

**LF6: Ein Bussystem in einem bestehenden Firmengebäude
installieren, programmieren, parametrieren und prüfen**

Ausbildungsberuf	Elektroniker/-in für Gebäudesystemintegration
Fach	Gebäudetechnische Systeme
Lernfeld	LF 6: Gebäudetechnische Systeme analysieren und Änderungen vornehmen
Lernsituation	Lernsituation 2: Ein Bussystem in einem bestehenden Firmengebäude installieren, programmieren, parametrieren und prüfen
Zeitraumen	ca. 15 Unterrichtsstunden
Benötigtes Material	Arbeitsblätter, Online-Zugang zum KNX-Campus, Endgeräte mit Internetzugang, Tafel / Stifteingabegeräte



Unterrichtskonzept mit illustrierenden Aufgaben

Berufsschule, Elektroniker/-in für Gebäudesystemintegration, 2. Ausbildungsjahr

Konzeptionsmatrix für die Lernsituation 2

Konzeptionsmatrix für Lernsituation 2		Die SuS realisieren für einem Ausstellungsraum eine Lichtsteuerung mit einem Bussystem. Dabei können die Grundlagen des Bussystem Topologie, Sensoren, Aktoren, physikalische Adressen bzw. Gruppenadressen, Szenen usw. erarbeitet werden. Eine Software zur Programmierung des Bussystems kommt zum Einsatz.							
Zeit	Thema/ Beschreibung	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexions- wissen	Aufgabe				
					Aktivitäten	Lernprodukte	Medien/ Materialien	Kontroll- und Reflexionselemente	
45	Anschlussmöglichkeiten von Sensoren	Anschlussmöglichkeiten von Sensoren: 2-, 3-, 4-Leiteranschluss	Auswahl von Sensorik und Aktorik	Vor- bzw. Nachteile eines direkten Anschlusses von Sensoren	Informationsbeschaffung zur Auswahl eines geeigneten Bussystems				
					Übersicht verschiedener Anschlussmöglichkeiten von Sensoren erstellen	Vor- u. Nachteile der Anschlussmöglichkeiten	AB 1: Sensoren anschließen	Anbindung bereits bekannter Systeme wie z.B. Kleinsteuerungen	
45	Sensoren an ein Bussystem, z.B. KNX anschließen	Anschluss an ein Bussystem	Bussysteme in der Gebäudetechnik		Recherche: Verschiedene Bussysteme in der Gebäudetechnik	Tabelle / Mindmap verschiedener Bussysteme	<ul style="list-style-type: none"> Fachbuch Tabellenbuch Internet 		
180	Grundlegende Kenntnisse eines Bussystems	<u>Bussysteme:</u> <ul style="list-style-type: none"> Hersteller Installation Topologie Leitungslängen Busleitungen Einteilung: Bereiche / Linien Wirtschaftlichkeit eines Bussystems 	Installation eines Bussystems	Gültige Normen und Installationsvorschriften beachten	Basiswissen zu Bussystemen				
					Skript lesen und besprechen	Skript zu Grundlagen der Bustechnik	AB 2: KNX, Tabellenbuch		
					Fragen zum Skript beantworten	Zusammenfassung des Skripts erstellen	AB 2: KNX		



Unterrichtskonzept mit illustrierenden Aufgaben

Berufsschule, Elektroniker/-in für Gebäudesystemintegration, 2. Ausbildungsjahr

180	Software zur Programmierung und Parametrierung eines Bussystems	Adressierung des Bussystem: <ul style="list-style-type: none"> • Physikalische Adressen • Gruppenadressen 			Unterscheidung zwischen physikalischen und Gruppenadressen				
					Adressierung des Bussystems verstehen	Erste Anwendung der Software Übungsbeispiele zur Adressierung	Software des Bussystems AB 2: KNX		
					ETS eCampus Quizz lösen	ETS-Zertifikat	Internet: KNX online		
135	Programmierung u. Parametrierung der Komponenten nach Kundenwunsch	Funktion der Lichtsteuerung eines Ausstellungsraums	Programmieren einer Lichtsteuerung	Beleuchtungsstärken	Lichtsteuerung nach Kundenwunsch realisieren				
					Funktionen einer Lichtsteuerung programmieren: <ul style="list-style-type: none"> • Licht EIN/AUS (1- o. 2-Tasten) • Dimmen • Ggf. Treppenhaus • Ggf. Szenen 	Steuerung der Beleuchtung eines Ausstellungsraumes	Software des Bussystems AB 3: Programmieraufgabe		
90	Überprüfung der Programmierung	Übertragung der Informationen auf der Busleitung	Telegramme mit Bus- bzw. Gruppenmonitor anzeigen	Fehlersuche anhand der angezeigten Telegramme	Reflexion der Ergebnisse				
					Onlineverbindung mit eines Bussystem herstellen	Dokumentation der Telegramme auf dem Bussystem	AB 3: Programmieraufgabe		

Unterlagen, Medien, Materialien

1. Information

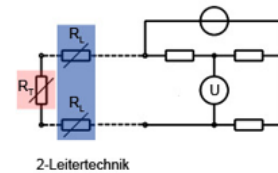
Die Lernenden greifen das Projekt der Illustrierenden Aufgabe 6.1 auf und realisieren die vom Kunden in der Baubesprechung genannten und im Pflichtenheft festgehaltenen Funktionen zur Beleuchtung eines Verkaufsraumes.

Mittels des AB1_Sensoren anschließen erhalten die Lernenden einen Überblick zu den verschiedenen herkömmlichen Anschlussarten von Sensoren.

Sensoren anschließen

2-Leiterschaltung

Bei einer 2-Leiterschaltung geht der Zuleitungswiderstand voll in das Messergebnis ein. Der Einfluss des Zuleitungswiderstandes kann bei einer konstanten Temperatur durch einen temperaturunabhängigen Leitungsabgleichwiderstand kompensiert werden, d.h. der Zuleitungswiderstandswert wird als fester Wert in Abzug gebracht (Offset).



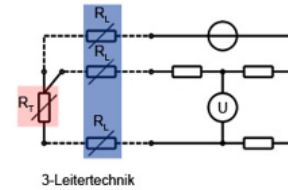
→ Welche Vor- und Nachteile ergeben sich bei dieser Anschlussart?

Vorteil: Es sind nur 2 Leitungen zum Sensor notwendig.

Nachteil: Der Zuleitungswiderstand geht voll in das Messergebnis ein, dadurch kann das Messergebnis verfälscht werden.

3-Leiterschaltung

Durch Verwendung einer 3-Leiterschaltungslogik werden Messungen über wesentlich größere Entfernungen ermöglicht. Hierbei werden die Temperatureinflüsse der Zuleitungen reduziert, realisiert wird dies mittels eines weiteren Leiterdrahtes zu einem Anschlussdraht des Temperatursensors. Durch diese Technik wird ein weiterer Messkreis generiert, der den Widerstand der Zuleitung ohne Temperatursensor darstellt. Die interne Brückenschaltung der Messelektronik subtrahiert diesen Widerstandswert dann vom Widerstandswert des Messkreises mit Sensor. Bitte beachten Sie, dass die gleichen elektrischen Eigenschaften der Zuleitungen nötig sind!



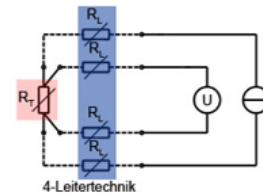
→ Welche Vor- und Nachteile ergeben sich bei dieser Anschlussart?

Vorteil: Es werden Messungen über wesentlich größere Entfernungen ermöglicht.

Nachteil: Es werden die Temperatureinflüsse der Zuleitungen reduziert.

