

Grundlagenwissen zum KNX Standard

Kapitel I

Dipl.-Ing. B.Eng.Hons. Ralph Saßmannshausen, Abteilungsleiter Automatisierungstechnik am bfe-Oldenburg, Bundestechnologiezentrum für Elektro und Informationstechnik e.V.

Intelligente Gebäudesysteme werden eingesetzt, um die Eigenschaften von Gebäuden in den Bereichen Betriebskosten, Sicherheit und Flexibilität der Nutzung zu verbessern. Einen hohen Marktanteil unter den Systemen für die Gebäudevernetzung hat der KNX Standard. Diese Artikelserie wird das notwendige Know-how für den Einstieg in die KNX Technik vermitteln.

Zukunft und Vergangenheit

Unser Alltag hat sich verändert. Wir ziehen Bargeld aus dem Automaten, kaufen und verkaufen über das Internet, telefonieren mobil rund um die Welt, wundern uns sogar, wenn eine MMS oder E-Mail mehr als 5min zum Freund in die USA braucht. Im Auto nutzen wir ein Navigationssystem, die Autotüren verriegeln und öffnen wir per Funk. Das Innenraumlicht im Kfz schaltet sich an, sobald wir einsteigen und nach einer Weile dimmt es langsam herunter, um Energie zu sparen. Kurzum, bei Kommunikation, Unterhaltung oder im Auto heißt es seit geraumer Zeit: »Willkommen in der Zukunft«. Ein anderes Bild eröffnet sich, wenn wir den Stand der Technik in unseren Gebäuden betrachten. Nicht selten lautet hier das traurige Fazit: »Heimkommen in die Vergangenheit«. Selbstverständlich öffnen wir unsere Wohnungstür mit einem konventionellen Schlüssel. Sollten wir diesen nicht schnell genug finden, werden wir vom Treppenlichtautomaten mit Dunkelheit bestraft. Auch wenn wir den ganzen Tag arbeiten waren, die Heizung hat die Wohlfühltemperatur gehalten. Sie hat nur nicht bemerkt, dass im Wohnzimmer die ganze Zeit das Fenster offen stand. Das bemerkt nur



Bild 1. Ein Haus, das mitdenkt und es dem Bewohner in den eigenen vier Wänden besonders angenehm macht, das klingt wie Zukunftsmusik. Doch schon heute kann das intelligente Haus, in dem die technischen Geräte miteinander vernetzt sind und sich individuell steuern lassen, seinen Bewohnern den Alltag maßgeblich erleichtern

der Energiezähler – still und leise im Hausanschlusskasten. Sicher wäre es ratsam, vor dem Wochenendausflug die Warmwasser-Vorratshaltung der Heizkessel zu drosseln oder alle Standby-Verbraucher vom Netz zu trennen. Aber wer tut das immer? Der damit verbundene Aufwand ist zu groß.

Nachholbedarf in der Elektroinstallation

Diese Szenarien zeigen, dass die Elektroinstallation in den meisten bestehenden Gebäuden Nachholbedarf hat. In Autos sind vernetzte Sensoren und Aktoren längst Standard. In Gebäuden findet dieser Wandel durch ihre lange Lebensdauer verzögert statt. Gerade wegen der langen Nutzungsdauer einer Elektroinstallation ist ein Umdenken notwendig, denn heutige Neubauten werden sich in den kommenden Jahrzehnten an viele Veränderungen anpassen müssen. Flexibilität und Vernetzungsmöglichkeit sind heute notwendiger denn je. Technisch ist das alles machbar

und als Regalware beim Großhändler zu beziehen (Bild 1).

Mehr Vernetzung

Der Schlüssel zum »intelligenten« Gebäude liegt in der Installation von Sensoren und Aktoren und deren Vernetzung. Dazu gibt es mehrere Möglichkeiten.

Sternverdrahtung und zentrale SPS

Naheliegender ist es zunächst, die Elektroinstallation als Sternverkabelung auszuführen. Das heißt, alle Steckdosenkreise, alle Decken- und Wandauslässe, alle Lichtschalter mit separater Nym-Leitung (am besten fünfadrig) auf eine zentrale Verteilung zu ziehen und dort mit Schützen, Schaltrelais und einer SPS die logischen Beziehungen flexibel per Programm herzustellen. In kleineren Wohnungen wird dieser Weg gut funktionieren. Ab einer gewissen Gebäudegröße ist das allerdings mit einem enormen Leitungsaufwand und riesigen Verteilern verbunden und eine Nachrüstung/Erweiterung würde

hohen Installations- und Programmieraufwand bedeuten.

Bustechnik

Die wesentlich bessere Lösung ist es, alle Sensoren und Aktoren im Gebäude über eine »Telefonleitung« zu verbinden und mit der Fähigkeit auszustatten, untereinander Informationen auszutauschen (Bild 2). Jedes Gerät kann so mit jedem anderen kommunizieren: Der Lichtschalter »telefoniert« mit dem Dimmer der Deckenleuchte und sagt ihm, auf welche Helligkeit er stellen soll. Der Bewegungsmelder meldet dem Aktor der Durchgangbeleuchtung, dass jemand den Raum betreten hat, und dem Raumthermostatregler, dass niemand mehr im Raum ist und er die Temperatur im Raum etwas drosseln kann.

Beispiele für Sensoren, die Informationen auf den Bus geben:

- Lichtschalter
- Dimmtaster
- Bewegungsmelder
- Präsenzmelder (stellen auch ohne Bewegung fest, ob sich eine Person im Raum aufhält)
- Fenster- und Türkontakte (Sicherheitsanwendungen, Heizungssteuerung)
- Klingeltaster an der Haustür
- Verbrauchszähler für Wasser, Gas, elektrische Energie, Wärmemengen
- Überspannungssensoren
- Temperaturfühler für Raum- und Außenluft
- Temperatursensoren in Heizungs- und Warmwasserkreisen
- Module zum Vorwählen der Soll-Raumtemperatur
- Helligkeitssensoren für innen und außen, z.B. zur Konstantlichtregelung
- Windsensoren bei Jalousiesteuerungen
- Stör- und Betriebsmeldungen von weißer Ware (Waschmaschine, Trockner, Spülmaschine, Herd usw.)
- Leckagesensoren, z.B. im

Waschkeller

- Füllstandsmessungen, z.B. für Regenwassernutzung, Öltank, Pelletlager
- Funkempfänger am Türschloss
- Empfänger für Infrarot-Fernbedienungen
- Fingerprintmodule oder Chipkartenleser zur Zugangskontrolle

Beispiele für Akteure, die sich

- über den Bus steuern lassen :
- Relais zum Schalten der Raumbeleuchtung
- Dimmer, Dali-Gateways
- elektrische Heizkörperventile
- Temperaturanzeigen
- Antriebe für Markisen, Jalousien, Vorhänge, Garagentore
- Fensterantriebe
- Umwälzpumpe der Heizung
- Ventilsteuerungen, z.B. für Solaranlagen
- Alarmmelder (Leuchte, Hupe)
- Informationsdisplays, Anzeige-LED
- Relais zum Schalten von Steckdosenkreisen (Standby-Abschaltung)
- Brunnenpumpen
- Klimaanlage
- Lüftungsanlagen, (WC-Lüfter, kontrollierte Wohnraumlüftung)
- Steuerung von Waschmaschine, Trockner, Geschirrspüler
- Unterhaltungselektronik
- Freigaben für Alarmanlagen
- Telefonanlage
- elektrischer Türöffner, Türverriegelung

Beispiele für Funktionsmodule
(als separate Module oder in
Geräten integriert):

- Raumtemperaturregler
- Zeitschaltfunktionen
- Frei programmierbare Logikmodule
- SPS mit KNX Anschaltung
- Konstantlichtregler
- Alarm- bzw. Gefahrenmeldung
- Telefonzentralen mit Bus-Anschluss
- Medien-Steuerungen
- Heizungsregelung
- Pumpenregelung
- Anwesenheitssimulation
- Displays zur Anzeige und

Schnittstelle zum Bediener

- Module zur Verbindung von Bus und Telefon
- Automatischer SMS-Versand für Warnmeldungen
- Zugriff auf Gebäudedaten von außen über das Internet oder Telefon

Warum KNX?

