

Application Note DK9221-0710-0031

I/O, Building Automation

Keywords

KL6811
Lichtsteuerung
Dimmen
IEC 62386
DALI
Spannungsversorgung
Gebäudesystemtechnik
Beleuchtung
Lichtgruppen
Kurzadresse
Lichtszenen
digitale Beleuchtung
Ethernet
Gateway
DALI-Master

DALI – Digitaler Standard für raumbezogenes Lichtmanagement

Dieses Application Example aus der Serie „Subbussysteme der Gebäudeautomation“ umfasst die Grundlagen zur Integration der DALI-Masterklemme KL6811 für das Beckhoff-Busklemmensystem. DALI ist eine einfach zu installierende Schnittstelle, welche die volldigitale Anschaltung von Leuchten und vergleichbaren Geräten innerhalb der Gebäudeautomation möglich macht. Als standardisierte Schnittstelle für bis zu 64 Feldgeräte an einer Klemme, die über Standard-Installationskabel verbunden werden können, profitiert der Anwender von einem einfachen, funktionalen Lichtmanagement, das über Gateways mit einer Gebäudesystemtechnik verbunden werden kann. Änderungen der Lichtszenen werden bei DALI über die Software realisiert, dadurch ist DALI im Vergleich zur 1...10-V-Technik preiswerter und flexibler in der Verkabelung. Eine Parametrierung der Klemme und des DALI-Strangs kann wahlweise durch die Konfigurationssoftware KS2000 (für Busklemmen Controller und Buskoppler) oder durch die Automatisierungssoftware TwinCAT (für PC-basierte Systeme) erfolgen.

1. DALI

Das Digital Addressable Lighting Interface (DALI) ist eine Schnittstellendefinition in der Gebäudeautomation zur Übertragung von Ansteuersignalen für lichttechnische Geräte. Hierzu werden die Vorschaltgeräte parallel verdrahtet und über die Steuerung miteinander verknüpft. Bis zu 64 Betriebsgeräte können einzeln adressiert und frei in 16 Lichtgruppen und 16 Lichtszenen eingeteilt werden. Neben dem Schalten der Beleuchtungsgeräte können auch der Status und einzelne Parameter (Dimmwerte etc.) abgefragt werden.

Im Gegensatz zu der Gebäudesystemtechnik ist DALI speziell für raumbezogenes Lichtmanagement konzipiert und senkt durch

Application Note DK9221-0710-0031

I/O, Building Automation

diese Fokussierung die Integrationskosten und reduziert den Installationsaufwand und den Aufwand bei Änderungen. DALI verfügt über einfache, weitestgehend automatisierte Inbetriebnahmeverfahren und kann bei Bedarf über Gateways in die Gebäudesystemtechnik integriert werden.

Folgende Anwendungen werden typischerweise mittels DALI realisiert: Konferenzraum- und Mehrzweckhallenbeleuchtung, Effektbeleuchtung – beispielsweise durch eine dynamische (wechselnde) RGB-Farbmischung –, Lichtszenarien für variable Hotel- und Gaststättenbeleuchtung, veränderbare Individualbeleuchtung in Seminarräumen und Akzentbeleuchtung in Shops, Kirchen, Museen, Theatern usw.

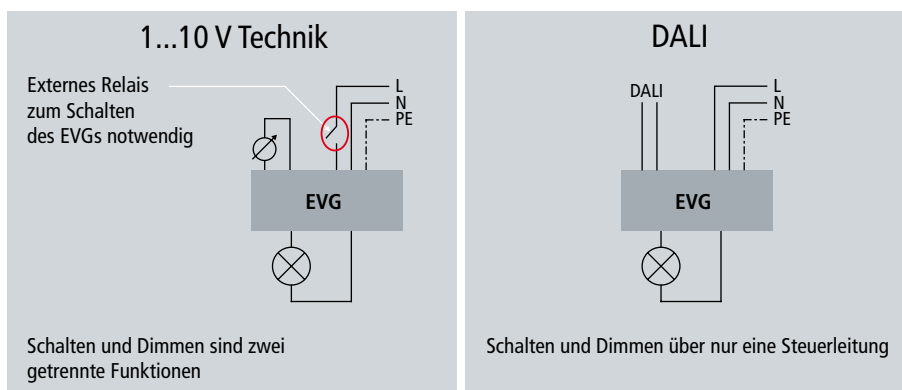


Abb. 1 Unterschied zwischen herkömmlicher serieller Verdrahtung und paralleler Verdrahtung

