen Art. 85421700 Herstellerpart 85421700 Hersteller BERKER Gewicht 0,061 kg 93,25€ / Stück Lieferadresse Deutschland bestellbar Lieferzeit 7-14 Werktage	 GIRA 102200 KNX/IEB Analogaktor 4fach Leuchtkontrollnetzwerk DALI-DSI 100Watt/230V Keine Bewertungen Art. 102200 Herstellerpart 102200 Hersteller GIRA Gewicht 0,025 kg 245,83€ / Stück Lieferadresse Deutschland bestellbar Lieferzeit 7-14 Werktage
--	---	--

KNX-Gateways zu DALI, DSI und DMX

Zum Zeitpunkt des Aufkommens von DALI waren die DALI-fähigen Vorschaltgeräte für Leuchtmittel noch äußerst kostspieliger. Es wurde eine weitere Schnittstelle gesucht und die Licht- und Bühnensteuerung DMX als kostengünstige Alternative gefunden. Auch für DMX wurde bei vielen Gebäudesystemen ein Gateway entwickelt.

DMX-Gateways für KNX, Loxone und LCN

Es ist festzustellen, daß DALI-Gateways bei KNX je nach Hersteller mit rabattierten Preisen von etwa 100 bis 350 Euro angeboten werden. Bei einem Rabatt von etwa 50 % sind dies reale Preise für den Endkunden in Höhe von 200 bis 700 Euro.

Gateways für das standardisierte Licht- und Bühnensteuerungssystem DMX kosten zwischen etwa 140 Euro (bei LCN) und bis zu 1000 Euro (bei KNX mit Anbieter ELKA).

Die Kosten für derartige Gateways sind zu Anfang der Technologieeinführung zu relativieren zu den Kosten für die Endgeräte in den Subsystemen und damit vertretbar, trotzdem stellen die Gateways relativ zu den Endgeräten einen großen Anteil dar. Da die Endgeräte mittlerweile fast ausschließlich in China und allgemein Fernost produziert werden, sind die Kosten für Endgeräte bei DALI auf etwa 20 Euro je Endgerät und bei DMX auf 15-100 Euro gesunken, entsprechend hätten die Gateways kostenmäßig längst gesenkt werden müssen, um die Relation zu den Endgeräten zu wahren.

DALI- (links) und DMX-(rechts) Endgeräte

Bevor diese Kostenproblematik näher untersucht wird, sind jedoch zunächst die Charakteristiken der verschiedenen Subsysteme zu analysieren.

DALI

Wikipedia beschreibt die Funktionalität von DALI sehr detailliert:

„

Digital Addressable Lighting Interface (DALI) ist in der [Gebäudeautomatisierung](#) ein Protokoll zur Steuerung von lichttechnischen Betriebsgeräten, wie z.B. [Schaltnetzteilen](#) („elektronischer Transformator“), elektronischen [Vorschaltgeräten](#) (EVG) oder elektronischen [Leistungsdimmern](#).

Jedes Betriebsgerät, das über eine DALI-Schnittstelle verfügt, kann über DALI-Kurzadressen einzeln angesteuert und in der Intensität verändert werden. Durch einen [bidirektionalen](#) Datenaustausch kann ein DALI-Steuergerät bzw. ein DALI-Gateway den Status von Leuchtmitteln bzw. von Betriebsgeräten einer Leuchte abfragen bzw. deren Zustand setzen. Jedem Betriebsgerät an ei-

nem DALI-Strang können bis zu 16 Gruppen zugeordnet werden, um eine synchrone Ansteuerung der Betriebsgeräte zu ermöglichen. Darüber hinaus können bis zu 16 Stimmungen (= vordefinierte Intensitätsstellwerte) pro Betriebsgerät gespeichert und bei Bedarf aufgerufen werden. DALI kann als „Inselsystem“ mit maximal 64 Betriebsgeräten oder als Subsystem über DALI-Gateways in modernen [Gebäudeautomationssystemen](#) betrieben werden. Im Prinzip hat sich DALI als Nachfolger für den noch immer marktbeherrschenden 1–10V-Standard (EVGs mit analoger 1 bis 10V-Schnittstelle etabliert. DALI gilt außerdem als Nachfolger des *Digital Serial Interface* (DSI). Die Hauptunterschiede bestehen zum einen darin, dass jedes DALI-Betriebsgerät individuell unterschiedliche Intensitätsstellwerte besitzen kann, während bei 1–10V bzw. DSI alle Betriebsgeräte stets denselben Intensitätsstellwert aufweisen. Zum anderen ist bei 1–10V bzw. DSI lediglich ein unidirektionaler Informationsfluss (von der Steuerung zum Betriebsgerät) möglich.