4-Leiterschaltung

Die genauesten Messungen sind mittels 4-Leiterschaltung möglich, da hier die Einflüsse der Zuleitungswiderstände als auch die Temperatureinflüsse auf diesen entfallen. Es werden hierbei zwei zusätzliche Leitungsdrähte zu den Sensorzuleitungen adaptiert, wobei zwei zusätzliche getrennte Messkreise gebildet werden. Getrennte Messung der Stromstärke sowie des Spannungsabfalles. Liegt der Eingangswiderstand der Auswerteelektronik deutlich über den der Zuleitungen, ist der gemessene Spannungsabfall dann unabhängig von den Eigenschaften dieser. Bitte beachten Sie, dass die gleichen elektrischen Eigenschaften der Zuleitungen nötig sind!!



→ Welche Vor- und Nachteile ergeben sich bei dieser Anschlussart?

Vorteil: Die genauesten Messungen sind möglich, da hier die Einflüsse der Zuleitungswiderstände als auch die Temperatureinflüsse auf diesen entfallen.

Nachteil: Es werden 4 Leitungen zum Sensor benötigt.

Weiter Informationen und Erklärungen: https://youtu.be/c5g_rcmS820

Quelle: www.uweelectronic.de/de/temperaturmanagement-2/thermosensoren/2-3-und-4-leitertechnik.html



2. Planung

Die Lernenden erstellen eine Übersicht verschiedener Bussysteme, welche bei diesem Auftrag eingesetzt werden könnten. Ggf. kann zur Hinführung folgendes Video gezeigt werden:

<https://youtu.be/q0q8htKqTww>

Eines dieser Bussysteme wird im Folgenden näher behandelt sowie damit das Projekt der Illustrierenden Aufgabe 6.1 programmiert.

→ Die nachfolgenden Arbeitsblätter und Aufgaben beziehen sich auf das Bussystem KNX.

3. Durchführung

3.1 Die Lernenden lesen und bearbeiten das AB2_KNX, dessen Lösung ist hier im Folgenden dargestellt.

Bussystem KNX

6.5 Gebäudeleittechnik

6.5.1 Arbeitsweise des KNX-Systems

Mit der herkömmlichen Installationstechnik sind Raumnutzungsänderungen nur mit einem großen Material- und Zeitaufwand möglich. Dagegen vereint KNX (Abk.: Konnex, früher EIB) sämtliche

- Steuer-,
- Regel- und
- Meldeaufgaben

eines Gebäudes in einem System. Er ist ein flexibles Installationssystem zur Steuerung der Beleuchtungen und Jalousien, zur Regelung der Heizung und Lüftung sowie zur Überwachung des Gebäudes.

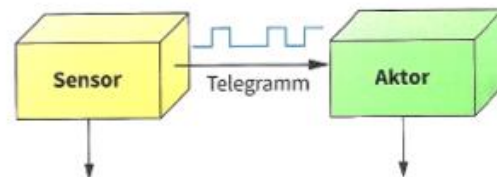
Woraus besteht das KNX-System?

Herkömmliche Installationstechnik		KNX-System
Schalter, Taster	↔	Sensor
Energieleitung	↔	Energieleitung und Busleitung
Verbraucher	↔	Aktor mit Verbraucher

Beim KNX-System wird zwischen einem Leistungs- und Informationsteil unterschieden. Dazu sind zwei voneinander **getrennte Leitungsnetze** erforderlich (Abb. 1):

- Leistungsteil; 400/230 V AC – Netz
- Busnetz, Informationsteil (blau); 24 V DC

- Der **Aktor** empfängt das Telegramm des Sensors und führt den Schaltbefehl für das zugeordnete Betriebsmittel (Abb. 1: E1 und E2) aus. Er ist das Bindeglied zwischen Bus- und Energienetz.



Erzeugt aufgrund einer Beeinflussung (z. B. Taster betätigen, Temperatur verändern) ein Signal in Form eines Telegramms.

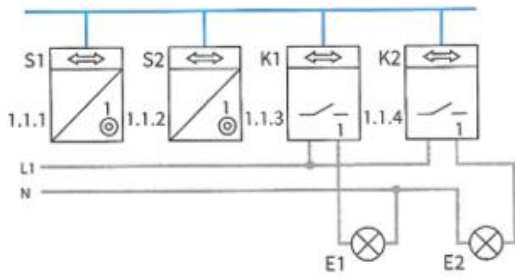
Empfängt das Signal und aktiviert den Verbraucher (z. B. Licht ein/aus, Ventil auf/zu).

Da die Energie über den Aktor direkt zum Betriebsmittel transportiert wird, kann der Verdrahtungsaufwand des 400/230 V-Netzes erheblich reduziert werden.

Wie werden die Schaltbefehle ausgetauscht?

Die Zuordnung der Steuerfunktion eines Sensors zu dem Aktor wird durch ein Programm festgelegt. Diese logische Verbindung hat die Bezeichnung **Gruppenadresse** (vgl. S.143), z.B. 1/1/1. Das Programm ist mit Hilfe eines Computers veränderbar. Somit sind Funktionsänderungen ohne Umverdrahtung möglich.

Voraussetzung für den Austausch der Information zwischen Sensor und Aktor ist, dass jeder Busteilnehmer im System einen eindeutigen Namen (**physikalische**



1: Aufbau einer KNX-Beleuchtungsanlage

Zur Übertragung der Informationen dient ein **Zwei-draht-Busnetz**, das sämtliche KNX-Geräte (Teilnehmer) miteinander verbindet. Über diese Verbindung tauschen die Teilnehmer ihre Informationen aus. Im Busnetz werden alle Teilnehmer parallel geschaltet. Dadurch ist auch eine einfache Leitungsführung möglich.

Die KNX-Geräte werden in Sensoren und Aktoren unterteilt.

- Die **Sensoren** (Abb. 1: S1 und S2) wandeln einen Schaltbefehl, z. B. Tasterbetätigung, in ein **Informationspaket (Telegramm)** um. Dieses Daten-telegramm wird über den Bus zum jeweiligen Aktor (Abb. 2: K1 und K2) gesendet.

Adresse) hat.

Die physikalische Adresse wird jedem Teilnehmer bei der Inbetriebnahme fest zugeordnet. Sie besteht aus Zahlen, die durch Punkte getrennt sind. Die Zahlen ergeben sich teilweise aus dem Aufbau der Anlage (vgl. Kap. 6.5.4). In Abb. 1 hat S2 die physikalische Adresse 1.1.2.

- Beim KNX werden Energie und Information in getrennten Leitungsnetzen übertragen.
- Die Sensoren wandeln Befehle in Signale um und senden sie zu den Aktoren.
- Die Aktoren empfangen die Signale und führen sie am Verbraucher aus.

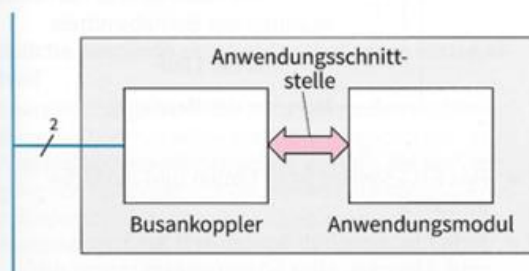
Aufgaben

- Beschreiben Sie den Unterschied zwischen dem KNX-System und einer herkömmlichen Elektroinstallation!
- Welche Aufgaben haben Sensoren und Aktoren im KNX-System?

1. Bei einer herkömmlichen Installation werden i.d.R. die elektrischen Signale direkt vom Sensor (z.B. Taster) zum „Verbraucher“ geleitet. Bei einem KNX-System werden die Informationen vom Sensor über Telegramme zum Aktor geleitet, dieser schaltet die angeschlossenen elektrischen Geräte.
2. Sensoren erfassen physikalische Größen und wandeln diese in ein elektrisches Signal um. Aktoren nehmen diese Signale auf und steuern elektrische Geräte an.