Es gibt mehrere Bus-Technologien am Markt, die alle ihre Berechtigung und Vorteile für bestimmte Anwendungsgebiete haben. In dieser Reihe konzentrieren wir uns jedoch auf das bekannte KNX System. Die Gründe:

- Alle starken Marken der Elektroinstallationsbranche treiben KNX voran.
- KNX ist ein System, das speziell auf die Anforderungen der Elektroinstallation hin entwickelt wurde. Der Vertrieb erfolgt überwiegend dreistufig. Eine Vielzahl von Geräten ist als »Regalware« beim Elektrogroßhandel verfügbar.
- Die Installation und Programmierung/Parametrierung der Geräte ist handwerksgerecht umsetzbar.
- KNX ist in Deutschland seit Jahren etabliert, der verfügbare Funktionsumfang ist enorm.
- Mit fast 7000 KNX zertifizierten Produkten werden nahezu alle Anwendungen im Gebäudebereich abgedeckt.
- Endkunden können auf ein weites Netz von Fachhandwerkern mit fundierten KNX Kenntnissen zurückgreifen. Ihre Qualifikation beweist ein von einer zertifizierten Bildungsstätte ausgestelltes Zertifikat.
- KNX ist in Europa, USA, China und weltweit in den bedeutenden Normungs- und Standardisierungsgremien verankert, z.B. CENELEC (EN 50090), CEN (EN 13321-1), ISO/IEC (ISO/IEC 14543-3), GB/Z (GB/Z 20965) US Standard (ANSI/ASHRAE 135). 189 Hersteller in 28 Nationen liefern Produkte nach KNX Standard. Dank Standardisierung sind sie untereinander kompatibel und spätere

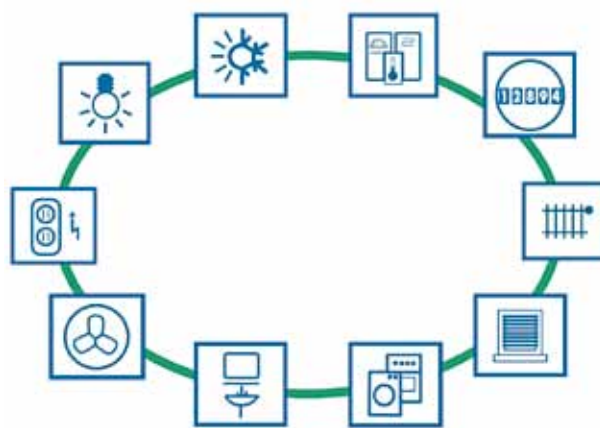


Bild 2. Die einzelnen Sensoren und Aktoren werden über eine Telefonleitung, die so genannte Busleitung verbunden. Das Ganze nennt man dann ein Bussystem

Änderungen oder Erweiterungen der Installation stellen kein Problem dar.

Rechnet sich eine Businstallation?

Diese Frage ist eine der ersten, die interessierte Bauherren und auch Handwerker stellen, wenn sie beginnen, sich mit der Bustechnik zu beschäftigen. Eine pauschale Antwort gibt es auf diese Frage nicht. Vergleicht man Standard-Installationstechnik mit intelligenten Komponenten mit Busanschluss, sind letztere natürlich teurer. Aber: Die Frage stellt sich so nicht! Betrachtet werden müssen die Vorteile über die gesamte Nutzungszeit. Je nach Typ und Lebenssituation können folgende Argumente für Bauherren im Wohnbau ausschlaggebend

für die Entscheidung zu einer Businstallation sein:

- Energieeinsparung
 - Komfortgewinn
 - Erleichterungen im Alter/
Altengerechtes Wohnen
 - Zukunftssicherheit und Flexibilität der Installation
 - Sicherheit (Anwesenheitssimulation, Alarmierung bei Einbruchversuch, Abtalaralarm der Gefriertruhe, Paniktaster mit Meldung über Telefon usw.)
 - Wert der Immobilie steigt für Vermietung oder Verkauf
- Gerade im Elektrohandwerk konzentriert man sich sehr auf die Kostenfrage. Im Sanitär- und Heizungsbereich wird der Bauherr schon länger erfolgreich mit dem Komfort- oder Wohlfühlgedanken beraten. Die Elektroinstallation verändert sich. Es ist Zeit, dem

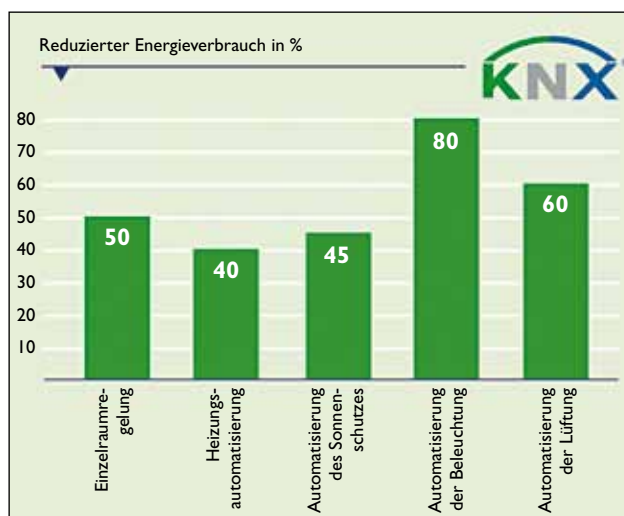


Bild 3. Die Studie »Energieeinsparpotenzial durch moderne Elektroinstallation« am Institut für Gebäude- und Energiesysteme an der Hochschule Biberach zeigt: Mit vernetzter Haus- und Gebäudesystemtechnik auf Basis von KNX sind Energieeinsparungen bis zu 50% möglich

Kunden auch hier zunächst die Vorteile einer zukunftssicheren Installation aufzuzeigen und ihn dann entscheiden zu lassen, ob ihm das eine zusätzliche Investition wert ist.

Im Zweckbau, also in Schulen, Veranstaltungszentren, Hotels, Praxen, Kanzleien und Produktionsstätten, wird heute in den meisten Fällen eine Businstallation vorgesehen. Hier bietet die Bustechnik oft schon bei der Erstinvestition Kostenvorteile gegenüber einer konventionellen Lösung. Nimmt man die Kostenersparnis durch vereinfachte Änderungen und Erweiterungen und die Energieeinsparung hinzu, hat die Bustechnik unbestritten die Nase vorn (Bild 3).

Das Elektrohandwerk macht das Gebäude schlau

Im Privatbau hat die Bustechnik noch viel zu wenig Einzug gehalten. Dies liegt vor allem daran, dass die Bauherren zu wenig informiert sind und den Nutzen für sich nicht klar erkennen können. Hier schlummert noch viel Potenzial für Umsatz im Elektrohandwerk. Die Businstallation ist im Privatbau auf den ersten Blick immer teurer. Der Bauherr bekommt aber für sein Geld einen großen zusätzlichen Wert, den der Fachhandwerker ihm verdeutlichen kann.

Meister, Gesellen und angehende Elektriker für Energie und Gebäudetechnik sollten die Bustechnik bei den Kunden im Wohnbau bekannter machen. Sie können so für Umsatz im Betrieb sorgen, ihren eigenen Arbeitsplatz langfristig sichern und interessanter gestalten. Gleichzeitig tun sie auch noch Gutes für den Bauherrn und – angesichts der möglichen Energieeinsparungen – sogar die Umwelt.

Kapitel 2

Dipl.-Ing. Johannes Meyer, bfe – Bundestechnologiezentrum für Elektro- und Informationstechnik e.V., Oldenburg

Intelligente Gebäudesysteme werden eingesetzt, um die Eigenschaften von Gebäuden in den Bereichen Betriebskosten, Sicherheit und Flexibilität der Nutzung zu verbessern. Einen hohen Marktanteil unter den Systemen für die Gebäudevernetzung hat der KNX Standard. Diese Artikelserie vermittelt das notwendige Know-how für den Einstieg in die KNX Technik. Nach allgemeinen Ausführungen zur Gebäudeautomation in Teil 1 (»de« 17/09, S. 93ff.) stellt Teil 2 grundlegende Funktionen und Varianten des KNX Busses dar.

Wieso heißt das System KNX?

Das Gebäudesystem KNX hieß ursprünglich »Europäischer Installationsbus« (abgekürzt EIB) und war ein von der EIB-Association (EIBA) entwickeltes und vermarktetes System. 1999 kam es dann zu einem Zusammenschluss der EIBA mit anderen europäischen Vereinigungen, dem BCI aus Frankreich, der das Batibus-System förderte, und der European Home Systems Association aus den Niederlanden, die das EHS-System unterstützte. Bei diesem Zusammenschluss wurde der neue Name KNX geschaffen und die KNX Association mit Sitz in Brüssel gegründet. Die Technik der heutigen KNX Geräte ist identisch mit der Technik des ehemaligen EIB-Systems, so dass alle Geräte, die ein KNX oder EIB-Logo tragen, problemlos miteinander betrieben werden können.