2. Herkunft

DALI, oft auch als Bussystem bezeichnet, ist das Ergebnis eines Standardisierungsbestrebens bei digitalen Schnittstellen an Vorschaltgeräten. Mit einem einheitlichen Standard sind die Hersteller von Beleuchtungskomponenten in der Lage, komplexe Beleuchtungsaufgaben einfach und komfortabel zu lösen. Im Gegensatz zur herkömmlichen analogen 1...10-V-Technik werden die angeschlossenen Geräte direkt geschaltet, sodass externe Relaiskontakte entfallen (vgl. Abb. 1). Da die DALI-Kommunikation digitalisiert ist, kann der DALI-Controller als zentrale Steuerungseinheit die einzelnen Teilnehmer direkt adressieren und Diagnosefunktionen und Status-Rückmeldungen einzelner Teilnehmer abfragen und verwalten. Durch den international etablierten Standard ist die Austauschbarkeit von Vorschaltgeräten unterschiedlicher Hersteller garantiert.

3. Typische Feldgeräte

Die DALI-Schnittstelle wird in der Norm IEC 62386 beschrieben. Die Bereiche der Norm entsprechen jeweils einem anschließbaren Gerätetyp:

- Part 201: Leuchtstofflampen (Gerätetyp 0)
- Part 202: Notbeleuchtung (Gerätetyp 1)
- Part 203: HID-Lampen (Gerätetyp 2)

Application Note DK9221-0710-0031

I/O, Building Automation

(HID = High Intensity Discharge, engl. für Hochdruck-Gasentladungslampen)

- Part 204: Niedervolt-Halogenlampen (Gerätetyp 3)
- Part 205: Dimmen von Allgebrauchslampen (Gerätetyp 4)
- Part 206: Umwandlung von digitalen Signalen in Gleichspannungssignale (Gerätetyp 5)
- Part 207: LED-Module (Gerätetyp 6)
- Part 208: Schaltfunktion (Gerätetyp 7)
- Part 209: Farb-/Farbtemperatursteuerung (Gerätetyp 8)
- ...

Die DALI Masterklemme KL6811 von Beckhoff unterstützt bisher die Bereiche 201, 202, 203 und 209.

4. Master-Ausführungen

Pro DALI-Strang werden ein Master und ein entsprechendes Netzteil zur Erzeugung der DALI-Steuerspannung benötigt.

Die Spannungsversorgung der Teilnehmer erfolgt meist nicht über den DALI-Master. Pro Master können bis zu 64 Adressen verwaltet werden, was in der Praxis 64 Teilnehmern entspricht. DALI ist jedoch ein Single-Master-System, daher ist darauf zu achten, dass beim Einsatz von Komponenten unterschiedlicher Hersteller nicht versehentlich zwei Master in einem Strang verbaut werden.

5. Topologien

Beim Aufbau von DALI-Linien können Stern-, Baum- oder gemischte Topologien verwendet werden. Es können jedoch 64 individuelle Adressen vergeben werden (64 Teilnehmer). Diese Adressen können völlig unabhängig voneinander 16 Gruppenadressen (Lichtgruppen) zugeordnet werden. Zusätzlich können 16 Beleuchtungswerte hinterlegt werden, die 16 unterschiedlichen Lichtszenen entsprechen.