6.5.2 Aufbau eines Busteilnehmers

An einem Taster aus dem Schaltungsbeispiel der vorherigen Seite beschreiben wir beispielhaft den Aufbau eines KNX-Gerätes. Alle Busteilnehmer bestehen aus einem Busankoppler (BA) und einem Anwendungsmodul (AM)/Endgerät (Abb. 2).



2: Aufbau eines Busteilnehmers

Der **Busankoppler** stellt die Verbindung zur Zweidraht-Busleitung her. Er sendet und empfängt Daten und speichert das Anwendungsprogramm und weitere wichtige Daten (z. B. die eigene physikalische Adresse).

Das **Anwendungsmodul** legt die Funktion des Gerätes fest. Je nach Ausführung kann das Gerät als Sensor oder Aktor arbeiten. Das Anwendungsmodul ist entweder fest mit dem Busankoppler verbunden oder über eine Anwendungsschnittstelle steckbar. Im Beispiel des Tasters (Abb. 3) wird als Anwendungsmodul eine 1-fach Wippe auf den Busankoppler gesteckt.

6.5.3 Busleitung

Für die Verdrahtung werden zwei Adern als SELV-Stromkreis (vgl. Kap 7.6) verwendet. Die **Busadern** versorgen die Geräte mit 24 V DC und übertragen die Informationen. Zur Installation wird eine Leitung mit zwei massiven Adernpaaren verwendet.

Empfohlene Busleitungen:

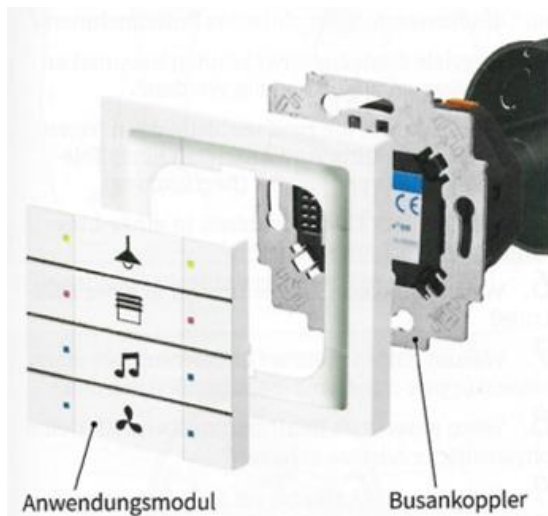
- J-Y(St)Y 2 x 2 x 0,8 (Adernfarben: rot, schwarz, gelb, weiß)
- PYCYM 2 x 2 x 0,8 (Adernfarben: rot, schwarz, gelb, weiß)

Energieleitungen dürfen nicht als Busleitung eingesetzt werden.

Die rote (Bus +) und schwarze Ader (Bus -) der Busleitung werden an die Busklemme angeschlossen. Die gelbe und weiße Ader werden nicht benötigt.

Es ist möglich, dieses zweite freie Adernpaar zur Sprachübertragung einzusetzen. Sie dürfen jedoch **nicht** als Fernmeldeleitung des öffentlichen Fernmelde-netzes verwendet werden.

Die **Anschlussklemmen** sind ebenfalls rot und schwarz markiert. Mit einem Steckverbinder werden die KNX-Geräte parallel an die Busleitung geschaltet (durchgeschleift). Einzelne Busteilnehmer können so abgetrennt werden, ohne dass der Bus unterbrochen wird.

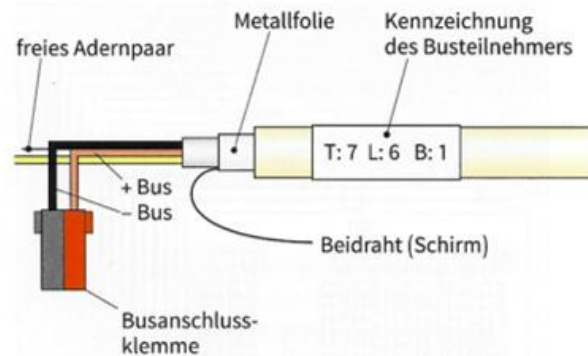


Anwendungsmodul Busankoppler

3: Tastsensor mit Busankoppler

Auf der Rückseite des Busankopplers befindet sich die Busanschlussklemme. Über sie wird der Busankoppler mit der Busleitung verbunden.

KNX-Geräte werden als Unterputz- (UP), Einbau- (EG) und Reiheneinbaugerät (REG für die Hutschienenmontage) für Verteilungen gefertigt.



Die Busleitung darf nicht als Ringnetz installiert werden, d. h. am Ende der durchgeschleiften KNX-Busleitung darf keine Verbindung zum Anfang hergestellt werden.

- Der Busteilnehmer besteht aus einem Busankoppler und einem Anwendungsmodul.
- Der Busankoppler wird über eine Schnittstelle mit dem Anwendungsmodul verbunden.
- Die KNX-Geräte werden durch die Busklemme parallel geschaltet.

6.5.4 Aufbau des KNX

Damit der KNX in kleinen und großen Anlagen übersichtlich gegliedert werden kann, werden die Betriebsmittel in Ebenen eingeteilt. Die Anlage wird somit hierarchisch strukturiert.

Der KNX ist aufgeteilt in

- **Linien** und
- **Bereiche** (Abb. 1).

Jede **Linie** besitzt eine getrennte Spannungsversorgung, die maximal 64 Busteilnehmer versorgen kann. Über einen **Linienkoppler** (LK) in jeder Linie können bis zu zwölf Linien miteinander verbunden werden. Der Linienkoppler sorgt für eine galvanische Trennung zwischen den Linien und leitet nur die linienübergreifenden Telegramme weiter.

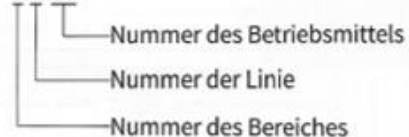
Jede Linie enthält außer den Sensoren und Aktoren eine Spannungsversorgung, eine Drossel und einen Verbinder. Die **Drossel** verhindert, dass die Telegramme in der Spannungsversorgung kurzgeschlossen werden. Sie ist häufig in der Spannungsversorgung eingebaut. Der **Verbinder** dient zum Anschluss der Busleitung an die Spannungsversorgung in der Verteilung.

15 Linien bilden einen **Bereich**. 15 Bereiche können mit **Bereichskopplern** zu einer Bereichsline (Backbone) verbunden werden. Zwischen den Bereichs- und den Linienkopplern muss ebenfalls eine Spannungsversorgung vorhanden sein.

Wie setzt sich die physikalische Adresse zusammen?

Jedes Betriebsmittel besitzt mit der **physikalischen Adresse** eine eindeutige Kennung. Sie besteht aus drei Zahlen. Die physikalische Adresse wird jedem Betriebsmittel durch das Programm fest zugeordnet.

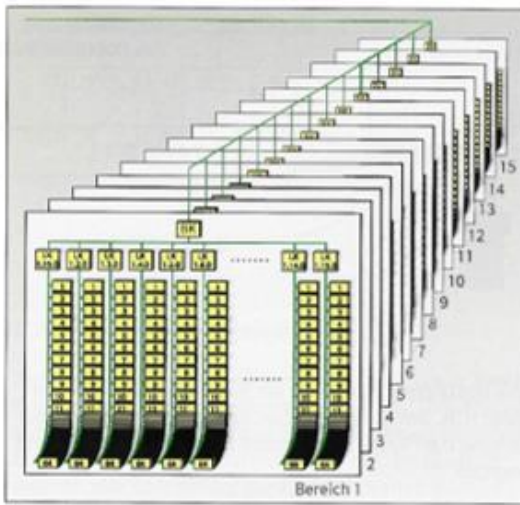
Beispiel: 1.4.35



- Das KNX-System ist in Linien und Bereiche aufgeteilt.
- Jede Linie enthält außer den Sensoren und Aktoren eine Spannungsversorgung, eine Drossel und einen Verbinder.
- Jedem Gerät am Bus wird eine eindeutige physikalische Adresse zugeordnet.
- Die physikalische Adresse besteht aus drei Zahlen, die durch Punkte getrennt sind.