Was ist das KNX System?

Beim KNX System haben wir es mit einem Bussystem für die Gebäudesteuerung zu tun. Dies bedeutet, dass alle Geräte das gleiche Übertragungsver-

fahren benutzen und über eine gemeinsame Busleitung Daten austauschen. Daraus ergeben sich folgende Konsequenzen:

- Der Zugriff auf die Busleitung muss eindeutig geregelt sein (Buszugriffsverfahren).
- Ein großer Anteil der übertragenen Daten sind nicht Nutzdaten (z.B. Licht an/ Licht aus), sondern Adressinformationen (von wem kommen die Daten, an wen sind sie gerichtet?).

Ein weiteres wichtiges Merkmal des KNX Bussystems ist der dezentrale Aufbau. Es gibt also kein Zentralgerät, sondern die Intelligenz des Systems ist gleichmäßig über alle Teilnehmer verteilt. Jeder Teilnehmer hat seinen eigenen Mikroprozessor.

Ein großer Vorteil einer dezentralen Anlage ist, dass bei Ausfall eines Gerätes die übrigen Geräte weiter arbeiten. Es sind nur jene Funktionen gestört, die das ausgefallene Gerät betreffen.

Neben den Systemgeräten (Spannungsversorgung, Busleitung usw.) wird beim KNX System generell zwischen Sensoren und Aktoren unterschieden. Sensoren sind Geräte, die Ereignisse im Gebäude erkennen (Tastenbetätigung, Bewegung, Über-/Unterschreitung eines Temperaturwerts usw.) und in Telegramme umwandeln. Anschließend versenden sie diese Telegramme (Datenpakete). Geräte, die Telegramme empfangen und die darin enthaltenen Befehle in

Aktionen umwandeln, bezeichnet man als Aktoren. Sensoren sind also die Befehlsgeber im Bus und Aktoren die Befehlsempfänger (Bild 4).

Wie groß kann das System werden?

Dank seiner dezentralen Struktur kann die Größe des Bussystems genau auf den Bedarf angepasst werden. Als kleinste Anwendung ist ein System mit zwei Busteilnehmern möglich. Es verbindet einen Sensor und einen Aktor. Beim weiteren Ausbau kommen dann genau so viele Geräte (und damit auch Kosten) hinzu, wie die Steuerungsaufgaben erfordern. Theoretisch kann eine KNX Anlage bis zu mehreren 10000 Teilnehmern umfassen.

Welche Übertragungsmedien kommen in Frage?

Der KNX Bus kennt mehrere Übertragungsmedien und damit auch mehrere Übertragungsverfahren:

- Übertragung über verdrehte Zweidraht-Datenleitung: KNX Twisted Pair (KNX TP)
- Übertragung über das vorhandene 230-V-Netz: KNX Power Line (KNX PL)
- Übertragung über Funk: KNX Radio Frequency (KNX RF)
- Übertragung über Ethernet (KNX IP)

Die beiden ersten Verfahren stellt dieser Beitrag vor. Die dritte Variante ist nur selten

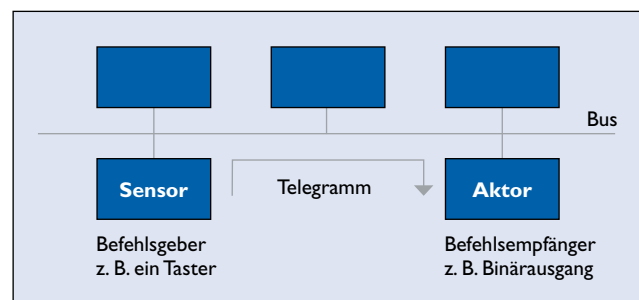


Bild 4. Sensor/Aktor Prinzip

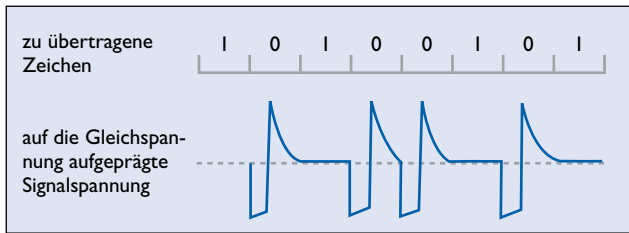
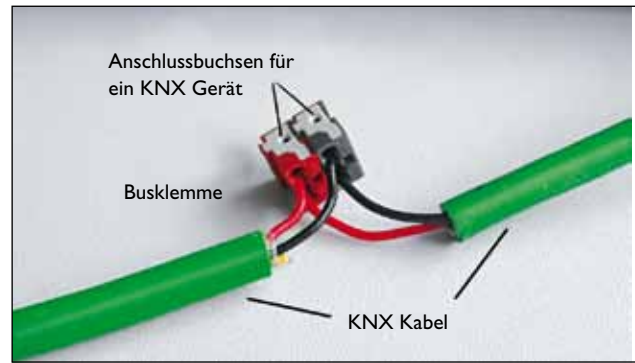


Bild 5. Signalform bei KNX TP

Bild 6. Busklemme mit ankommendem und weiterführendem Buskabel



anzutreffen, und über das Thema KNX IP wird in einer späteren »de«-Ausgabe ein gesonderter Beitrag erscheinen.

Das Übertragungsverfahren KNX TP

Spannung und Daten

Bei KNX Twisted Pair (KNX TP) versorgt die Busleitung alle Busteilnehmer sowohl mit Daten als auch mit der nötigen Betriebsspannung. Die Nennspannung des Bussystems beträgt 24V. Die Spannungsversorgungen speisen 29V in das System ein. Die Busteilnehmer arbeiten bei Spannungen bis zu 21V fehlerfrei. Es steht also ein Toleranzbereich von 8V zur Verfügung, um eventuelle Spannungsabfälle auf der Leitung und an Kontaktwiderständen abzuf puffern.

In den Teilnehmern wird nun zunächst die Versorgungsgleichspannung von der Informationswechselspannung getrennt. Ein Kondensator erzeugt die Versorgungsgleichspannung, ein Übertrager koppelt die Informationswechselspannung aus. Eine weitere Funktion des Übertragers ist es, die ausgehenden Informationen bei sendenden Teilnehmern auf die Busspannung aufzuprägen.

Datenrate und Signalform

Die Datenübertragungsgeschwindigkeit beträgt 9600Bit/s, wobei die Information byteweise mit dem Verfahren der asynchronen Datenübertragung übermittelt wird. Die einzelnen Zeichen (0 und 1) sind folgendermaßen verschlüsselt: Wird eine logische 0 übertragen, so

fließt ein der Versorgungsgleichspannung überlagerter Wechselstrom, wird eine logische 1 übertragen, so fließt kein Strom. Der Ruhezustand des Busses entspricht also dem permanenten Übertragen von Einsen (Bild 5).

Eine wichtige Eigenschaft der Übertragung bei KNX TP ist, dass die Signale symmetrisch auf den Bus eingekoppelt werden, d.h., es gibt keinen festen Bezugspunkt der Datenleitung gegen Erde. Man spricht von einer symmetrischen, erdfreien Übertragung. Beim Empfänger ist nicht die Spannung einer Datenleitung gegen Masse interessant (wie z.B. bei der Schnittstelle RS232), sondern der Empfänger wertet eine Änderung der Spannungsdifferenz zwischen den beiden Datenleitungen aus. Hierdurch erhält man bei vergleichbarem Hardware-Aufwand eine um Größenordnungen bessere Störfestigkeit gegen eingekoppelte Störsignale.

Die der 0 entsprechende Wechselspannung wird folgendermaßen erzeugt: Der Sender sendet nur eine Halbwelle, indem er die bei ihm auf dem Adernpaar der Datenleitung herrschende Spannung um ca. 5V erniedrigt. Nach ungefähr der halben Zeichenzeit hebt er diese Spannungsabsenkung wieder auf, wonach das Restsystem, bestehend aus der Busleitung, den Übertragern und Ladekondensatoren aller Busteilnehmer und – ganz wichtig – der Längsdrossel der Spannungsversorgung, eine positive Ausgleichswelle (Schwingkreis) erzeugt.