DALI verwendet ein serielles, asynchrones Datenprotokoll mit einer Übertragungsrate von 1200 Bit/s bei einem Spannungsniveau von 16V. Die Steuerleitung ist galvanisch getrennt und polaritätsfrei (verpolungssicher). Im Standard ist keine Festlegung für zu verwendende Stecker, Klemmen und Leitungen getroffen worden. Die Leitungen können in fast beliebigen [Topologien](#), also Stern-, Linien- oder Baumstrukturen verlegt werden. Eine ringförmige Verbindung von Komponenten muss jedoch vermieden werden. Die Leitungslänge zwischen zwei Systemteilnehmern ist (abhängig vom Leitungsquerschnitt) auf maximal 300 Meter begrenzt. Es sind keine [Abschlusswiderstände](#) am Ende einer Leitung notwendig.

DALI bietet die Möglichkeit, einen bestimmten „Systemfehlerwert“ (sog. System Failure Level) einzunehmen, für den Fall, dass die Ruhespannung von 16V ausfällt und eine Kommunikation zu den Betriebsgeräten nicht mehr möglich ist.

”

DSI

Wikipedia beschreibt die Funktionalität von DSI sehr detailliert:

”

Das **Distributed Systems Interface (DSI)** ist ein [Busprotokoll](#).

Das DSI dient dazu, mehrere [verteilte Systeme](#), [Sensoren](#) und [Aktuatoren](#) an ein [zentrales Steuergerät](#) anzuschließen. Die wichtigste Anwendung für das Busprotokoll sind [Airbag](#)-Systeme im Fahrzeug. Einige der Merkmale für die Anwendung sind die Notwendigkeit für eine kostengünstige, robuste Mittelgeschwindigkeitsverbindung, die auf zwei Leitungen begrenzt ist. Darüber hinaus muss es fehlersichernd, deterministisch sein und gute [EMV-Eigenschaften](#) haben. Auch wenn Geräte aller Ebenen der Komplexität und Programmierbarkeit eine Verbindung zum Netzwerk herstellen können, müssen verteilte Systeme mit einfachen [Zustandsautomaten](#) realisierbar sein. Da die Modulgröße einen wichtigen Faktor darstellt, ist ein Minimum an Komponenten sowohl im zentralen Steuergerät als auch in den verteilten Systemen kritisch.

Airbag-Systeme haben viele Arten von Komponenten, die an das Netzwerk angeschlossen werden müssen. Typischerweise werden diese Komponenten von Lieferanten direkt an die Fahrzeugmontageanlage geliefert. Einige können in Instrumententafeln und Lenksäulen eingebettet werden, andere in Sitzen, möglicherweise andere im Kabelbaum. Die Anzahl der verteilten Geräte ist typischerweise zweistellig. Aus diesem Grund ist es wünschenswert, dass die Netzwerkdressierung beim Einschalten von selbst konfiguriert werden kann. Dies minimiert die Anzahl der Gerätetypen und eliminiert die Notwendigkeit spezieller Programmiergeräte bei Komponentenlieferanten und der Fahrzeugmontage.

Die oben genannten Themen standen bei der Entwicklung des DSI Pate. Um den Determinismus aufrechtzuerhalten, ohne Busbandbreite und Einfachheit zu schmälern, wird eine einzige Master/Multiple-Slave-Konfiguration verwendet. Die Robustheit wird durch die Verwendung von Checksummen (CRC) in den Nachrichten und verteilte Selbstdiagnose erlangt. Hohe Nachrichtendichte bei mittleren Geschwindigkeiten und Kosten wird durch die gleichzeitige Übertragung der Stromversorgung, Master-Befehlen und Slave-Antworten erleichtert. In einer Single-Ended-Konfiguration ist einer der Drähte die Masse. Es wird ein optionales Daisy-Chain Verbindungsverfahren definiert, das die Zuordnung von Netzwerkadressen beim Einschalten mit a priori Geräteinformationen im Zentralmodul ermöglicht.

Es gibt zwei Varianten dieses Busprotokolls: Standard und Enhanced. Geräte beider Formen können auf einem Bus gemischt werden und den Standard-DSI-Betrieb verwenden. Der erweiterte DSI-Busbetrieb erfordert, dass alle Geräte auf dem Bus mit dem erweiterten DSI-Standard (Enhanced) kompatibel sind.