Application Note DK9221-0710-0031

I/O, Building Automation

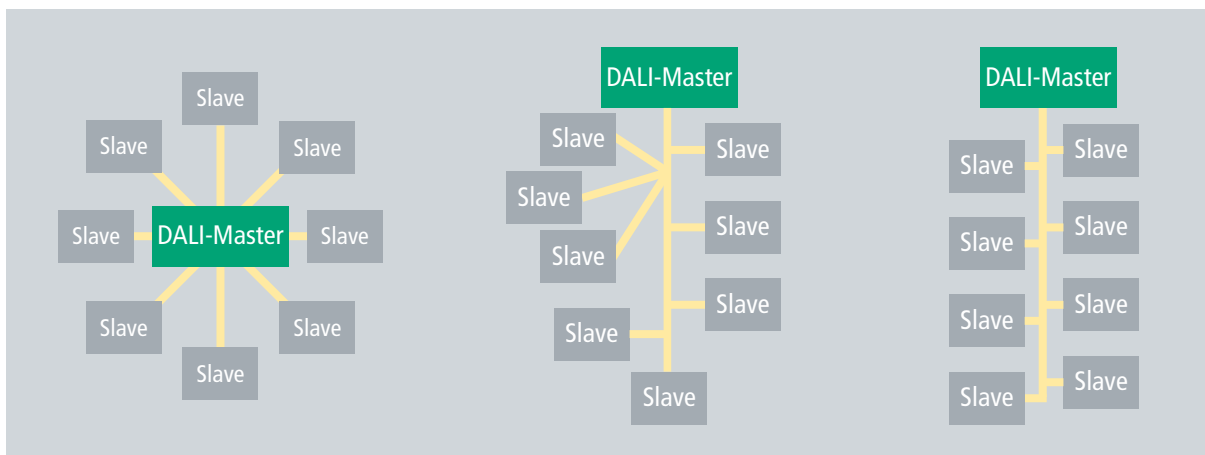


Abb. 2 Topologien bei DALI

5.1 Verlegeart, Querschnitt und Leitungslängen

DALI-Topologien können grundsätzlich mit Standard-Installationskabel aufgebaut werden. Eine 5-adrige Leitung wird empfohlen, da Steueradern (DALI+, DALI-) und Versorgungsadern (Phase, Neutralleiter, PE) in einem Kabel geführt werden können. Bei den Steueradern ist die Polarität zu vernachlässigen, weiterhin sind keine Endwiderstände erforderlich. Die Isolation der digitalen Schnittstelle entspricht der EN 60928 (Basisisolierung), damit ist SELV nicht gewährleistet! Die Länge der gesamten Linie ist abhängig vom gewählten Kabelquerschnitt und Art sowie Anzahl der angeschlossenen Slaves. Die maximale Leitungslänge darf 300 m nicht überschreiten. Zusätzlich darf der Spannungsfall über die gesamte Länge der Leitung 2 V DC nicht unterschreiten!

Bei Standard-Installationskabel empfohlene Querschnitte:	
Leitungslänge	min. Leitungsquerschnitt
bis 100 m	0,5 mm ²
100...150 m	0,75 mm ²
150...300 m	1,5 mm ² (empfohlen)

Tab. 1 Abhängigkeit von Leitungsquerschnitt und Leitungslänge

6. Kurzbeschreibung Kommunikation

Application Note DK9221-0710-0031

I/O, Building Automation

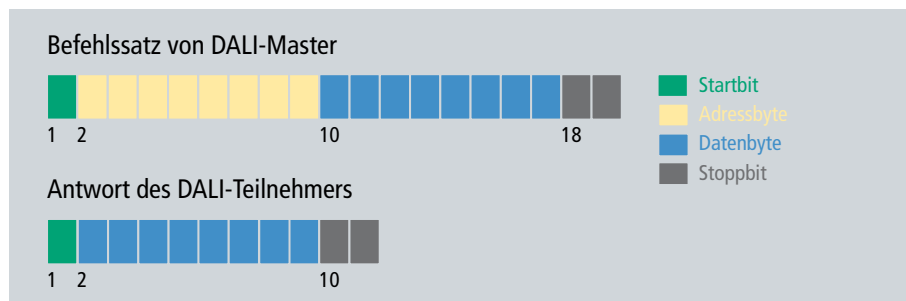


Abb. 3 Aufbau eines DALI-Telegramms

Das DALI-Protokoll besteht aus 19 Bits und ermöglicht somit Einzeladressierbarkeit von 64 Leuchten, Statusrückmeldung (eingestellter Dimmwert, Lampentest) sowie eine Vielzahl von einstellbaren Parametern wie Fade-Time, Fade-Rate etc. Die Übertragungsgeschwindigkeit beträgt 1.200 Baud und gewährleistet in Kombination mit der geringen Spannungshöhe der DALI-Signale von maximal 22,4 V DC eine gute elektromagnetische Verträglichkeit (EMV). Alle Geräte einer DALI-Anlage müssen den folgenden Euronormen entsprechen: EN 55015, EN 61547, EN 61000-3-2, EN 63000-3-3.

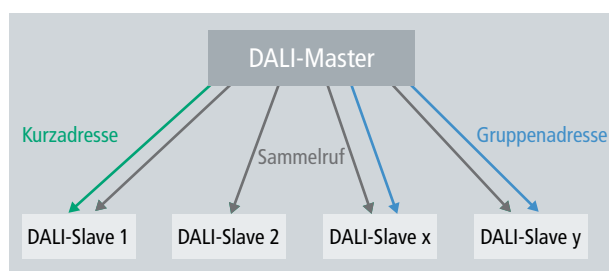


Abb. 4 Ansprache der DALI-Teilnehmer über Kurzadresse, Gruppenadresse oder Sammelruf

7. Spannungsversorgung

Die DALI-Systemspannung beträgt 9,5 bis 22,4 V DC. Die Spannungsversorgung der Teilnehmer erfolgt meist über 230 V AC, sodass ein 5-adriges Standard-Installationskabel sowohl als Datenleitung als auch zur Spannungsversorgung genutzt werden kann (siehe Abbildung 5).