Anschluss der Teilnehmer

An die Datenleitung werden die Busteilnehmer über die sogenannte Busklemme angeschlossen. Die Busklemme hat Steckklemmen für bis zu vier KNX Kabel und Steckbuchsen für das anzuschließende Gerät. Die Busklemme sorgt dafür, dass der Teilnehmer vom Bus genommen werden kann, ohne dass die Busleitung unterbrochen wird. Dies ist ein wichtiger Vorteil eines Bussystems: Die Entfernung eines Busteilnehmers führt nicht zur Unterbrechung der Kommunikation der übrigen Teilnehmer (Bild 6).

Das Übertragungsverfahren bei KNX PL

Spannung und Daten

Bei KNX Power Line (KNX PL) wird keine separate Busleitung verlegt, sondern die vorhandene 230-V-Leitung fungiert als Übertragungsmedium. Natürlich erhalten die Busteilnehmer über das 230-V-Netz auch ihre Versorgungsspannung.

Datenrate und Signalform

Eine Frequenzumtastung im Bandspreizverfahren (SFS, Spread Shift Keying) sorgt für

die Verschlüsselung der zu übertragenden Nullen und Einsen. Die Signale werden hierbei auf die Netzspannung aufmoduliert, wobei zwei Frequenzen benutzt werden: 105,6kHz für die Übertragung einer 0 und 115,2kHz für die Übertragung einer 1. Die Mittenfrequenz dieser beiden Schwingungen beträgt 110kHz, weshalb man das KNX PL System auch PL110 nennt.

Die Sendepiegel der aufmodulierten Schwingungen liegen bei den heute stark verformten Netzen oft nur im Bereich des normalen Netzrauschens, und nur durch spezielle Verfahren der digitalen Signalverarbeitung ist es überhaupt möglich, diese Signale auszufiltern. Hierbei werden die Sendeleistung und die Empfangsempfindlichkeit der Busteilnehmer laufend den Netzverhältnissen angepasst. KNX PL arbeitet mit einer Übertragungsgeschwindigkeit von 1200Bit/s (Bild 7).

Anschluss der Teilnehmer

Bei KNX PL-Geräten sollte man darauf achten, sie über Stichleitungen an das bestehende 230-V-Netz anzuschließen, damit die Entfernung eines Teilnehmers nicht die Kommunikation anderer Teilnehmer unterbricht.

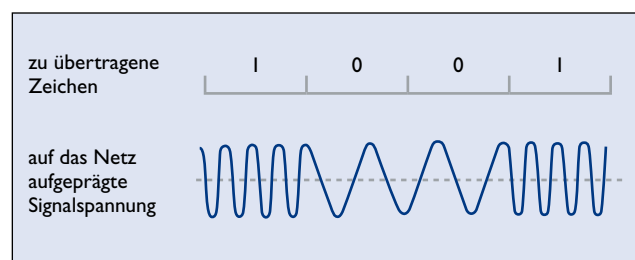


Bild 7. Signalform bei KNX PL

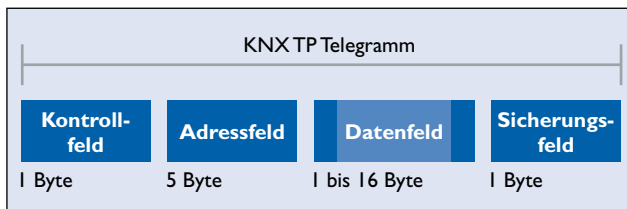


Bild 8. Telegrammaufbau bei KNX TP

Wie sieht ein KNX Telegramm aus?

Der Informationsaustausch zwischen den Busteilnehmern erfolgt über sogenannte Telegramme. Ein Telegramm besteht aus einer Folge von Zeichen, wobei ein Zeichen von acht Nullen und Einsen, also acht Bit bzw. einem Byte, gebildet wird. Oft werden mehrere Zeichen zu einem Feld zusammengefasst. So ergibt sich folgender Telegrammaufbau (Bild 8):

- Als Erstes wird das Kontrollfeld übertragen. Das Kontrollfeld regelt Aufgaben wie die Priorität des Buszugriffs und die Telegrammwiederholung.
- Es folgt das Adressfeld. Dieses Feld enthält die Absender und Adressdaten von Sender und Empfänger.
- Als drittes Feld kommt das Datenfeld mit den Nutzdaten. Es ist je nach Bedarf unterschiedlich lang. Maximal kann es aus 16 Zeichen (16 Byte) bestehen.
- Den Abschluss bildet ein Kontrollfeld, das der Datensicherung dient.

Bei KNX PL kommen zu dem oben beschriebenen Aufbau noch folgende Bestandteile hinzu: Dem Telegramm wird eine Trainingssequenz von vier Bit zur PegelEinstellung von Sender und Empfänger vorangeschickt, gefolgt von zwei Präambelfeldern, die jeweils acht Bit lang sind. Diese Präambelfelder werden zur Kollisionsvermeidung benötigt. Weiterhin wird dem Telegramm noch eine Systemadresse (System-ID) angehängt (1 Byte), die verhindert, dass benachbarte KNX PL Systeme sich gegenseitig beeinflussen, da ja nicht wie bei KNX TP

durch ein separates Netz sichergestellt ist, dass Telegramme nur innerhalb einer Anlage empfangen werden.

Wie wird der Buszugriff geregelt?

Wie bereits dargelegt, benutzen bei KNX alle Teilnehmer ein gemeinsames Medium zur Datenübertragung. Damit ein geordneter Datenaustausch möglich ist, muss der Zugriff auf dieses Medium eindeutig geregelt sein.

Der KNX Bus gehört zu den Bussystemen mit zufälligem, ereignisgesteuertem Zugriff. Dies bedeutet, dass der Teilnehmer, der »etwas zu sagen hat«, dies auch sofort zu tun versucht. Allerdings muss jeder Teilnehmer hierbei einige Regeln einhalten:

- Generell gilt, dass ein Teilnehmer nur senden darf, wenn nicht schon gerade ein anderer Teilnehmer sendet. Jeder Teilnehmer muss daher permanent das Geschehen auf dem Bus beobachten.
- Nach Ende einer Datenübertragung, bestehend aus Datentelegramm mit Quittung und eventueller Wiederholung, ist eine festgelegte Wartezeit einzuhalten, bis der nächste Buszugriff durch einen weiteren Teilnehmer erfolgen darf. Hierbei kann es passieren, dass mehrere Teilnehmer gleichzeitig beginnen zu senden und es kommt zu Kollisionen. Dieses Problem lösen die beiden Busvarianten Twisted Pair (KNX TP) und Power Line (KNX PL) ganz unterschiedlich.

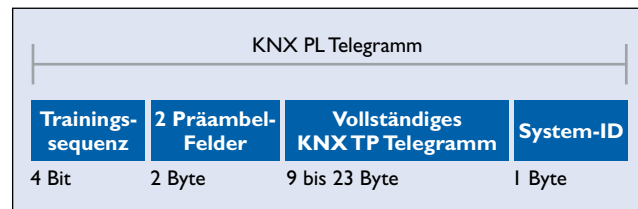


Bild 9. Telegrammaufbau bei KNX PL

Buszugriffsverfahren bei KNX TP

KNX TP löst die Kollision auf, so dass ein Telegramm sofort und die anderen daran anschließend gesendet werden. Es gehen keine Telegramme verloren. Möglich wird dies dadurch, dass jeder sendende Teilnehmer Bit für Bit den Datenverkehr auf dem Bus mithört. Falls zwei Teilnehmer zeitgleich ein Telegramm senden, so wird zwangsläufig (spätestens bei der Absenderadresse) der Fall auftreten, dass ein Sender eine 0 sendet, während der andere gerade eine 1 übertragen möchte. Derjenige, der eine 1 sendet, hört nun, dass am Bus schon eine 0 übertragen wird, und erkennt die Kollision. Er ist verpflichtet, seine Übertragung abubrechen und das andere Datentelegramm läuft ungestört weiter. Dieses Verfahren wird in der Fachsprache als CSMA/CA-Verfahren (carrier sense multiple access with collision avoidance) bezeichnet (Bild 10).

Vorteil des Verfahrens ist, dass immer ein Telegramm am Bus bleibt und dadurch kein Zeitverlust auftritt. Im Kontrollfeld am Beginn jedes Telegramms können Prioritätsstufen der

Telegramme festgelegt werden. Der Planer der Anlage kann somit bestimmen, welche Telegramme im Kollisionsfall »Vorfahrt« haben.