”

DMX

Wikipedia beschreibt die Funktionalität von DMX sehr detailliert:

DMX (alte Versionen **DMX512**, **DMX512/1990** und aktuelle Version **DMX512-A**) ist ein digitales [Steuerprotokoll](#), das in der [Bühnen-](#) und [Veranstaltungstechnik](#) ([Veranstaltungsbeleuchtung](#)) zur Steuerung von Lichttechnik wie [Dimmern](#), „intelligenten“ Scheinwerfern, [Moving Heads](#) und Effektgeräten angewandt wird. Die Abkürzung DMX steht für **D**igital **M**ultiplex.

Standardisiert wurde DMX zuerst durch die [USITT](#) („USITT DMX512“, „USITT DMX512/1990“), 2000 folgte die DIN 56930-2 (Norm auf Basis von DMX512/1990) und im November 2004 die ANSI E1.11 (bekannt als DMX512-A; mit Neuerungen gegenüber der DMX512/1990).

DMX basiert auf [RS-485](#), verwendet wird ein [symmetrisches Übertragungsverfahren](#), die differenziellen [Pegel](#) liegen zwischen $\pm 1,5\text{V}$ und $\pm 5\text{V}$. [Gleichtaktspannungen](#) zwischen -7V und $+12\text{V}$ müssen toleriert werden. Durch die symmetrische Übertragung besitzt DMX eine hohe Störsicherheit, da sich externe Störungen auf beide Datenleitungen gleichmäßig auswirken und am Empfänger nicht das Pegelniveau, sondern die Pegeldifferenz ausgewertet wird.

Zur Verbindung sind fünfpolige [XLR](#)-Stecker vorgeschrieben, häufig wird jedoch aufgrund des geringeren Preises die dreipolige Variante verwendet. Das freie Kontaktpaar (Pol 4 und 5) ist für andere Aufgaben vorgesehen, die in der DMX512-A näher spezifiziert werden. Entgegen der in der Audiotechnik [üblichen Praxis](#) befindet sich bei DMX am Sender ein [weiblicher](#) und beim Empfänger ein männlicher Kontakt. Bei Mikrofonen gilt allerdings aufgrund der [Phantomspannung](#) das Mischpult oder die verarbeitende Einheit als Sender. Dadurch ist der Ausgang auch gegen Kurzschluss bei Berührung mit Metallteilen geschützt. Zudem sind die Signalleitungen (im Vergleich zu Audio-Signalen) vertauscht.

Die Datenübertragung erfolgt mittels einer asynchronen seriellen Schnittstelle, die von einem [Universal Asynchronous Receiver Transmitter](#) (UART) gesteuert wird. Der Datenframe besteht bei DMX aus den fest vorgegebenen Parametern von 8 Datenbits, keinem Paritätsbit und 2 Stoppbits (8N2) sowie einer Symbolrate von 250 kBaud. Ein Bit ist somit $4\mu\text{s}$ lang, andere Datenraten sind nicht vorgesehen.

Die Übertragung ist durch den UART bedingt byteorientiert: Der Ruhezustand des Busses (logisch 1) wird durch das Startbit (logisch 0) unterbrochen. Anschließend folgen die acht Datenbits und die zwei Stoppbits (logisch 1). Danach befindet sich der Bus wieder im Ruhezustand und es kann bei Bedarf das nächste Byte übertragen werden.

Die gesendeten Datenpakete folgen der Abfolge in der Tabelle „Timing eines Datenpakets“. Nachdem ein Datenpaket gesendet wurde, wiederholt sich der Ablauf von vorne.

Der Bus ist in [Bustopologie](#) nach Standard [EIA-485](#) aufgebaut („[Daisy Chain](#)“). An einen Sender können bis zu 32 Empfänger angeschlossen werden, danach ist ein Repeater erforderlich. Für Verzweigungen müssen [DMX-Splitter](#) eingesetzt werden. Jede Kette muss am Ende mittels eines $120\text{-}\Omega$ -[Abschlusswiderstands](#) (auch Terminierungswiderstand oder Terminator genannt) abgeschlossen werden, um [Signal-Reflexionen](#) zu verhindern. Diese Aufgabe kann auch das letzte DMX-Gerät in der Kette übernehmen (z.B. schaltbarer Abschlusswiderstand oder automatisches Erkennen als letztes Glied in der Kette).

Da das Signal hohe Frequenzen enthält (125 kHz Rechteck, [Grenzfrequenz](#) $\sim 2,5\text{ MHz}$) muss ein entsprechend abgeschirmtes Kabel mit $110\text{ }\Omega$ [Impedanz](#) verwendet werden. Vorzugsweise kommt [Twisted-Pair](#)-Kabel in Betracht, es sind jedoch auch spezielle Mikrofonkabel auf dem Markt, deren elektrische Werte sich auch für DMX-Übertragung eignen. Dennoch ist es gebräuchlich, herkömmliche Mikrofonkabel ohne spezifizierte Impedanz zu verwenden, oft auch in Verbindung mit einer [Stagebox](#).