Aufgaben

1. Welche Adernfarben werden für die Busleitung des KNX verwendet?
2. Welche Funktionen haben der Busankoppler



1: Linien und Bereiche des KNX

Bei der Festlegung der Linien und Bereiche kann das Gebäude als Vorlage dienen. Die Struktur für eine Anlage, die mehrere Gebäude umfasst, kann folgendermaßen aussehen:

- Jedes Stockwerk entspricht einer Linie.
- Jedes Gebäude entspricht einem Bereich.

und das Anwendungsmodul eines Busteilnehmers?

3. Wieviele Busteilnehmer können maximal an ein KNX-System angeschlossen werden?
4. Ist es möglich, die zwei verbleibenden freien Adern der Busleitung zum Anschluss einer Telefonsteckdose zu verwenden? (Begründung)
5. Welche KNX-Geräte müssen in einer Linie mindestens vorhanden sein?
6. Welche Funktion hat die Drossel in einer KNX-Linie?
7. Warum dürfen mehrere Linien nur über einen Linienkoppler miteinander verbunden werden?
8. Wozu muss jedes Betriebsmittel beim KNX eine physikalische Adresse erhalten?
9. Sie haben die Aufgabe, ein KNX-Bussystem mit 300 Busteilnehmern zu installieren. Wieviele Linien müssen Sie mindestens vorsehen?
10. Ein KNX-Teilnehmer besitzt folgende physikalische Adresse: 2.4.33. In welcher Linie und in welchem Bereich befindet sich das Gerät?
11. Ist die physikalische Adresse 12.16.67 möglich? Begründen Sie die Antwort!

1. Es werden in der Busleitung die Aderfarben rot (+), schwarz (-) sowie weiß und gelb (Reserve) verwendet.
2. Ein Busankoppler stellt die Verbindung vom Anwendungsmodul zur Zweidrahtleitung des Bussystems her. Dabei legt das Anwendungsmodul die Funktion des Gerätes fest, z.B. Taster, Schaltaktor.
3. Die maximale Anzahl von Busteilnehmer beim KNX-System ergibt sich aus max. 15 Bereichen mit je max. 15 Linien und max. 64 Teilnehmern: Maximal $15 \times 15 \times 64 = 14.400$ Teilnehmer
4. Das freie Adernpaar (weiß, gelb) darf nicht für die Übertragung von Telefonsignalen verwendet werden, da diese Frequenzen das KNX-Bussystem stören könnten.
5. Jede Linie benötigt eine eigene Spannungsversorgung mit Drossel. Weiterhin sind Sensoren, Aktoren sowie Verbinder in einer Linie vorhanden.
6. Die Drossel verhindert, dass die Telegramme in der Spannungsversorgung kurzgeschlossen werden.
7. Ein Linienkoppler sorgt für die galvanische Trennung der einzelnen Linien. Es werden nur die Telegramme weitergeleitet, die Informationen für Geräte außerhalb der Linie enthalten.
8. Die physikalische Adresse ist die einmalige Kennung eines Teilnehmers in einem KNX-System. Sie besteht aus drei Zahlen, die durch Punkte voneinander getrennt sind.
9. Da pro Linie maximal 65 Teilnehmer installiert werden dürfen sind für 300 Teilnehmer mindestens 5 Linien erforderlich.
10. Der Teilnehmer mit der physikalischen Adresse 2.4.33 befindet sich in dem Bereich 2, Linie 4.
11. Die Adresse 12.16.67 ist nicht möglich, da in einem Bereich maximal 15 Linien möglich sind. Weiterhin sind in einer Linie maximal 65 Teilnehmer erlaubt.

6.5.5 Installationsvorschriften

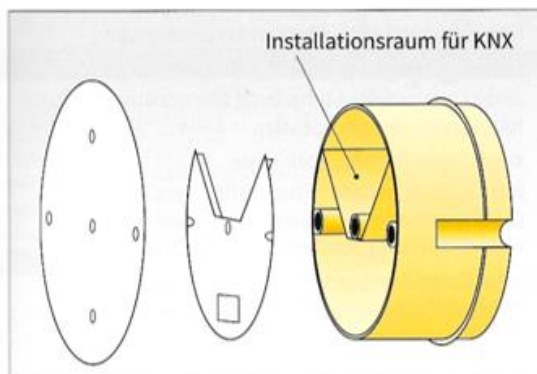
Für die energieseitige Installation gelten für den Elektroinstallateur die Vorschriften der DIN VDE 0100.

Die Installationsbedingungen für die Busleitungen und Busteilnehmer sind dieselben wie bei der Installation der Energieleitungen.

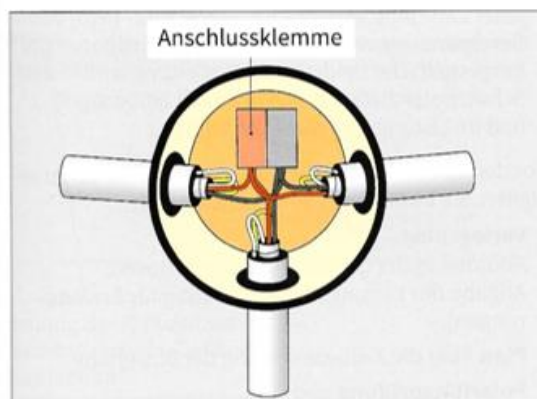
Welche Abstände sind bei der Verlegung einzuhalten?

Energieleitungen und Busleitungen sollen zur Vermeidung der Leiterschleifenbildung in möglichst geringem Abstand nebeneinander verlegt werden. Bei der Verlegung von Einzeladern ist ein **Mindestabstand** von 4 mm erforderlich. Zwischen einer Stegleitung und einer Busleitung ist ein Abstand von 10 mm einzuhalten.

Bus- und Energieleitung dürfen nur dann in einer gemeinsamen Dose verklemt werden, wenn eine sichere Trennung zwischen KNX- und Energieseite gewährleistet ist (Abb. 2). Andernfalls müssen getrennte Dosen verwendet werden. Abb. 3 zeigt eine ordnungsgemäß verkleimte KNX-Installationsdose. Die nicht verwendeten Adern sowie der Beidraht werden nicht abgeschnitten, sondern für eine spätere Verwendung umgebogen.

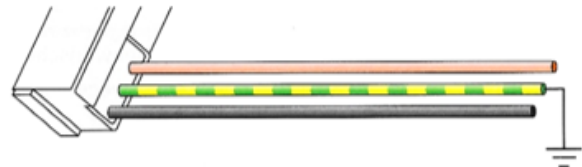


2: Installationsdose mit sicherer Trennung



3: KNX-Installationsdose

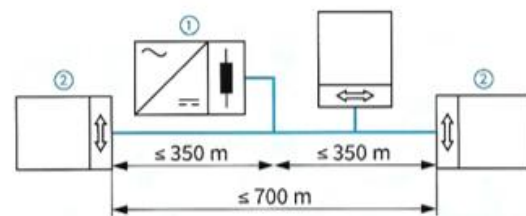
KNX-Betriebsmittel sind für eine maximale Stoßspannung von 2 kV ausgelegt. Ist ein größerer Wert zu erwarten, müssen diese Überspannungen in jeder Linie durch **Überspannungsableiter** begrenzt werden. Dazu ist ein KNX-Überspannungsfeinschutz (Abb. 4) notwendig. Dieser wird anstelle der Busklemme mit dem Busankoppler verbunden und auf kürzestem Weg zu einem Erdungspunkt geführt.