Buszugriffsverfahren bei KNX PL

Bei KNX PL ist dieses Verfahren aus technischen Gründen nicht möglich. Hier sollen sogenannte Zeitschlitzkollisionen schon vor ihrem Auftreten verhindern. Mit Zeitschlitz ist ein Abstand zwischen möglichem Beginn eines Telegramms nach Abschluss des vorhergehenden Telegramms gemeint. Jeder Teilnehmer ermittelt über ein Zufallsprinzip für sich eine von sieben möglichen Zeiten. Dadurch reduziert sich die Wahrscheinlichkeit einer Kollision drastisch. Kommt es aber dennoch dazu, so gehen eventuell Telegramme verloren.

Datendurchsatz im Vergleich

Trotz der unterschiedlichen Übertragungsmedien haben wir es mit einem einzigen Bussystem zu tun. Es ist mit einer einzigen Software (ETS) projektierbar und in Betrieb zu nehmen. Die Busendgeräte unterscheiden sich nur durch

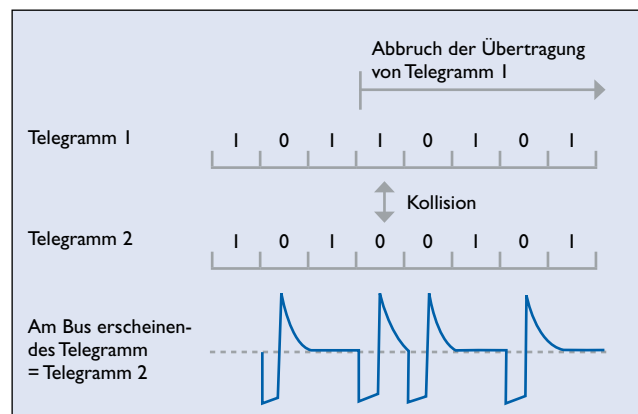


Bild 10. Kollisionsauflösung bei KNX TP

die gewählte Ankopplung und die hat keinen Einfluss auf die Kommunikation der Geräte miteinander (Gruppenadressen gelten systemweit, Komponenten verschiedener Hersteller sind untereinander kompatibel usw.). Wesentlicher Unterschied der beiden Übertragungsmedien ist ihr Datendurchsatz.

KNXTP benötigt im normalen Datenverkehr pro Telegramm ca. 20ms, nur beim Programmieren von Geräten erhöht sich diese Zeit auf das Doppelte. Der KNX TP-Bus kann maximal 50 Telegramme pro Sekunde übertragen.

Bei KNX PL kommt man auf einen Durchsatz von nur sechs Telegrammen pro Sekunde, bedingt durch die niedrigere Baudrate, den längeren Telegrammaufbau und das andere Zugriffsverfahren. Speziell hier sollte man also auf häufig wiederholte Telegramme (zyklische Wiederholungen) verzichten bzw. die Wiederholzeit sehr hoch ansetzen.

Kapitel 3

Dipl.-Ing. Johannes Meyer, bfe – Bundestechnologiezentrum für Elektro- und Informationstechnik e.V., Oldenburg

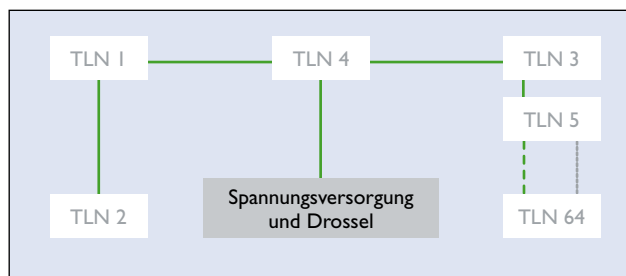


Bild 11. Liniensegment

Dieser Teil des Beitrags behandelt zwei Themenkomplexe, zum einen die Topologie des KNX Systems und zum anderen neben dem Aufbau der KNX Geräte auch die verschiedenen Gerätetypen, die es gibt.

Folgendes verbirgt sich hinter dem Begriff Topologie:

- Art und Weise, wie die KNX Teilnehmer zueinander angeordnet und miteinander verbunden sind,
- Aufbau der einzelnen, galvanisch getrennten Segmente,
- erlaubte Leitungslängen,
- benötigte Spannungsversorgungen,
- Aufbauvorschriften beim Übertragungsmedium 230-V-Netz usw.

Dieser Beitrag befasst sich mit den beiden KNX Varianten KNX TP (Twisted Pair: Übertragungsmedium verdrehte Zweidrahtleitung) und KNX PL (Powerline: Übertragungsmedium bildet das vorhandene

230-V-Netz).

Topologie bei KNX TP

Bei KNX TP übernimmt die verdrehte Zweidrahtleitung zwei Aufgaben: Sie versorgt die Teilnehmer mit der Versorgungsspannung 24V DC und über sie läuft der Informationsaustausch zwischen den Teilnehmern. Die kleinste Installationseinheit bildet dabei das sogenannte *Liniensegment* (Bild 11): Maximal 64 Teilnehmer werden – galvanisch zusammengeschaltet – an eine Busleitung angeschlossen und von einer Spannungsversorgung gespeist. Das Buskabel lässt sich hierbei beliebig verlegen und an jeder Stelle verzweigen. Als Busstruktur ergibt sich damit eine freie Baumstruktur. Das erlaubt einen sehr flexiblen Aufbau. Bei mehr als 64 Teilnehmern kann man über so genannte *Linienverstärker* bis zu vier Liniensegmente zu einer Linie mit maximal 255 Teilnehmern

zusammenschalten, wobei die Linienverstärker als Teilnehmer mitgerechnet werden müssen (Bild 12).

In der Praxis wird dieser maximale Linienausbau i.d.R. nicht ausgenutzt, sondern man fängt beim Überschreiten von 64 Teilnehmern eine neue Linie an. Dies macht einerseits die Anlage übersichtlicher und andererseits hat man später die Möglichkeit, die Anzahl der Telegramme in jeder Linie zu reduzieren, indem man die Filterfunktion der *Linienkoppler* nutzt. Das Gerät zum Verbinden der beiden Linien, der Linienkoppler, ist dasselbe Gerät wie der Linienverstärker, es wird nur anders parametrisiert. Die Gesamtstruktur eines solchen Bereiches sieht dann folgendermaßen aus (Bild 13): Über eine so genannte Hauptlinie (Linie 0) lassen sich bis zu 15 Linien miteinander verbinden. Die Hauptlinie stellt dabei eine vollwertige Linie dar, d.h., sie benötigt eine eigene Spannungsversorgung. An ihr lassen sich ebenfalls bis zu 64 Teilnehmer anschließen, wobei allerdings wieder die eingesetzten Linienkoppler mitzuzählen sind. Auf diese Weise können schon ohne Linienverstärker (d.h. bei maximal 64 Teilnehmern pro Linie) bis zu ca. 1000 Teilnehmer zusammengeschaltet werden. Als Maximalausbau (Bild 14)

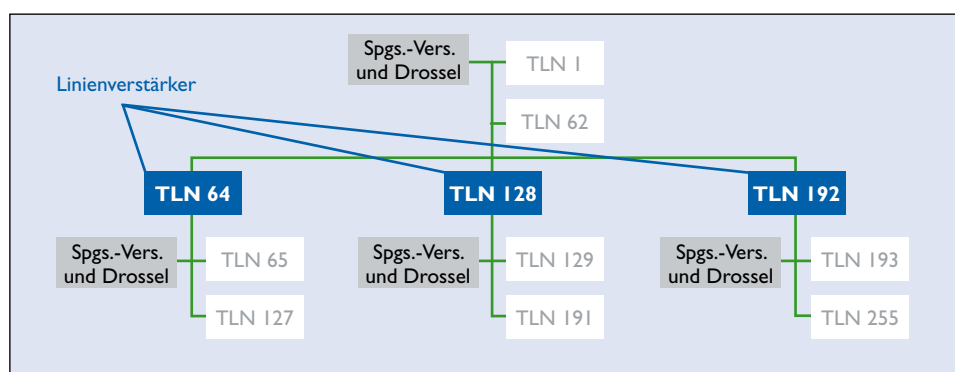


Bild 12. Maximaler Linienausbau

lassen sich – wie beim Zusammen schalten der Linien zu einem Bereich – bis zu 15 Bereiche über *Bereichskoppler* zu einem Gesamtsystem mit bis zu mehreren 10000 Teilnehmern zusammenschalten (theoretisch bis zu 58384 Teilnehmer). Beim Gerät zum Zusammenschalten der Bereiche, dem Bereichskoppler, handelt es sich wiederum um dasselbe Gerät wie beim Linienverstärker oder Linienkoppler. Die spezielle Funktion ergibt sich nur durch andere Parametrierung. Die Linie, welche die Bereiche verbindet, heißt Backbone (Rückgrat). Auch sie ist eine vollwertige Linie, an der sich weitere Teilnehmer (bis zu 64 Stück inklusive Koppler) anschließen lassen. Sie benötigt daher auch eine eigene Spannungsversorgung.