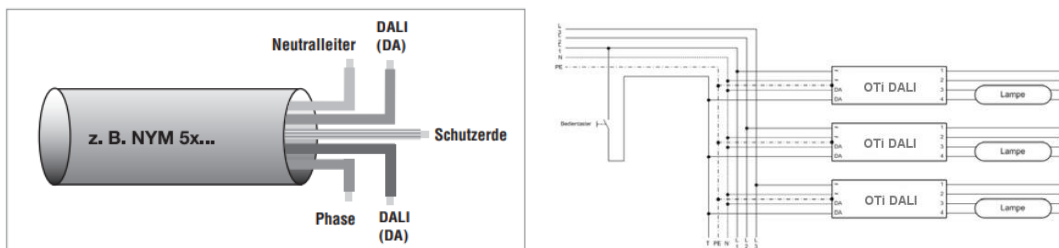
An jedem Gerät muss die Busadresse eingestellt werden, bei Geräten, die mehrere Kanäle empfangen, ist das die Startadresse (ein 12-kanaliger Dimmer mit der Startadresse 25 empfängt also die Kanäle 25 bis 36). Dies ist jedoch, besonders bei Verwendung von intelligentem Licht, eine große Fehlerquelle. Falsche Adressierung der Geräte führt meist zu unerwünschtem Verhalten, da sie auf Steuerdaten reagieren, die nicht für sie bestimmt sind, oder Kanäle verschoben sind. Andererseits ist es durchaus möglich, zwei Geräte absichtlich gleich zu adressieren, etwa wenn insgesamt zu wenig Kanäle zur Verfügung stehen, oder um die Programmierung der Lightshow zu vereinfachen. Identisch adressierte Geräte mit gleicher Kanalbelegung verhalten sich dabei völlig identisch.

Die ursprüngliche Verwendung, für die DMX konzipiert wurde, war die Ansteuerung von Lichtkreisen über Dimmer. Dafür erschien die Anzahl von 512 Kanälen und die Auflösung von 8bit pro Kanal (entspricht $2^8 = 256$ Stufen pro Kanal) als ausreichend. Inzwischen werden jedoch praktisch sämtliche Geräte der Bühnen- und Effektbeleuchtung per DMX angesteuert. Beispiele sind [Dimmer](#), [Farbwechsler](#), [Stroboskope](#), [Scanner](#) und [Moving Heads](#). Gerade die beiden letztgenannten benötigen zur Steuerung ihrer vielfältigen Funktionen mehrere Kanäle. Darüber hinaus ist die Auflösung eines Kanals zu gering, um glatte Fahrten eines Spiegels oder Moving Heads zu ermöglichen. Daher werden für die zwei Bewegungsachsen Pan und Tilt meist je zwei Kanäle (z.B. Pan Coarse und Pan fine) verwendet. Daraus ergibt sich, dass das Pan-Attribut mit 16bit aufgelöst wird (entspricht dann $2^{16} = 65536$ Stufen). Daraus resultieren für viele Geräte die großen Kanalzahlen (Beispiel für einen Scanner: 2 Kanäle Pan, 2 Kanäle Tilt, Lampe, Helligkeit (Dimmer), Shutter, 1. Goborad, 2. Goborad, Goborotation, 1. Farbrad, 2. Farbrad, Effektrad, Fokus, Zoom, Gerätesteuerung = 16 Kanäle für ein Gerät).

Die DMX-Signale werden in der Regel von einem Controller erzeugt, es gibt aber auch Lichtsteuerungs-Software, die DMX über spezielle Rechnerschnittstellen (DMX-Einbaukarte oder USB-DMX-Geräte) ausgeben kann.

Medien

Für DALI kann auf das normale 5-adrige NYM-Kabel zurückgegriffen werden, sinnvoller ist



DALI-Verkabelung

Demgegenüber werden für DMX spezielle Kabel angeboten.



DMX-Kabel mit Steckern

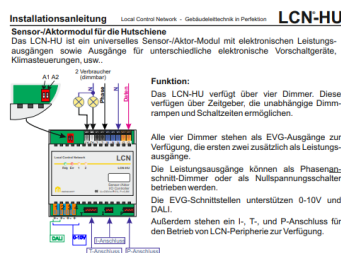
Addresszuweisung bei DALI

Die Adresszuweisung der einzelnen Teilnehmer im DALI-Bus erfolgt auf unterschiedlichste Weise. Sollten die DALI-Bus-Geräte bereits über eine Adresse verfügen, können diese Adressen eingelesen und in einer Matrix dargestellt werden. Wie in einem Puzzle können anschließend die Adressen geändert werden. Diesen Weg verwendet beispielsweise WAGO.