4: KNX-Überspannungsfeinschutz

Bei der Verlegung der Busleitung dürfen die **Maximallängen** aus Übertragungstechnischen Gründen nicht überschritten werden (Abb. 5).

- Der Abstand zwischen der Spannungsversorgung ① und den Busteilnehmern ② darf 350 m nicht überschreiten.
- Zwischen zwei Busteilnehmern gilt ein maximaler Abstand von $a \leq 700$ m.
- In einer Linie oder einem Bereich sind $l \leq 1000$ m Busleitung zulässig.



5: Beispielinstallation der KNX-Busleitung in einer Linie

- Bei der Verlegung der Bus- und Energieleitungen sind Mindestabstände einzuhalten.
- In einer KNX-Linie dürfen bei der Leitungsverlegung die Maximallängen nicht überschritten werden.

Aufgaben

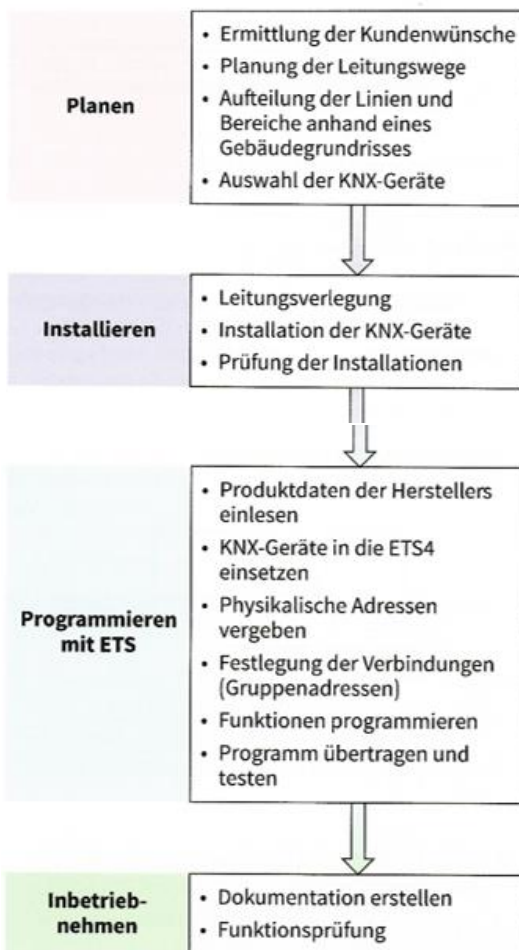
1. Welche Anforderungen sind beim Verkleimen mehrerer Busleitungen in einer Installationsdose zu erfüllen?
2. Wodurch wird die sichere Trennung bei der Installationsdose in Abb. 2 erreicht?
3. Welchem Zweck dient der Überspannungsfeinschutz in einer KNX-Linie?

1. Die roten und schwarzen Adern werden jeweils zusammen verklemt. Die nicht verwendeten Adern sowie der Beidraht werden nicht abgeschnitten, sondern für eine spätere Verwendung isoliert und umgebogen.
2. Um eine sichere Trennung von Bus- und Energieleitungen zu gewährleisten sind spezielle Dosen zu verwenden. Bei diesen ist ein separater Installationsraum für die KNX-Leitungen vorgesehen.
3. Die Verwendung eines Überspannungsschutzes ist empfehlenswert, um Störspannungen über 2kV sicher abzuleiten.

6.5.6 Anwendungsbeispiel

Am Beispiel des Hausflures (Abb. 1) in einem Einfamilienhaus werden in diesem Kapitel die **Arbeitsschritte** und die **Programmierung** einer KNX-Anlage mit dem standardisierten Programm ETS vorgestellt. Für den Schritt der Programmierung und der Inbetriebnahme wird das Programm ETS4 eingesetzt.

Arbeitsschritte zur Installation einer KNX-Anlage

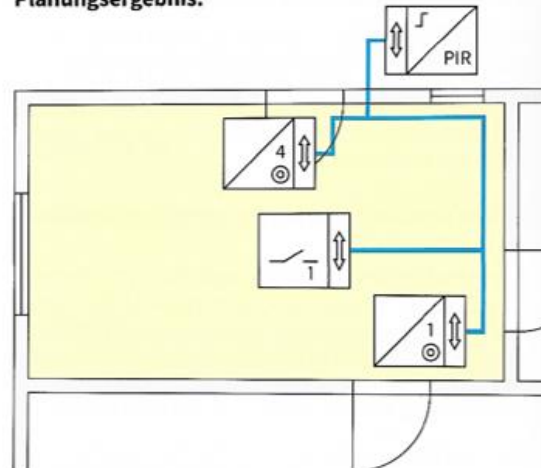


Planung

In der Planungsphase muss darauf geachtet werden, die KNX-Komponenten nach den Kundenwünschen auszuwählen. Im Hausflur werden die Innen- und Außenbeleuchtung über den KNX gesteuert.

Dazu sollte die Busleitung so geführt werden, dass neue KNX-Geräte leicht nachzuinstallieren sind. Außerdem sollte die maximale Gerätezahl in den Linien und Bereichen nicht ausgeschöpft werden (20 % Reserve). Eine sorgfältige Planung der Leitungswege ist für die spätere Dokumentation hilfreich.

Planungsergebnis:



1: KNX-Installationsplan des Hausflurs

Installation

Bei der Leitungsverlegung sind die Installationsvorschriften aus Kapitel 6.5.5 einzuhalten. Nach dem Einbau der Geräte werden folgende Prüfungen erforderlich:

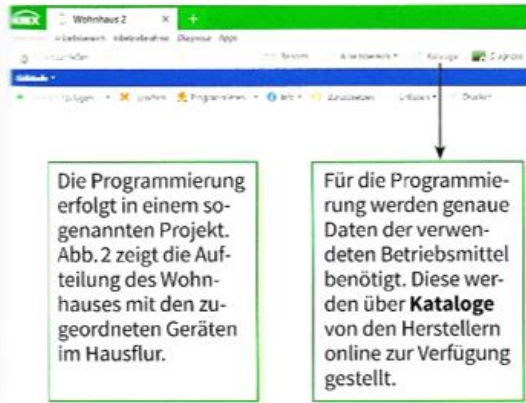
- **Kennzeichnung** der Busleitung: Der Hinweis "KNX" oder "BUS" sowie die Zugehörigkeit zur Linie sollte deutlich erkennbar sein.
- **Leitungslängen** zwischen KNX-Geräten prüfen: Jede Linie auf die Einhaltung der maximalen Busleitungslängen überprüfen.
- **Prüfungen** in jeder KNX-Linie: Bei angeschlossener Spannungsversorgung den Durchgang, die Spannung und deren Polarität an allen Busleitungsenden und -klemmen prüfen.
- **Isolationswiderstand** messen (vgl. Kap. 7.9): Der Isolationswiderstand des Busleitungsstromkreises muss mindestens 250 kΩ bei einer Prüfspannung von DC 250 V betragen.
- **Schutzerdung und Schutzpotenzialausgleich** Zur Vermeidung statischer Aufladungen wird in jeder Linie eine Verbindung (Farbe: grün-gelb) von der Spannungsversorgung mit dem Erdpotenzial hergestellt. Der Beidraht der Busleitung wird in den Schutzpotenzialausgleich nicht mit einbezogen und im Leitungszug nicht verbunden.