Physikalische Adressen bei KNX TP

Jedes KNX Gerät einer KNX Anlage erhält eine eindeutige, einmalige Nummer, die physikalische Adresse. Diese Adresse besteht aus drei, durch Punkte getrennte Zahlen:

- die erste Zahl gibt die Nummer des Bereichs an, in dem der betreffende Teilnehmer angeordnet ist,
- die zweite Zahl gibt Anschluss über die Nummer seiner Linie und
- die dritte Zahl ist seine laufende Nummer in seiner Linie.

Beispiele: Physikalische Adresse 1.1.20: Dies ist der Teilnehmer 20 in der 1. Linie des 1. Bereichs. Physikalische Adresse 2.4.11: Teilnehmer 11 in der 4. Linie im zweiten Bereich.

Diese physikalischen Adressen werden benötigt, um die Geräte eindeutig zu identifizieren und darüber hinaus zum Herunterladen der Parameter und Programme in die Teilnehmer. Zum Datenaustausch beim späteren Betrieb des Bussystems sind diese Adressen ohne Belang.

Leitungslängen bei KNX TP

Aus Gründen der Signalbildung und wegen der maximal zuläs-

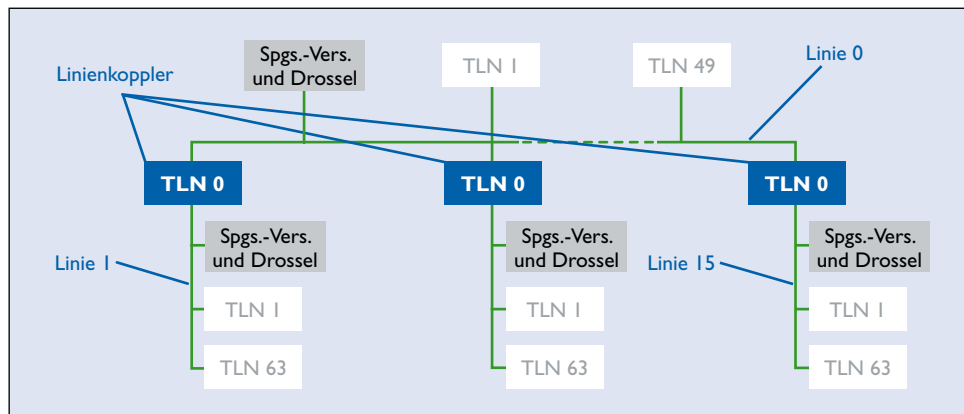


Bild 13. So genannter Bereich: Über eine Hauptlinie (Linie 0) lassen sich bis zu 15 Linien miteinander verbinden

sigen Laufzeitverzögerungen sind in einem Liniensegment die Leitungslängen folgendermaßen beschränkt:

- Spannungsversorgung – Teilnehmer: 350m
- Teilnehmer – Teilnehmer: 700m
- Gesamte Länge der verlegten Leitung: 1000m

Topologie bei KNX PL

Bei KNX PL dient als »Busleitung« das vorhandene 230-V-Netz, das die Topologie des Systems vorgibt. Damit die Signale aber auch bei einem dreiphasigen Netz in allen Netzleitungen vorhanden sind und andererseits die Signale einen bestimmten Netzbereich nicht verlassen, gibt es einige spezielle Netzkomponenten wie Bandsperre, Phasenkoppler und Repeater.

Hinsichtlich der Ausdehnung eines Power Line Systems besteht prinzipiell keine Beschränkung. Allerdings nimmt

bei großen Ausdehnungen die Signalqualität naturgemäß ab – und hier liegt die Beschränkung des Systems, wobei allerdings die Umgebungsbedingungen durch »Elektromagnetische Verschmutzung« (z.B. durch Monitore, Fernseher, Frequenzumrichter, Haushaltsgeräte) die Hauptrolle spielen.

Physikalische Adressen bei KNX PL

Bei KNX PL befinden sich alle Geräte elektrisch an einer Linie, da es keine Beschränkungen auf 64 Teilnehmer pro galvanisch getrenntem Segment gibt. Trotzdem erhalten aus Kompatibilitätsgründen die Geräte eine Adresse mit Bereichs-, Linien- und Teilnehmernummer. Nur bei den Bereichsliennummern gibt es eine Einschränkung: Es stehen nur acht Bereiche zur Verfügung.

Über diese Bereichsnummern ist es auch möglich, acht datentechnisch getrennte Bereiche

zu schaffen. Hierzu muss man über Bandsperren voneinander getrennte Datenübertragungsbereiche aufbauen und diese über Medienkoppler, die über eine Twisted Pair Leitung miteinander verbunden sind, zusammenschalten. Diese Medienkoppler haben dann wie die Koppler bei KNXTP Filterfunktionen – und so ist es möglich, das Telegrammaufkommen in den Teilsystemen zu reduzieren. Da der Telegrammdurchsatz bei KNX PL deutlich geringer ist als bei KNX TP kann dies eine notwendige Maßnahme bei Überlastung des Bussystems sein.

Zusammenschalten von KNX TP und KNX PL

Bei KNX TP und KNX PL handelt es sich um Bussysteme mit verschiedenen Übertragungsmedien. Beide Systeme benutzen dieselben Datenformate, Gruppenadressen und physikalische Adressen. Zum Zusammenschalten beider

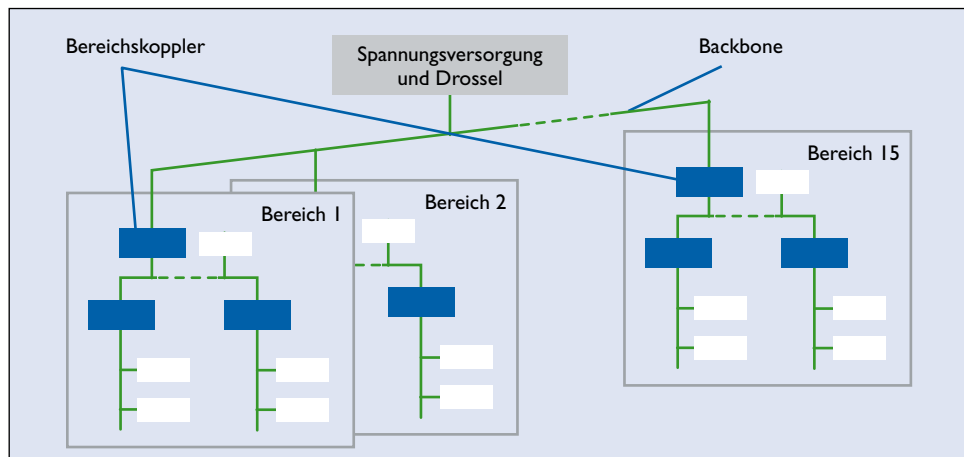


Bild 14. Als Maximalausbau lassen sich bis zu 15 Bereiche über Bereichskoppler zu einem Gesamtsystem zusammenschalten

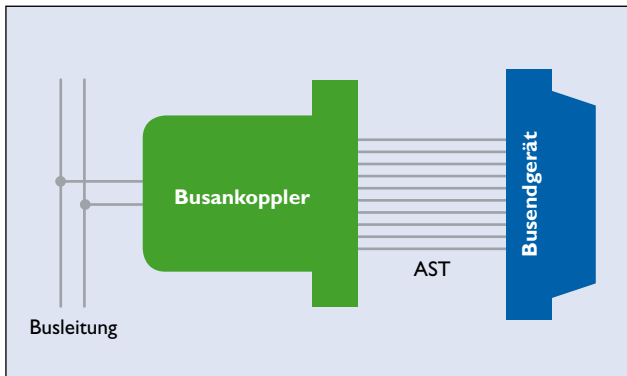


Bild 15. Aufbau eines Busteilnehmers

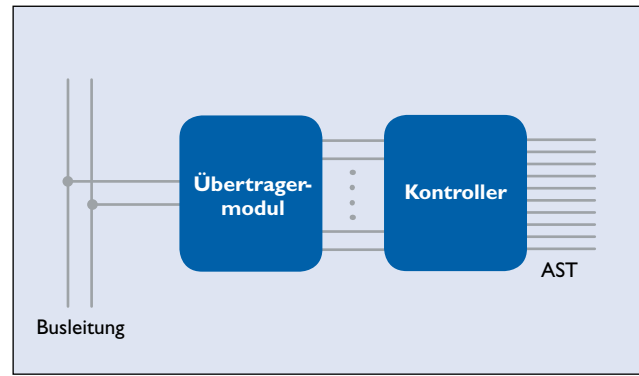


Bild 16. Aufbau eines Busankopplers

Teilsysteme benötigt man einen so genannten *Medienkoppler*. Hiermit kann man mehrere KNX PL-Teilsysteme zusammenschalten oder eine gemischte Anlage aufbauen.