Application Note DK9221-0710-0031

I/O, Building Automation

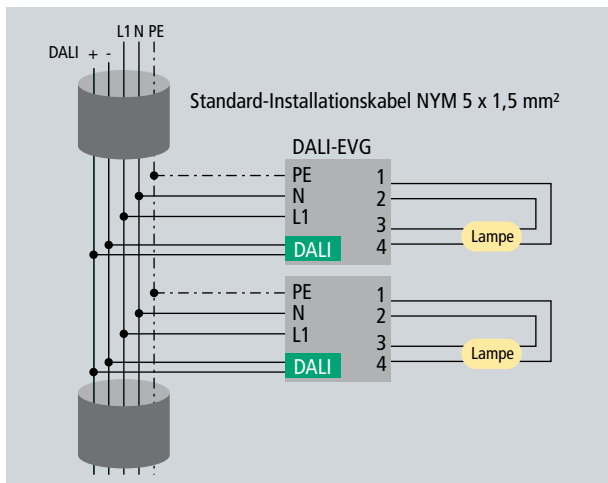


Abb. 5 Spannungsversorgung der DALI-Teilnehmer

8. DALI-Master-Busklemme KL6811 mit integriertem Netzteil

Die KL6811 erlaubt den Anschluss von bis zu 64 DALI-Slaves und ist hervorragend geeignet zur Ansteuerung von EVGs. Schon mit einfachen Standard-Tastern können Beleuchtungsanlagen geschaltet und gedimmt werden, da die Signale innerhalb des Controllers verknüpft werden. Die KL6811 von Beckhoff arbeitet feldbusunabhängig und kann auch als DSI-Master eingesetzt werden. DSI ist der Vorläufer von DALI und basiert auf einem seriellen Übertragungsverfahren.

Für den Betrieb der DALI-Slaves sind keine weiteren Komponenten notwendig, da die KL6811 ein integriertes 24-V-DC-Netzteil mit galvanisch getrennter Ausgangsspannung enthält (siehe Abb. 6). Netzteil und DALI-Spannung sind klemmenintern verbunden, sodass nur eine Leitung mit zwei Adern (DALI+, DALI-) von der Klemme abgeführt werden muss. Das integrierte Netzteil ist für 64 Teilnehmer mit einer Stromaufnahme von je 2 mA ausgelegt und kann bei Bedarf auch abgeschaltet werden, falls die DALI-Teilnehmer über ein externes Netzteil versorgt werden.

Application Note DK9221-0710-0031

I/O, Building Automation

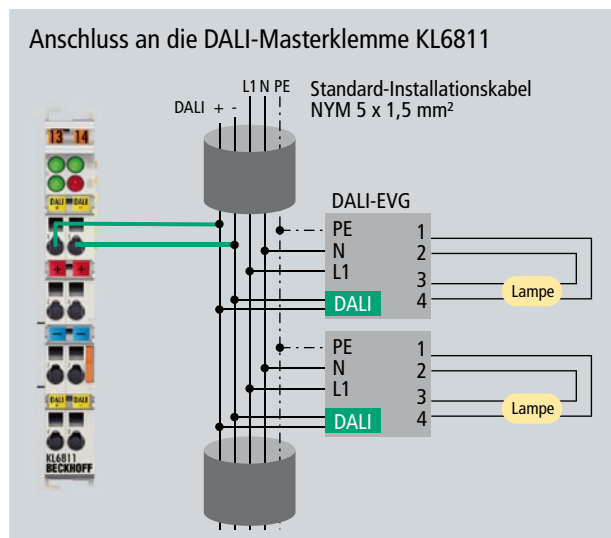


Abb. 6 Spannungsversorgung über die DALI-Masterklemme KL6811

Eine weitere Besonderheit der Klemme ist die Überspannungsabschaltung an den Kontakten für die DALI-Steuerleitung: Sollte versehentlich 230 V AC an die DALI-Klemmstellen angeschlossen werden, wird die Klemme nicht zerstört, sondern schaltet sich ab.

9. Parametrierung

Die Parametrierung der DALI-Masterklemme KL6811 von Beckhoff kann sowohl bei PC-basierten Systemen über die Automatisierungssoftware TwinCAT als auch bei Busklemmen Controllern über die Konfigurationssoftware KS2000 vorgenommen werden. Für PC-basierte Systeme mit dem Schwerpunkt auf DALI-Anschaltung eignet sich auch das TwinCAT Supplement ‚Building Automation Framework‘.

Die Busklemme KL6811 sendet als Controller lediglich Steuersequenzen wie ON, OFF, UP, DOWN, GO TO SCENE, ADD TO GROUP etc. über die Schnittstelle an ein angeschlossenes EVG, welches die Befehle dann selbstständig ausführt. Zwischen der Klemme und dem EVG erfolgt eine Kommunikation, bei der Rückmeldungen zu Lampendefekten, Dimmwerten, Fehlermeldungen etc. abgefragt werden.