Adressvergabe der DALI-Teilnehmer bei einer WAGO-SPS

LCN verwendet verschiedenste Methoden zur Adressvergabe bei DALI. So ist das gängigste, auch empfohlene Verfahren die Adressvergabe über ein Programmiergerät. Dem LCN-System sind dann die DALI-Adressen bekannt, gezielt können Teilnehmer des DALI-Busses direkt oder auch über Gruppenadressen angesprochen werden. Von vornherein hatte das HU-Modul eine DALI-, wie auch DSI-Schnittstelle onboard.

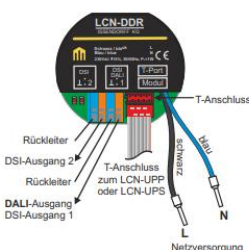


Hinweise zu DALI:
Die DALI-Telegramme werden an der 1. EVG-Schnittstelle ausgegeben.
Es können verschiedene Steuer-Modi eingestellt werden:
Standard: Die LCN-Ausgänge 1-4 sind fest mit den DALI-Gruppen 1-4 (bzw. 0-3) verknüpft! LCN schickt im Betrieb DALI-Gruppen-Kommandos. Alle Betriebsgeräte, die Mitglied der Gruppe 1 sind, folgen dem 1. Ausgang, die der Gruppe 2 dem 2. usw. Damit stehen die umfangreichen LCN-Funktionen (Timer, Rampen, Lichtszenen, usw.) auch unter DALI zur Verfügung. Alternativ kann die Funktion „DALI-Broadcast“ genutzt werden. Eine Adressierung ist dann nicht notwendig, alle Geräte folgen dem 1. Ausgang.
Per LCN-Kommando können zusätzlich beliebige EVGs und DALI-Gruppen gesteuert werden. So können LCN-Testen DALI Geräte an jedem Ort des Gebäudes steuern.
Farbtemperatur Ausgang 4 (DT8): Dieser Modus dient zum Steuern von TunesableWhite Betriebsgeräten (2.000 - 10.000K). Die Ausgänge 1-3 steuern die DALI-Gruppen 1-3, wie im Standard-Modus. Ausgang 4 steuert die Farbtemperatur per Gruppen-ID oder Broadcast.
RGBW (DT8): Die DT8-Farbtemperaturen werden wie folgt gesteuert: Ausg. 1 = rot, Ausg. 2 = grün, Ausg. 3 = blau & Ausg. 4 = weiß.
Mit DALI-Kommandos sind auch die DALI-Gruppenadressen 5-16 und die DALI-IDs 1-64 direkt über den LCN-Bus steuerbar, ohne Rückmeldungen. Auch die Farbtemperatur (DT8 Betriebsgeräte) lässt sich direkt per DALI-Kommando steuern.

Folgende Einstellmöglichkeiten bietet die LCN-PRO Software:
DALI normal* 16 Betriebsgeräte steuerbar (Emergency-Modus / Low-Pegel)
DALI-NDH 32 Betriebsgeräte steuerbar (High-Pegel) mit LCN-NDH
* Zur Energieversorgung auf dem DALI-Bus ist eine Einstellung des Emergency-Modus (Normenreihe IEC 62386, 215-False-Word) der DALI-Geräte erforderlich. Die LCN-PRO merkt das automatisch sobald die Funktion „DALI“ in den Ausgangseinstellungen aktiviert wird, bekommen alle DALI-Betriebsgeräte ein entsprechendes Kommando. Diese Funktion können Sie beliebig wiederholen, indem Sie einfach wieder 0-10V einstellen → abspeichern und dann wieder DALI aktivieren → abspeichern.
Hinweise:
• Beim Betrieb eines LCN-GT4DI-GT10D und starkem Busverkehr werden weniger DALI-Telegramme ausgesendet. Das kann bei mittleren Dimmrampen dazu führen, dass die Dimmung etwas stufig aussieht. Abhilfe: Langsamere/größere Dimmrampe oder betreiben Sie das LCN-GT4DI-GT10D an einem anderen LCN-Modul.
• Zur DALI-Adressvergabe müssen die EVGs einzeln angeschlossen werden. Bei schon verdrahteten EVGs bitte ein Programmiergerät verwenden, z.B. LCN-DIH.

Eigenschaften des HU-Moduls bezüglich DALI und DSI

Im nächsten Schritt wurde eine zweite Variante geschaffen, die DALI-Schnittstelle wurde optional durch Nutzung des T-Ports als Peripherie DDR in ein Modul integriert. Damit konnte ein DALI-Bus auch dezentral, statt über eine Unterverteilung erschlossen werden.