KNX Geräte

Bei den KNX Geräten unterscheidet man zwischen »normalen« Busgeräten (Sensoren und Aktoren) und Systemgeräten. Alle Geräte, die an der Buskommunikation teilnehmen (Sensoren und Aktoren, aber auch Systemgeräte wie Koppler) verfügen als notwendigen Bestandteil über einen oder auch zwei Busankoppler.

Aufbau von Sensoren und Aktoren

Alle Standard-Busteilnehmer bestehen aus zwei Teilen, Busankoppler und Busendgerät (Bild 15). Die beiden Geräte werden über die standardisierte, zehn- oder zwölfpolige Anwenderschnittstelle (AST) verbunden. Oft findet man statt der Abkürzung AST auch die Abkürzung PEI..

Die AST ist bei vielen Geräten dann nicht zugänglich, wenn die Geräte im Werk zusammengebaut wurden. Dies ist bei Geräteeinbau-Ausführung und bei den meisten Geräten für die Hutschienenmontage der Fall.

Als Abkürzung für Busankoppler werden oft die Anfangsbuchstaben der englischen Bezeichnung für Busankoppler (BCU = Bus Coupling Unit) verwendet.

Aufbau von Busankopplern

Hat der Hersteller den Busankoppler in das Gerät eingebaut, so kann er ein fertiges BIM (Bus Interface Modul) oder einen KNX Chipsatz benutzen. Der Busankoppler wird für den Anwender bei den Varianten sichtbar, wo er als ein separates Gerät existiert und über die AST mit dem Busendgerät verbunden wird. Auch hierbei gibt es sehr verschiedene Bauformen (Unterputz, Reiheneinbau, Platine zum Einbau in eine Schaltung). Der prinzipielle Aufbau der Busankoppler gleicht sich allerdings immer: Er besteht aus den beiden Funktionsmodulen Busankoppler-Kontroller und Übertragermodul (Bild 16).

Durch das Übertragermodul wird festgelegt, für welches Medium der Busankoppler zum Einsatz kommt. Im Augenblick gängige Varianten sind Busankoppler mit Übertragermodul für KNX TP (Twisted Pair) und für KNX PL (Power Line). Diese beiden Übertragermodultypen haben folgende Aufgabe:

- bei KNX TP: Aufprägen der Informationsspannung auf die Versorgungsspannung,
- bei KNX PL: Aufmodulierung der Information auf die 230-V-Netzspannung.

Weiterhin beinhalten beide Übertragermodule eine Spannungsversorgung für den Busankopplerkontroller und sie erzeugen Reset- und Save-Impulse für den Mikrokontroller.

Der Busankoppler-Kontroller be-

inhaltet im Wesentlichen den Mikrokontroller. Ein Mikrokontroller integriert auf einem Chip einen Mikroprozessor sowie verschiedene Speicher und Ein-/Ausgabe-Peripherie. Als Mikrokontroller dienen Standard-Prozessoren, z.B. von Motorola, mit folgenden Speichern:

- RAM-Speicher: Dies ist der kleinste Speicher. In ihm werden variable, beim Betrieb des Gerätes anfallende Werte gespeichert.
- EEPROM oder Flash Speicher: In diesen Speicher werden die vom Anwender zusammengestellten Daten der Applikationsprogramme (z.B. Parameter, Physikalische- und Gruppen-Adressen) gespeichert. Der Inhalt dieses Speichers wird beim Programmieren der Geräte aus dem Projektierungs-PC in die einzelnen Geräte heruntergeladen und dort spannungsausfallsicher gespeichert.
- ROM: In diesem, schon bei der Chipherstellung beschriebenen Speicher liegt die Systemsoftware des Busankopplers. Hier gibt es mittlerweile mehrere Entwicklungsstufen und Varianten, so genannte »Masken«. Im Folgenden die häufigsten Masken:
 - Maske 1.x (BCU1, System 1)
 - Maske 2.x (BCU2, System 2)
 - Maske 7.x (BIM12, System 7)
 - Maske 10.x (PL BCU)
 - Maske 9.1x (Linien-/Bereichkoppler, Repeater)
 - Maske 19.x (Medienkoppler)

Lange Zeit war die BCU1 der häufigste Busankoppler. Die BCU2, eine Weiterentwicklung der BCU1, ersetzt aber zunehmend die BCU1. Sie hat mehr Speicherplatz und erlaubt daher die Verwendung von mehr Kommunikationsobjekten und Gruppenadressen. Weiterhin wurden etliche Funktionen, wie man sie z.B. zum Aufbau von Alarmanlagen benötigt, neu implementiert (z.B. Polling, Zugriffsschutz mittels Passwortkontrolle). Für die BCU1 entwickelte Applikationsprogramme lassen sich in die BCU2 laden. Viele Anbieter von KNX Geräten bieten mittlerweile gar keine BCU1 mehr an. Für sehr komplexe Busteilnehmer kommt die BIM12 zum Einsatz, die noch wesentlich mehr Speicherplatz als die BCU2 bietet.

Die zehn- oder zwölfpolige Verbindung zwischen Busankoppler und -endgerät wird je nach Bedarf sehr verschieden belegt. In Abhängigkeit des benutzten Endgerätes werden über die Kontakte binäre Signale, analoge Signale oder ein Datenstrom über eine serielle Schnittstelle ausgetauscht. Über einen im Busendgerät eingebauten Kennwiderstand, den die BCU anmisst, wird die Art der Verwendung der Kontakte vereinbart. Viele Endgeräte haben eine eigene Intelligenz, die bis hin zu einem weiteren Mikrokontroller reicht. Der Busankoppler hat in diesen Fällen oft nur die Aufgabe, die Gruppenadressen zu verwalten und den protokollgerechten Datenverkehr

sicherzustellen. In selteneren Fällen entfällt sogar die Verwaltung der Gruppenadressen, und der Busankoppler dient wie im Fall der seriellen Schnittstelle nur als Gateway zum KNXBus.

Systemgeräte

Der Linien- oder Bereichskoppler bei KNX TP stellt insofern ein besonderes Gerät dar, als dass er über zwei galvanisch getrennte Übertragermodule verfügt. Das Übertragermodul der übergeordneten Linie stellt hierbei die Versorgungsspannung und den Reset-Impuls zur Verfügung. Weiterhin hat sein Controller einen externen Flash Speicher, worin die Filtertabelle abgelegt ist.

Die Spannungsversorgung bei KNX TP

Jedes Liniensegment benötigt eine eigene Spannungsversorgung. Die KNX Spannungsversorgungen liefern einen maximalen Strom von 640mA bei einer Spannung von 28V bis 29V.

Die Nennspannung des KNX Systems beträgt 24V, wobei die einzelnen Busteilnehmer bis zu einer Spannung von 21V fehlerfrei arbeiten. Es ergibt sich also von den von der Spannungsversorgung bereitgestellten 28V bis zu den am Teilnehmer benötigten 21V eine Reserve von 7V für eventuelle Spannungsabfälle auf der Leitung oder an Kontaktwiderständen.

Jeder KNX Teilnehmer (jeder Busankoppler) hat einen Eigenbedarf von 150mW zur Versorgung seines Mikroprozessors. Zusätzlich hierzu darf jeder Teilnehmer für den Betrieb seines Busendgerätes noch 50mW vom Bus entnehmen.