9.1 Einbindung mit der Konfigurationssoftware KS2000

Bei Einsatz von Busklemmen Controllern lässt sich die Parametrierung der KL6811 einfach über einen beliebigen Service-PC mit der Konfigurationssoftware KS2000 durchführen. Mittels RS232-Schnittstelle oder über den Feldbus direkt an den Buskoppler angekoppelt, kann in der grafischen Menü-Oberfläche der KS2000 die Adressierung und Konfiguration der einzelnen DALI-Teilnehmer vorgenommen werden (siehe Abb. 7). Die Einteilung in Lichtgruppen und -szenen erfolgt anhand von Auswahlmenüs und kann übersichtlich in Tabellen verwaltet werden.

Application Note DK9221-0710-0031

I/O, Building Automation

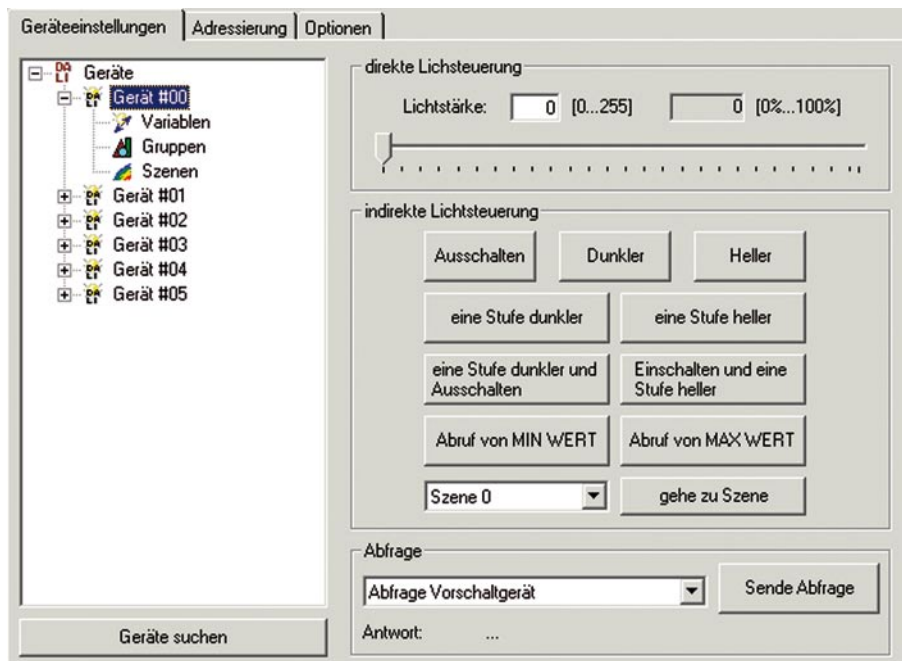


Abb. 7 Konfiguration der DALI-Teilnehmer über die grafische Menü-Oberfläche der KS2000

9.2 Einbindung mit TwinCAT

Bei Einsatz von Beckhoff-Steuerungstechnik unterstützt TwinCAT die KL6811 mit einer eigenen Bibliothek:

TwinCAT PLC Library DALI.

Die Bibliothek bietet Bausteine zur Konfiguration und Programmierung der DALI-Masterklemme KL6811 und kann auf Busklemmen Controllern sowie auf PC oder CX genutzt werden. Sie enthält u. a. Bausteine für folgende Funktionen:

- Bausteine zum Ändern der Lampenleistung (Dimmen)
- Bausteine zum Ändern und zur Abfrage diverser Parameter eines DALI-Slaves
- Bausteine zur Adressvergabe einzelner DALI-Slaves
- Bausteine zur Konfiguration von DALI-Gruppen und DALI-Szenen

Jedoch lassen sich alle DALI-Befehle durch einen SPS-Baustein darstellen. Das Programm zur Ansteuerung der DALI-Feldgeräte wird bei dem Einsatz von TwinCAT aus der SPS heraus geladen und kann daher nicht verloren gehen.

Eine weitere Möglichkeit zur Integration der DALI-Masterklemme KL6811 in TwinCAT ist das **TwinCAT Building Automation Framework**: Das TwinCAT Supplement eignet sich hervorragend für Anwendungen in der Beleuchtungstechnik und unterstützt den Anwender oder Systemintegrator komfortabel sowohl bei der Entwicklung als auch bei der Inbetriebnahme entsprechender DALI-Applikationen. Mit Hilfe des Tools lassen sich Engineering und Inbetriebnahme von Gebäuden deutlich vereinfachen.