Vor der Inbetriebnahme ist eine Dokumentation zu erstellen. Sie besteht aus den Bestandteilen

- **Verlegeplan** Anordnung der Geräte und Verteilerdosen, Angabe der Leitungslängen (wichtig für Erweiterungen),
- **Plan** über die Zielbezeichnung der Busleitung,
- **Polaritätsprüfung** und
- **Isolationswiderstand**.

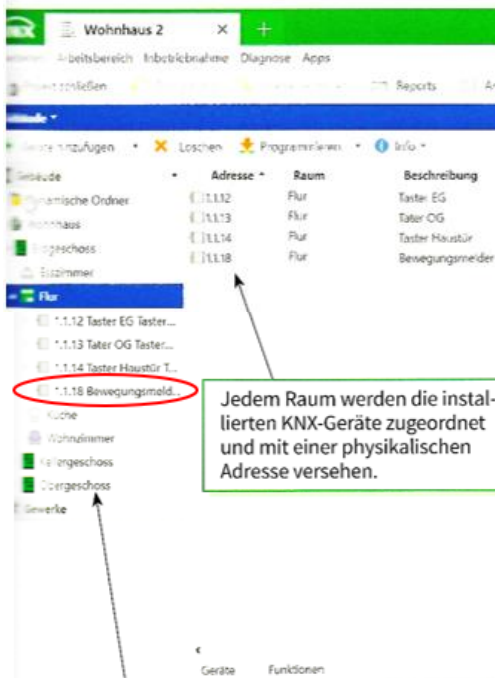
Programmierungsumgebung ETS

Die Programmierungsumgebung ETS ist eine Standardsoftware zur Programmierung der Funktionen in einem KNX-System. Nach dem Öffnen eines Projektes wird der folgende Bildschirm angezeigt.



Die Programmierung erfolgt in einem sogenannten Projekt. Abb. 2 zeigt die Aufteilung des Wohnhauses mit den zugeordneten Geräten im Hausflur.

Für die Programmierung werden genaue Daten der verwendeten Betriebsmittel benötigt. Diese werden über Kataloge von den Herstellern online zur Verfügung gestellt.



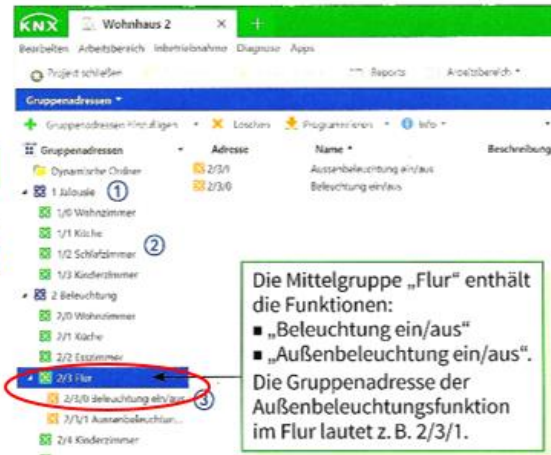
Aufteilung der KNX-Anlage in Bereiche (Gebäude, Gebäudeteil und Raum).

2: Gebäudeansicht

Jedem Raum werden die installierten KNX-Geräte zugeordnet und mit einer physikalischen Adresse versehen.

Im nächsten Schritt wird festgelegt, welcher Sensor welchen Aktor steuert. Dazu werden vom Planer Gruppenadressen vergeben. Damit ist die Verbindung festgelegt. Die **Gruppenadresse** (Abb. 3) gliedert sich in die Ebenen Haupt- ①, Mittel- ② und Untergruppe ③. Sie werden durch Schrägstriche getrennt, z. B. 2/3/1. Bei der Vergabe der Adressen sollte der Planer stets nach demselben Konzept vorgehen. In Abb. 3 sind die Adressen nach folgendem Schema vergeben:

- **Hauptgruppen:** 1 = Zentralfunktionen
2 = Beleuchtung
3 = Jalousiesteuerung
4 = Heizung
- **Mittelgruppen:** Sie sind entsprechend der Raumaufteilung im Haus vergeben.
- **Untergruppen:** Sie bilden die Funktionen innerhalb des Raums.



Die Mittelgruppe „Flur“ enthält die Funktionen:
 ■ „Beleuchtung ein/aus“
 ■ „Außenbeleuchtung ein/aus“.
 Die Gruppenadresse der Außenbeleuchtungsfunktion im Flur lautet z. B. 2/3/1.

3: Ansicht der Gruppenadressen

- In der Gebäudeansicht werden die Gebäudestruktur erstellt und die KNX-Geräte aus den Herstellerdaten zugeordnet.
- In Gruppenadressen werden die einzelnen Funktionen festgelegt und zugeordnet.

Aufgaben

1. Warum müssen vor Beginn der Programmierung die Daten der KNX-Geräte des ausgewählten Herstellers eingelesen werden?
2. Wie lautet die physikalische Adresse des Bewegungsmelders im Hausflur?
3. Welche Gruppenadresse hat die Funktion „Beleuchtung ein/aus“ im Hausflur?

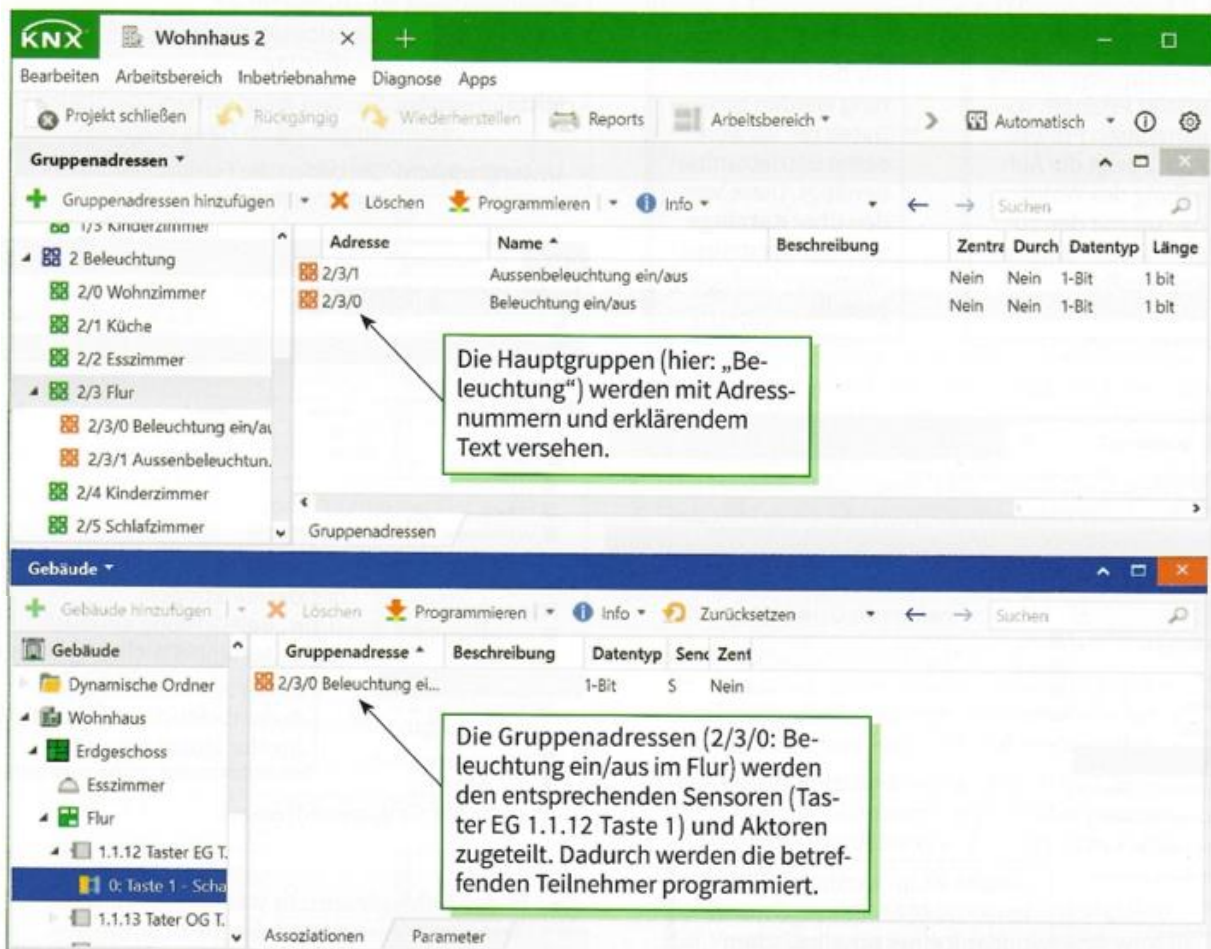
1. Jeder Hersteller von KNX-Geräten stellt zur Programmierung eigene Applikationen kostenlos zur Verfügung. Diese müssen vor der Programmierung in die ETS-Software eingelesen werden. Aufgrund der Vielzahl verschiedener KNX-Geräte ist unmöglich, die Software aller Geräte vorzuhalten.
2. Der Bewegungsmelder im Hausflur hat die physikalische Adresse 1.1.18.
3. Die Funktion Beleuchtung ein/aus im Hausflur hat die Gruppenadresse 2/3/0.