Betrieb DALI
Im DALI-Betrieb ist nur der 1. Schnittstelle (Ausgang 1) am LCN-DDR aktiv. An diesen Ausgang werden alle DALI Vorschaltgeräte parallel angeschlossen: DALI-EVGs sind adressierbar.
LCN-Module senden im DALI-Betrieb Gruppen-Kommandos an die Gruppen 1, 2, 3 und 4 : Alle EVGs, die Mitglied in der DALI-Gruppe 1 sind, folgen dem 1. LCN-Ausgang, EVGs der Gruppe 2 folgen dem 2. Ausgang usw. Damit stehen die umfangreichen LCN-Funktionen (Timer, Rampen, Lichtszenen, usw.) auch unter DALI zur Verfügung.
DALI EVGs müssen einmalig adressiert werden. Sie bekommen zuerst eine DALI-Adresse und zusätzlich eine DALI-Gruppen-Adresse. Wir empfehlen die DALI-Programmiergeräte des jeweiligen Herstellers zu verwenden.

Eigenschaften der DDR-Erweiterung bezüglich DALI und DSI

In der logischen Konsequenz wurde die Peripherieeinheit DIH konstruiert, um auch von einem SHS-Modul einen DALI-Bus zu eröffnen.

Damit waren mit dem HU-Modul zunächst 16 DALI-Adressen möglich, mit Netzteil 32.

Dies wurde auch bei den Peripherie-Einheiten DDR und DIH verfolgt. Mit der DIH-Einheit wurde die Teilnehmeranzahl auf 64 erhöht.

Auch Loxone bietet eine DALI-Extension für den Tree-Bus an. Zu wesentlich höheren Preisen, auf die noch eingegangen wird, erhält man die Ansteuerung von 64 DALI-Leuchtmitteln direkt in bis zu 16 DALI-Gruppen-



DALI Extension

€659,80

Enthält 19% Mehrwertsteuer
zzgl. Versand
Lieferzeit: ca. 1-2 Werktage

[PayPal](#) Bezahlen Sie in 3-24 monatlichen Raten. [Mehr erfahren](#)

PayPal

Überall schnell und sicher bezahlen

Die DALI Extension ermöglicht Ihnen eine flexible und intelligente Ansteuerung von DALI Leuchten und Leuchtmittel.

- vollständige Integration von DALI Leuchten in das intelligente Gebäude
- bis zu 64 DALI Leuchten flexibel ansteuern
- Unterstützung für bis zu 16 DALI Gruppen
- integrierte schaltbare Spannungsversorgung
- einfache und vollständige Konfiguration in Loxone Config

Adresszuweisung bei DMX

LCN bietet die Peripherieeinheit DMXH für den DMX-Bus an. Die Adressvergabe erfolgt über ein DMX-Programmiergerät.

Installationsanleitung

Local Control Network

LCN-DMXH

Steuerbaustein für den DMX-512A Bus

Der DMX Controller LCN-DMXH steuert 4 DMX Kanäle, z.B. RGBW Vorschaltgeräte. Er wird auf der Hutschiene montiert und kann mit LCN-Modulen ab Firmware 1702.. (Feb. 2013) betrieben werden.

Dank seines DMX Eingangs kann der LCN-DMXH in eine bestehende DMX Leitung eingeschleift werden. Er wird dann an 4 (einstellbaren) DMX Adressen seine 4 Dimmwerte einsetzen. Auf diese Weise ist es auch möglich, mehrere LCN-DMXH in Reihe zu schalten, um 8, 12, ... Kanäle zu steuern.

Funktion

Das LCN-Modul liefert über den I-Anschluss dem LCN-DMXH die Helligkeitswerte seiner 4 elektronischen Ausgänge (Funktion "Dimmer am I-Anschluss"). Der LCN-DMXH wandelt diese Werte auf die entsprechenden frei konfigurierbaren DMX-Kanäle um - siehe Seite 2.

Lieferumfang

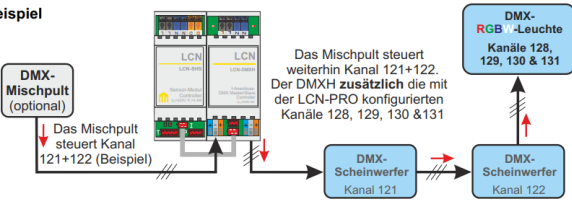
LCN-DMXH & I-Anschlussleitung.