Application Note DK9221-0710-0031

I/O, Building Automation

Systemintegratoren, Betreiber und Gebäudenutzer können neue Funktionen, Änderungen von Szenarien oder Zuordnungen von Sensoren/Aktoren mit wenigen Klicks einfach durchführen.

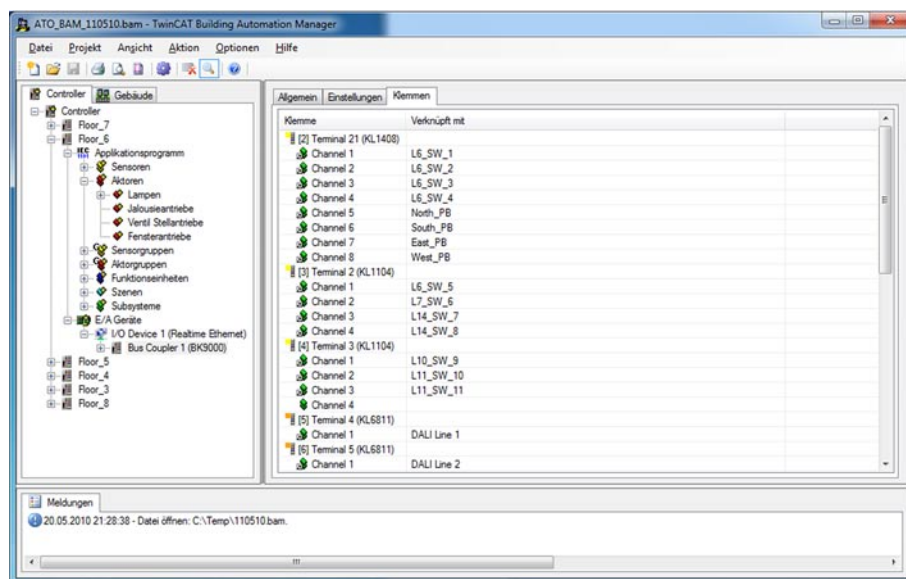


Abb. 8 Ansicht des Building Automation Managers

Im Building Automation Manager als Konfigurationstool innerhalb des Frameworks, werden die vorhandenen Komponenten (Industrie-PCs, Embedded-PCs, Busklemmen und Datenpunkte) eingetragen und den entsprechenden Funktionen zugeordnet. Der Zustand aller Sensoren und Aktoren lässt sich im TwinCAT Building Automation Manager beobachten und steuern. Die Aktoren können zusätzlich – beispielsweise zur Inbetriebnahme – manuell geschaltet werden. Mit Hilfe von Konfigurationsassistenten kann der Anwender die Verknüpfung zwischen Aktoren und Sensoren einfach herstellen. Das Konfigurationsprogramm erzeugt aus diesen Informationen die Parameter, basierend auf der Building Automation Framework PLC Library, welche die wichtigsten Funktionen für die Gebäudeautomatisierung enthält.

9.3 Einbindung in übergeordnete Systeme

Zur Integration in die Gebäudesystemtechnik kann die DALI-Klemme beispielsweise über einen Embedded-PC mit Ethernet-Anschluss an einen Leitreechner angebunden werden. So können die DALI-Feldgeräte in Abhängigkeit zu den verschiedenen Parametern der Gebäudesteuerung geschaltet werden. Fehler und Statusmeldungen können so aus der Feldebene bis hin zur Leitebene durchgereicht werden.

Application Note DK9221-0710-0031

I/O, Building Automation

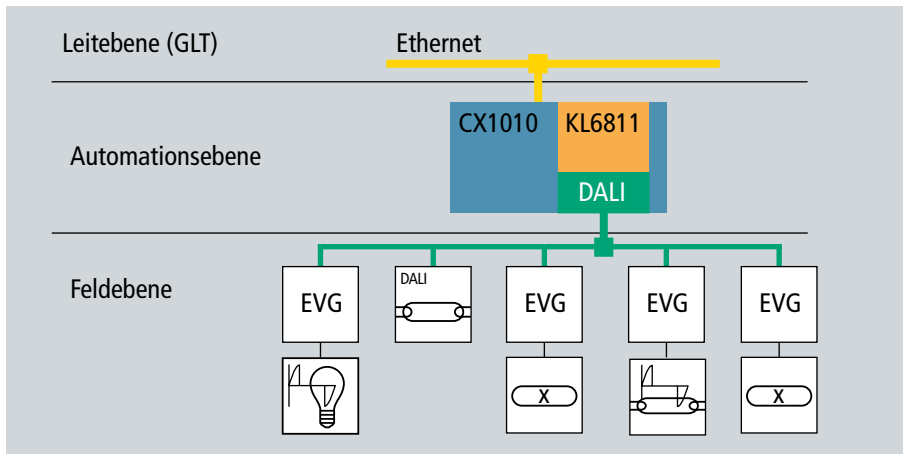


Abb. 9 Integration von Beleuchtungselementen in die Gebäudeautomation

10. Praxisbeispiel

Bei der Realisierung der Beleuchtungssteuerung einer Etage werden die Vorteile von DALI im Vergleich zur 1...10-V-Technik deutlich.