Wie werden die Funktionen programmiert?

Nachdem die erforderlichen Strukturen erstellt sind, werden die einzelnen Funktionen programmiert. Dazu werden die gewünschten Funktionen der Sensoren (z. B. Schalten Taster 1 des Tasters EG) sowie der Aktoren aus der Gebäudeansicht in das Fenster der entsprechenden Gruppenfunktion gezogen.

Die Zuordnung der Funktionen zeigt die folgende Abbildung.

Bei der **Inbetriebnahme** wird der Computer über eine Verbindung an die Datenschnittstelle (Abb. 2) des KNX-Systems angeschlossen. Das Programm kann nun zu den Geräten übertragen werden. Zunächst werden die physikalischen Adressen einzeln zu den KNX-Geräten gesendet. An dem jeweiligen Busankoppler wird über eine Programmier Taste die eingestellte Adresse quittiert. Anschließend wird die Gruppenadresse zu den Sensoren und Aktoren übertragen.



The screenshot shows the KNX ETS software interface. The top window, titled 'Wohnhaus 2', displays a list of group addresses under the 'Gruppenadressen' tab. A table lists addresses and their descriptions:

Adresse	Name	Beschreibung	Zentre	Durch	Datentyp	Länge
2/3/1	Aussenbeleuchtung ein/aus	Aussenbeleuchtung ein/aus	Nein	Nein	1-Bit	1 bit
2/3/0	Beleuchtung ein/aus	Beleuchtung ein/aus	Nein	Nein	1-Bit	1 bit

A callout box points to the '2/3/0' address with the text: 'Die Hauptgruppen (hier: „Beleuchtung“) werden mit Adressnummern und erklärendem Text versehen.'

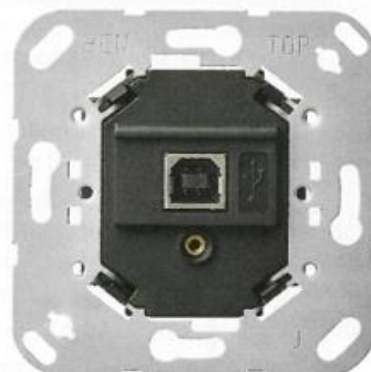
The bottom window, titled 'Gebäude', shows a tree view of the building structure. A callout box points to the '2/3/0 Beleuchtung ei...' group address with the text: 'Die Gruppenadressen (2/3/0: Beleuchtung ein/aus im Flur) werden den entsprechenden Sensoren (Taster EG 1.1.12 Taste 1) und Aktoren zugeteilt. Dadurch werden die betreffenden Teilnehmer programmiert.'

1: Gebäude- und Gruppenadressenansicht

Nachdem die Programmierung der KNX-Systeme abgeschlossen ist, kann mit dem Funktionstest des Projektes fortgefahren werden.

Das Programm ETS enthält intern eine **Online Fehler-Diagnosefunktion**. Damit lassen sich nach der Programmierung ...

- ... Gruppenadressen auswählen,
- ... KNX-Geräte überprüfen,
- ... Werte senden und empfangen sowie
- ... die Daten auf der Busleitung analysieren.



2: KNX-Datenschnittstelle

Installationschritte

1. Anhand der Wünsche und Erfordernisse der Kunden die zu steuernden Funktionen der KNX-Anlage festlegen.
2. Die notwendigen KNX-Geräte auswählen und in den Plan einzeichnen.
3. Die Leitungsführung anhand eines Plans festlegen und die Zuordnung der Linien und Bereiche in einem Plan dokumentieren.
4. Die Leitungen und Geräte installieren.
5. Durchführung der vorgeschriebenen Prüfungen und Messungen.
6. KNX-Gerätedaten des Geräteherstellers in das Programm ETS einlesen.
7. Gebäudestruktur mit der ETS nachbilden (Gebäudeansicht).
8. Die KNX-Geräte den Räumen zuordnen (Gebäudeansicht).
9. Die Gruppenadressen nach einem selbst gewählten Schema vergeben (Ansicht der Gruppenadressen).
10. Die KNX-Geräte werden den Gruppenadressen zugeordnet.
11. Die Programmierung auf fehlende oder falsche Zuordnungen überprüfen.
12. Die physikalischen Adressen über das Programm auf den Bus geben und am entsprechenden KNX-Gerät über die Programmier Taste der Busankoppler quittieren.
13. Die zugeordneten Gruppenadressen (Funktionen) im Speicher der Busankoppler ablegen.
14. Funktion der Anlage überprüfen.
15. Dokumentation vervollständigen.



Aufgaben

1. Warum soll bei der Festlegung der KNX-Geräte zu einer Linie eine Reserve von 20% eingeplant werden?
2. Welche Leitungslängen sind zwischen den KNX-Geräten einzuhalten?
3. Warum ist vor der Inbetriebnahme der KNX-Anlage eine Polaritätsprüfung notwendig?
4. Welche Kennzeichnungen sind an den Busleitungen des KNX erforderlich?
5. Welche Funktion legt die Gruppenadresse 2/3/1 (vgl. Abb. 1, S. 8) aus dem vorangegangenen Programmierungsbeispiel fest?
6. Die nachfolgenden Funktionen in einem Gebäude sollen mit KNX gesteuert werden. Entwerfen Sie eine Festlegung der Gruppenadressen!

Raum	Funktionen
Wohnen	Licht ein/aus Jalousie auf/ab alle Jalousien auf/ab Heizkörperventil auf/zu
Schlafen	Licht ein/aus Jalousie auf/ab alle Jalousien auf/ab
Küche	Licht ein/aus alle Jalousien auf/ab
Arbeitszimmer	Licht ein/aus Jalousie auf/ab alle Jalousien auf/ab Heizkörperventil auf/zu

7. Welche unterschiedlichen Funktionen können mit dem Taster (physikalische Adresse: 1.1.12 mit dem Hinweis Tasterschnittstelle 4-fach) aus Abb. 1, S. 8 programmiert werden?
8. Ein Kunde wünscht für mehrere Büroräume eine Steuerung der Beleuchtung und der Jalousien mit Hilfe des KNX. Planen Sie für einen Büroraum die notwendigen Funktionen!
9. Sammeln Sie Argumente, die den Kunden aus Aufgabe 8 von der Notwendigkeit der Installation einer KNX-Anlage überzeugen können!
10. Welche Daten müssen bei der Inbetriebnahme eines KNX-Systems in welcher Reihenfolge zu den Geräten übertragen werden? Warum muss diese Reihenfolge eingehalten werden?