Inbetriebnahme

Mit der LCN-PRO ab Version 5 in den Anschlüssen die Einstellung „Dimmer am I-Anschluss“ aktivieren. Der LCN-DMXH wird dann auf den DMX-Kanälen 1,2,3,4 senden. Mit der LCN-PRO können Sie aber auch andere der 512 Adressen als Sendeadressen fest-

Beispiel



Das Mischpult steuert weiterhin Kanal 121+122. Der DMXH **zusätzlich** die mit der LCN-PRO konfigurierten Kanäle 128, 129, 130 & 131

Wenn ein DMX-Signal empfangen wird, leuchtet die LED „DMX IN“.

Die DMX-Kanäle, die das Lichtmischpult ansteuert, werden vom LCN-DMXH 1:1 durchgeleitet. Der LCN-DMXH ersetzt allerdings auf „seinen“ 4 Kanälen die Helligkeiten durch die Werte der LCN-Ausgänge 1-4.

Eigenschaften der Peripherie-Einheit LCN-DMXH

Auch Loxone bietet eine DMX-Extension an. Insgesamt können damit 128 DMX-Kanäle angesteuert werden, dies reicht für eine sehr große Bühneninstallation.



DMX Extension

€351,18

Enthält 19% Mehrwertsteuer
zzgl. Versand
Lieferzeit: ca. 1-2 Werktage

[PayPal](#) Bezahlen Sie in 3-24 monatlichen Raten. [Mehr erfahren](#)

PayPal

Überall schnell und sicher bezahlen

DMX bietet Ihnen viele Möglichkeiten zur intelligenten Ansteuerung von Licht, vor allem bei LED-Beleuchtung.

- 128 Kanäle mit nur einer Extension
- individuelle Lichtszenen mit Farbe realisieren



Eigenschaften der Extension Loxone DMX

Kostenvergleich

Letztendlich sprechen die Kosten für eine DALI- oder DMX-Erweiterung. Für einen DALI-Vergleich wurden für KNX, LCN und Loxone die Kosten für einen DALI-Bus mit 64 Endgeräten zu je 34,50 Euro ermittelt.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1			KNX	Preis rabattiert	Preis real		LCN	Preis real		Loxone	Preis ohne MwSt	Preis real	
2													
3	Modul						LCN HU	352,7					
4	Gateway		MDT DALI Control 64	284,7	462,91					DALI Extension	554,45	659,7955	
5													
6	64 Endgeräte		DALI LED RGB		2208		DALI LED RGB	2208		DALI LED RGB		2208	
7			Einzelpreis 34,5				Einzelpreis 34,5			Einzelpreis 34,5			
8													
9	Gesamtpreis				2670,91			2560,7				2867,7955	
10													
11	Modul						LCN UPP	235,1					
12	Gateway		ABB DALI	295,32	697,34		LCN DDR	75,8		DALI AIR	140	166,6	
13										Hinweis: nur 10 Geräte			
14	64 Endgeräte		DALI LED RGB		2208		DALI LED RGB	2208		DALI LED RGB		2208	
15			Einzelpreis 34,5				Einzelpreis 34,5			Einzelpreis 34,5			
16													
17	Gesamtpreis				2905,34			2518,9				2374,6	
18													
19	Modul						LCN UPP	235,1					
20	Gateway						LCN DIH	296,3					
21													
22	64 Endgeräte						DALI LED RGB	2208					
23							Einzelpreis 34,5						
24													
25	Gesamtpreis							2739,4					
26													
27	Modul						LCN ESD	186,82					
28	Gateway												
29													
30	64 Endgeräte						DALI LED RGB	2208					
31							Einzelpreis 34,5						
32													
33	Gesamtpreis							2394,82					
34													
...													

Kostenübersicht über eine DALI-Installation mit 64 Endgeräten bei KNX, LCN und Loxone

Erstaunlicherweise liegen alle Gebäudebussysteme auf etwa gleichem Level, wobei Loxone und KNX kostenmäßig etwa 100 bis 300 Euro zu LCN mit ca. 2500 Euro liegen. Halten wir fest, eine DALI-Installation kostet etwa 2600 Euro bei 64 Endgeräten. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß die LCN-Lösung noch weitere Funktionalität über den T-, I- und P-Port bereithält.