Application Note DK9221-0710-0031

I/O, Building Automation

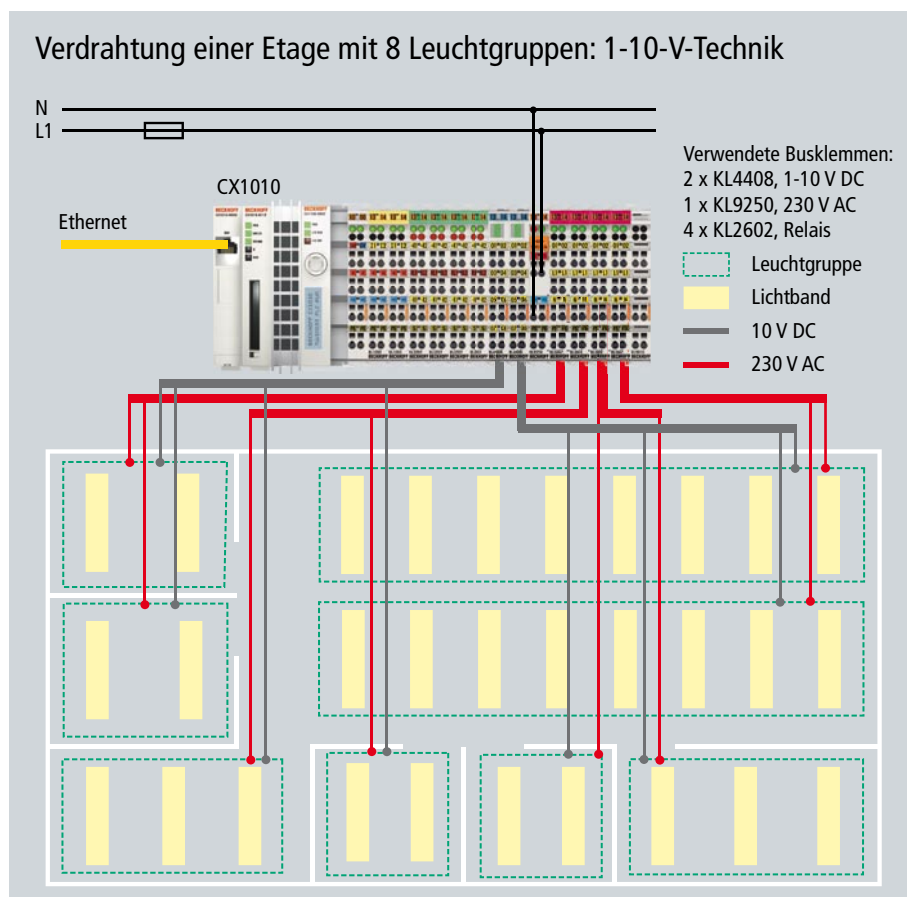


Abb. 10 Verkabelungsaufwand und Materialeinsatz bei 1...10-V-Technik

Der Verkabelungsaufwand reduziert sich erheblich, da nicht jedes Element mit einer separaten Spannungsversorgung und einer Steuerleitung versehen werden muss. Auch der Materialeinsatz sinkt, da auf die externen Relais zum Schalten der EVGs verzichtet werden kann und die Steuerleitung nicht sternförmig, sondern als Linie verlegt werden kann.