1. Bei der Planung eines KNX-Systems ist eine Reserve von etwa 20% sinnvoll, um eine einfache Ergänzung von Teilnehmern zu ermöglichen.

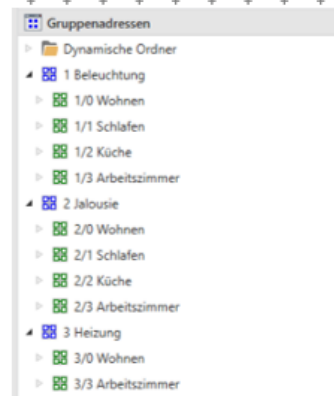
2. Es sind folgende Leitungslängen zu beachten: Zwischen der Spannungsversorgung und dem 1. Teilnehmer sind max. 350m erlaubt, zwischen 2 Busteilnehmern sind max. 700m Busleitung möglich. Insgesamt sind in einer Linie max. 1000m Busleitung zulässig.

3. Da es sich bei KNX um Gleichspannung (DC) handelt funktionieren die Geräte nicht, wenn die Spannung falsch angeschlossen wurde.
4. Es ist sinnvoll, die Busleitungsenden mit der Angabe zu versehen, woher die Leitung kommt bzw. was am anderen Ende der Leitung angeschlossen ist.
5. Die Gruppenadresse 2/3/1 ist für die Außenbeleuchtung (ein/aus) vorgesehen.

6. Es empfiehlt sich, die einzelnen Funktionen in den Räumen entsprechend dem nebenstehenden Beispiel zusammenzufassen:

Hauptgruppe 1: Beleuchtung;
 Hauptgruppe 2: Jalousie
 Hauptgruppe 3: Heizung

Die einzelnen Räume werden den Funktionen zugeordnet.



7. Mit dem Taster 1.1.12 kann eine Beleuchtung im Flur ein- und ausgeschaltet werden.
8. Für die Beleuchtung von mehreren Büroräumen sind die Funktionen EIN/AUS der einzelnen Räume sinnvoll. Empfehlenswert ist weiterhin eine zentrale EIN/AUS-Funktion, um von einer Stelle alle Räume schalten zu können. Ggf. wäre auch eine Dimmfunktion möglich.
 Die Jalousien müssen ebenfalls einzeln in jedem Raum steuerbar sein, d.h. es sind in jedem Raum Taster für die Funktion AUF/AB zu planen. Um die Lamellen verstellen zu können ist für jeden Raum eine eigene Gruppe zu programmieren. Eine zentrale Steuerung aller Jalousien ist sinnvoll.
9. Eine KNX-Anlage ist auf jeden Fall empfehlenswert, da dieses System sehr komfortabel ist und zahlreiche Funktionen ermöglicht, z.B. die zentrale Steuerung aller Funktionen oder die Anzeige der einzelnen Zustände über ein Touchpanel (HMI). Weiterhin ist eine Verknüpfung mit dem Smartphone möglich.
10. Die KNX-Geräte müssen zuerst eine eindeutige physikalische Adresse zugewiesen bekommen. Anschließend können in die Geräte die programmierten Funktionen übertragen werden. Diese Reihenfolge ist unbedingt einzuhalten, da ohne die physikalische Adresse die ETS-Software die Teilnehmer im Bussystem nicht finden kann.

- 3.1 Die Lernenden wenden die gewonnenen Erkenntnisse in der folgenden Programmieraufgabe auf dem AB_Programmierung_Verkaufsraum an. Diese Aufgabe bezieht sich auf das Projekt der illustrierenden Aufgabe 6.1

Programmierung Beleuchtung Verkaufsraum

Aufgaben:

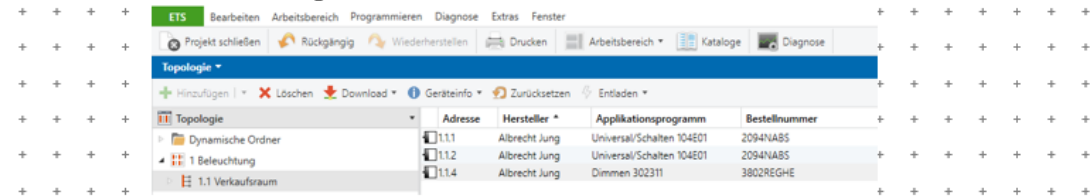
1. Die Beleuchtung des Verkaufsräumess soll entsprechend der in der Baubesprechung genannten Kundenwünsche programmiert werden. Welche Buskomponenten sind dazu erforderlich?

- 1 Spannungsversorgung
- 3 Taster
- Präsenzmelder mit Helligkeitserfassung
- Dimmaktor

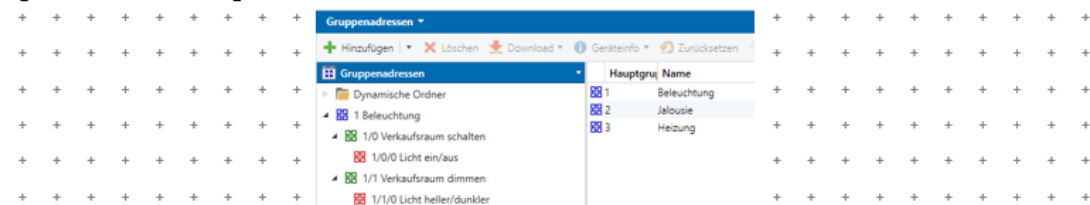
2. Lade für die von dir ausgewählten Bauteile die Applikationen zur Programmierung von den Herstellerseiten im Internet herunter und importiere diese in die Programmiersoftware.

→ Hinweis: Sollten in der Berufsschule entsprechende Bauteile vorhanden sein können sollten diese verwendet werden. Die Vorgaben müssen entsprechend angepasst werden.

3. Erstelle eine übersichtliche und sinnvolle Gebäudestruktur bzw. Topologie und füge die benötigten Bauteile zur Beleuchtung des Verkaufsräumess ein.



4. Erstelle eine übersichtliche und sinnvolle Gruppenstruktur und füge die benötigten Verbindungen zur Beleuchtung des Verkaufsräumess ein.



Für „schnelle Experten“:

5. Erstelle ein Angebot über die Kosten der verwendeten Buskomponenten.

1 x EIB/KNX Spannungsversorgung 640mA mit integrierter Drossel, Mean Well, € 68,-
 3 x KNX Taster 4-fach plus mit Busankoppler, Merten: € 112,- x 3 = € 336,-
 1 x KNX LED Universal-Dimmaktor 4-fach, Jung, € 299,-
 1 x KNX Präsenzmelder Helligkeitssensor, Siemens, € 75,-
 Gesamt (incl. MwSt.): € 778,-



Hinweis: Die zwei abschließenden Stunden, die in der Konzeptionsmatrix angegebenen sind, beziehen sich auf die Überprüfung der Programmierung. Sollten die gewählten Komponenten in der Berufsschule vorhanden sein kann über das Bussystem eine Verbindung zu diesen hergestellt, die Programmierung übertragen und getestet werden. Ebenso ist in diesem Fall ggf. eine Fehlersuche möglich und die Telegramme können online betrachtet und ausgewertet werden.

Hinweise zum Unterricht

Die Lösungen in diesen Ausführungen wurden mit dem Bussystem KNX und der entsprechenden Software KNX erstellt. Die Aufgaben wären auch mit einem anderen Bussystem lösbar.

Quellen- und Literaturangaben

Fachliteratur

- Tabellenbuch
- Fachkundebuch Europa-Verlag
- Fachkundebuch Elektrotechnik im Handwerk, Westermann-Verlag
- ETS eCampus, KNX Association