Ein ähnliches Bild ergibt sich beim DMX, hier jedoch systembedingt nur für 32 Geräte im Bus.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1			KNX	Preis rabattiert	Preis real		LCN	Preis real			Loxone	Preis ohne MwSt	Preis real
2													
3	Modul						LCN UPP	235,1					
4	Gateway		ARCUS DMX	333,4	486,71		LCN DMXH	137,6			DMX Extensio	295,11	351,1809
5													
6	32 Endgeräte		DMX LED RGB		723,2		DMX LED RGB	723,2			DMX LED RGB		723,2
7			Einzelpreis 22,6				Einzelpreis 22,6				Einzelpreis 22,6		
8													
9	Gesamtpreis				1209,91			1095,9					1074,3809
10													
11	Modul												
12	Gateway		ELKA DMX	998,72	1052,67								
13													
14	32 Endgeräte		DMX LED RGB		723,2								
15			Einzelpreis 22,6										
16													
17	Gesamtpreis				1775,87								
18													
19													

Kostenübersicht über eine DMX-Installation mit 32 Endgeräten bei KNX, LCN und Loxone

Die Kosten für einen DMX-Bus mit 32 Geräten liegt bei etwa 1100 Euro, wobei das Unternehmen ELKA aufgrund der Konzentration auf Speziallösungen den Vogel mit fast 1800 abschießt.

Hochgerechnet auf 64 Endgeräte, also den zweimal angelegten Bus ergeben sich etwa 2200 Euro, was wiederum dem DALI entspricht.

Wesentlich spannender liegt die Kostenfrage beim Vergleich von DALI- und DMX-Lösung relativ zu Relais- und Dimmeranwendungen, die üblicherweise eingesetzt werden.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1			KNX	Preis rabattiert	Preis real		LCN	Preis real						
2														
3	geschaltet	ABB 8fach	283,2	637,84		LCN SHS	148,5							
4						LCN-RGH	172,55							
5	gesamt für 64		2265,6	5102,72		gesamt für 64	1989,03333							
6	64 Leuchtmittel			2208		64 Leuchtmittel	2208							
7									für 64 Geräte	2394,82 (LCN)		für 32 Geräte	1074,3809	
8	gesamt			7310,72		gesamt	4197,03333		gesamt	2394,82		gesamt	2148,7618	
9														
10	gedimmt	ABB 4fach	216,7	511,6		LCN SHS	148,5							
11						LCN EL4+	173,2							
12	gesamt für 64		3467,2	8185,6		gesamt für 64	2919,7							
13	64 Leuchtmittel			2208		64 Leuchtmittel	2208							
14									für 64 Geräte	2394,82		für 32 Geräte	1074,3809	
15	gesamt			10395,6		gesamt	5127,7		gesamt	2394,82		gesamt	2148,7618	
16														
17	gedimmt RGB KNX-Gerät					LCN EL4+	173,2							
18	gesamt für 64			166297,6		gesamt für 64	2771,2							
19	64 Leuchtmittel			2208		64 Leuchtmittel	2208							
20									für 64 Geräte	2394,82		für 32 Geräte	1074,3809	
21	gesamt			168505,6		gesamt	4979,2		gesamt	2394,82		gesamt	2148,7618	
22														

Kostenübersicht über eine DMX-Installation mit 32 Endgeräten bei KNX, LCN und Loxone

Die vorliegende Tabelle muß erläutert werden.

Zunächst können die 64 Leuchtmittel einfach mit Relais angesteuert werden, was jedoch eine große Komforteinbuße darstellt.

Verwendet wurden mehrere Relaisbausteine. Bei Verwendung des KNX fallen etwa 7300 Euro an Kosten an, dies ist etwa das dreifache einer DALI- oder DMX-Lösung. Bei LCN sind es etwa 4200 Euro, also das etwa zweifache einer DALI- oder DMX-Lösung, was noch viel zu viel ist.

Verwendet man mehrere einfache Dimmerbausteine, so fallen bei KNX etwa 10400 Euro ins Gewicht, also das etwa vierfache der DALI- oder DMX-Lösung. Beim LCN fallen die Kosten gegenüber der geschalteten Lösung kaum an.

Noch wesentlich stärker fällt der Vergleich bei RGB-Geräten aus, bei KNX fallen fast 17000 Euro ins Gewicht, bei LCN bleiben die Kosten etwa bei dem zweifachen einer DALI- oder DMX-Lösung.

Fazit

Eigentlich hätte man erwartet, daß DALI- oder DMX-Lösungen wesentlich teurer sind als geschaltete oder gedimmte Beleuchtungssteuerungen. Der Vergleich zeigte jedoch, daß bei Verwendung der heutigen billigen Chinakomponenten die DALI- oder DMX-Lösung wesentlich preiswerter ist als eine KNX-Lösung, nur wenig teurer eine LCN-Lösung. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß bei KNX noch die Ansteuerungskomponenten, wie z.B. einfache Taster oder andere Bediengeräte hinzukommen, während beim LCN über Peripherie kostengünstig Ansteuerungskomponenten hinzugefügt werden können.