Application Note DK9221-0710-0031

I/O, Building Automation

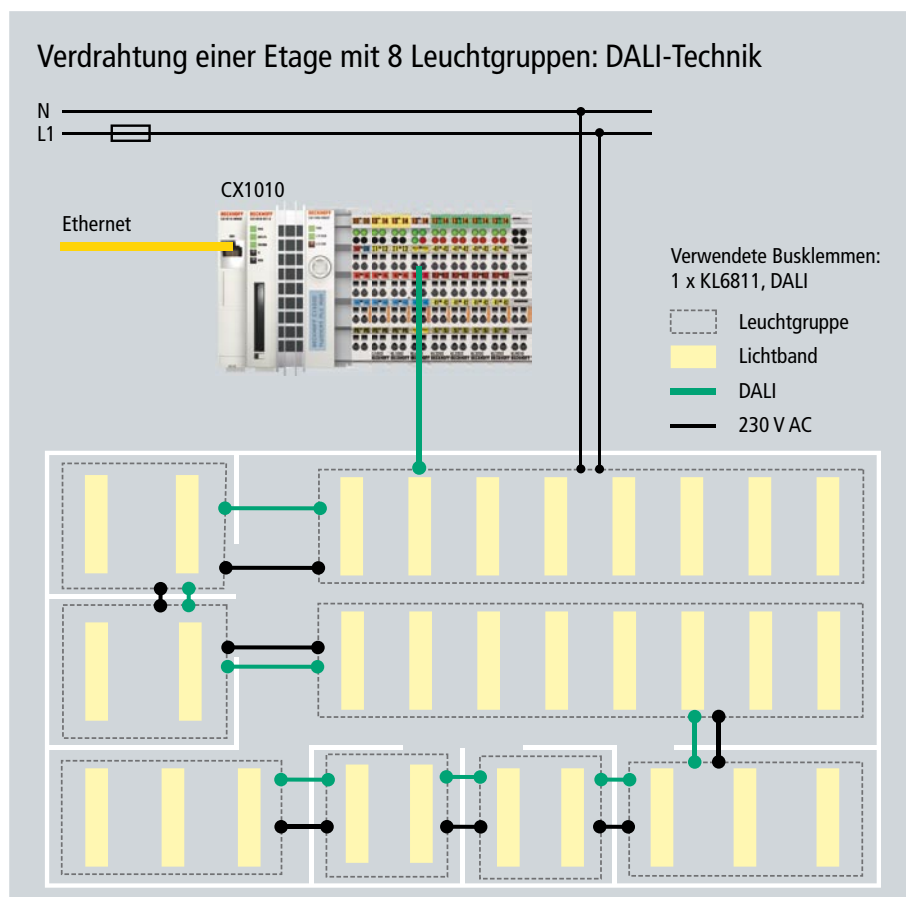


Abb. 11 Vereinfachte Verkabelung bei DALI

Neben den verkabelungstechnischen Vorteilen bieten sich auch hinsichtlich der Flexibilität über den Lebenszyklus eines Gebäudes weitere Vorteile. Änderungen in der Raumaufteilung, oder Szeneneinteilungen können einfach per Software angepasst werden. Unter Umständen können diese Änderungen dezentral über das Netzwerk erfolgen und es muss kein Techniker vor Ort sein.

- DALI/DSI-Master- und -Netzteilklemme www.beckhoff.de/KL6811
- TwinCAT-PLC-Library DALI
www.beckhoff.de/german/twincat/twincat_plc_building_automation_dali.htm
- TwinCAT Building Automation Framework
www.beckhoff.de/german/twincat/twincat_building_automation_framework.htm
- Beckhoff Building Automation www.beckhoff.de/building
- Konfigurationssoftware KS2000
www.beckhoff.de/german/fieldbus_components_accessories/ks2000.htm

Application Note DK9221-0710-0031

I/O, Building Automation

– TwinCAT Supplements Building Automation

www.beckhoff.de/german/twincat/twincat_supplements_building_automation.htm

– TwinCAT www.beckhoff.de/TwinCAT

Dieses Dokument enthält exemplarische Anwendungen unserer Produkte für bestimmte Einsatzbereiche. Die hier dargestellten Anwendungshinweise beruhen auf den typischen Eigenschaften unserer Produkte und haben ausschließlich Beispielcharakter. Die mit diesem Dokument vermittelten Hinweise beziehen sich ausdrücklich nicht auf spezifische Anwendungsfälle, daher liegt es in der Verantwortung des Kunden zu prüfen und zu entscheiden, ob das Produkt für den Einsatz in einem bestimmten Anwendungsbereich geeignet ist. Wir übernehmen keine Gewährleistung, dass der in diesem Dokument enthaltene Quellcode vollständig und richtig ist. Wir behalten uns jederzeit eine Änderung der Inhalte dieses Dokuments vor und übernehmen keine Haftung für Irrtümer und fehlenden Angaben. Eine detaillierte Beschreibung unserer Produkte enthalten unsere Datenblätter und Dokumentationen, die darin enthaltenen produktspezifischen Warnhinweise sind unbedingt zu beachten. Die aktuelle Version der Datenblätter und Dokumentationen finden Sie auf unserer Homepage (www.beckhoff.de).

© Beckhoff Automation GmbH, Juli 2010

Die Weitergabe sowie Vervielfältigung dieses Dokuments, Verwertung und Mitteilung seines Inhalts sind verboten, soweit nicht ausdrücklich gestattet. Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadenersatz. Alle Rechte für den Fall der Patent-, Gebrauchsmuster- oder Geschmacksmustereintragung vorbehalten.