Dies wird einerseits nicht von allen Geräten ausgenutzt und andererseits entnehmen einzelne Geräte (z.B. motorisch betriebene Heizungssteller) sogar mehr (siehe Datenblatt). Bei der Planung einer KNX Anlage ist daher zu prüfen, ob die geplanten Teilnehmer eines Liniensegments nicht

mehr als die zur Verfügung stehenden 640mA benötigen. Hierbei ist auch der eventuelle Spannungsabfall auf den Leitungen zu berücksichtigen, da die Geräte nicht einen bestimmten Strom, sondern eine bestimmte Leistung dem Bus entnehmen. Wird der maximale Strom überschritten, muss man in diesem Segment ggf. weniger als 64 Teilnehmer setzen.

Bandsperrre, Phasenkoppler und Repeater bei KNX PL

Abschließend drei Geräte zum Aufbau eines Powerline System:

- **Bandsperrre:** Bandsperrern verhindern, dass Powerline-Telegramme den beabsichtigten Ausbreitungsbereich verlassen. Es handelt sich dabei um einphasige Geräte, die pro benutzter Phase einmal vorgesehen werden sollten. Zu beachten ist hierbei die maximale Stromtragfähigkeit von 63A pro Gerät.
- **Phasenkoppler:** Bei einem dreiphasigen Netz sollte man darauf achten, dass die Signale auch alle drei Phasen erreichen. Wenn die drei Phasen einige Strecken parallel geführt werden, geschieht dies oft automatisch. Es gibt allerdings auch ein spezielles Gerät hierfür, den Phasenkoppler. Dieses Gerät stellt eine kapazitive Kopplung zwischen den drei Phasen des 230-V-Netzes her.
- **Repeater:** Um die Übertragungssicherheit bei KNX PL zu erhöhen, lässt sich an zentraler Stelle im System (Verteiler) ein so genannter Repeater installieren. Dieses Gerät wiederholt bei nicht ordnungsgemäß quitierten Telegrammen einmalig das Telegramm.

Phasenkoppler und Repeater sind in den Medienkopplern, den Verbindern zwischen KNX TP und KNX PL, enthalten, so dass sie nicht extra eingebaut werden müssen, wenn ein Medienkoppler im System vorhanden ist.

Kapitel 4

Dipl.-Ing. Johannes Meyer, bfe – Bundestechnologiezentrum für Elektro- und Informationstechnik e.V., Oldenburg

Eine KNX Installation ist eine normale Elektroinstallation im 230-V-Bereich mit allen dort geltenden Vorschriften (VDE 0100 usw.). In diesem Teil des Beitrags werden die KNX spezifischen Aspekte der Installation dargestellt, zunächst recht ausführlich die der Twisted-Pair-Installation mit der getrennt zu verlegenden Busleitung. Schließlich folgen noch einige Bemerkungen zu KNX PL, wo als Medium die vorhandene 230-V-Leitung dient.

KNX Twisted-Pair

Bei der Installation der Busleitung braucht bezüglich Berührungssicherheit nichts beachtet zu werden, und zwar wegen der Schutzkleinspannung (SELV). Da die störungsfreie Datenübertragung zwischen den einzelnen Busteilnehmern sehr wesentlich vom verwendeten Kabel abhängt, gibt der KNX Standard eine genaue Spezifikation der zu verwendenden Busleitung vor (EN 50090-2-1 und EN 50090-2-2). Vereinfacht ausgedrückt, wird eine verdrehte und geschirmte Zweidrahtleitung benötigt (Tabelle 1).

Der Schirm des verwendeten Kabels darf auf keiner Seite aufgelegt oder geerdet werden. Er wirkt rein als metallischer Käfig. Starkstromleitungen dürfen bei KNX TP nicht als Busleitung verwendet werden, und zwar wegen der Verwechslungsgefahr und da sie nicht die geforderten nachrichtentechnischen Anforderungen erfüllen.

Das zweite Adernpaar

Die meisten verwendeten Kabel verfügen über ein zweites, freies Adernpaar. Für die Verwendung dieser freien Adern gelten folgende Richtlinien:

- Nur weitere Kleinspannungen sind zulässig (SELV/PELV).
- Max. 2,5A Dauerstrom, ein Überstromschutz muss vorhanden sein.
- Nicht als Fernmeldeleitung des öffentlichen Fernmelde-netzes benutzen.
- Das zweite Adernpaar lässt sich als weitere Linie benutzen, die Nutzungsart des zweiten Adernpaares muss innerhalb einer Linie einheitlich sein.

EMPFEHLENSWERTE BUSLEITUNGEN

| in Deutschland übliche Kabel | Verlegebedingung |
|--|---|
| YCYM 2 x 2 x 0,8 Prüfspannung 4kV (so genanntes KNX Kabel) | Verlegung im Gebäude |
| J-Y(St)Y 2 x 2 x 0,8 Prüfspannung 2,5kV | Verlegung wie YCYM, allerdings bei Annäherung an 230-V-Netz geringere Prüfspannung beachten |
| JH(St)H 2 x 2 x 0,8 | Halogenfreie Leitung, allerdings mit Abstand zur vorhandenen 230-V-Installation zu verlegen |
| A-2Y(L)2Y oder A-2YF(L)2Y | Bei Verlegung im Außenbereich (Verbindung zwischen Gebäuden) |

Tabelle 1. Die Wahl der Busleitung richtet sich vor allem nach den Verlegebedingungen

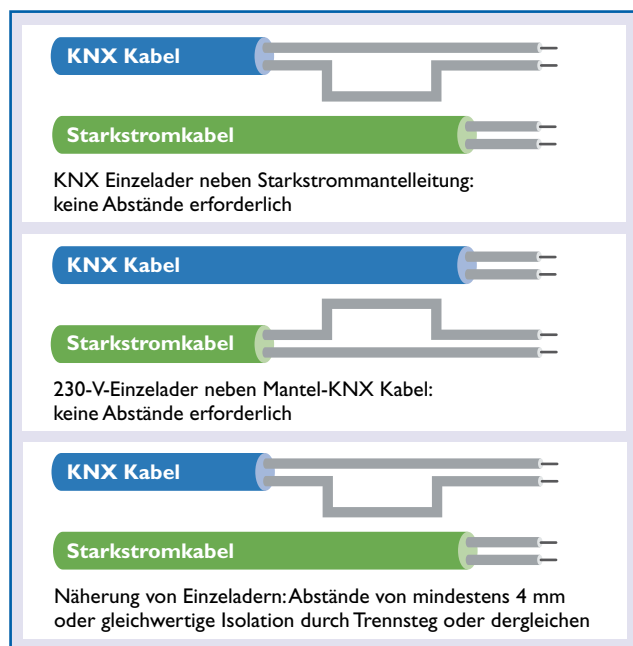


Bild 17. Näherung zwischen Leitungen und Einzeladern

Leitungsverlegung

Besondere Überlegungen erfordert die Installation überall dort, wo das Busleitungsnetz mit dem 230-V-Netz in Berührung kommen könnte, z.B.

- im Verteilerschrank bei allen 230-V-Aktoren und der KNX Spannungsversorgung oder
- in Abzweigdosen, wenn sowohl die Busleitung als auch die 230-V-Leitung verzweigt wird. Generell gilt, dass zwischen der Busspannung und dem 230-V-Netz eine doppelte Isolierung mit einer Prüfspannung von 4kV bestehen muss. Bild 17 zeigt das Ergebnis dieser Überlegung beim Absetzen der einzelnen Kabel.
- **Vorschriften im Verteilerschrank:** Zum Einsatz kommen Standard-Verteilerschränke. Ist der Starkstromteil völlig vom Installationsbusteil abgeschottet (d.h., es dürfen z.B. keine 230-V-Aktoren vorhanden sein), gelten keine besonderen Vorschriften. Ansonsten beachte man Folgendes:
 - Die Busleitungen müssen bis zu den Anschlussklemmen mit Mantel geführt werden. Das Abfangen auf einer Schirmabfangschiene

ist nicht zulässig.

- Berührungen von Starkstrom- und Busleitungsadern sind entsprechend Bild 17 z.B. durch entsprechende Leitungsführung bzw. Befestigung zu vermeiden.
- **Vorschriften in Installationsdosen:** Besondere Bestimmungen für Verteilerdosen gibt es nur, wenn sowohl die Busleitung als auch die 230-V-Leitung abgesetzt werden. Hier gilt, dass entweder getrennte Dosen zur Verzweigung zu benutzen sind oder eine Dose mit Abschottung zu verwenden ist, die über zwei getrennte Kammern verfügt. Besondere Vorschriften gelten bei sogenannten Kombinationen, d.h., wenn sich eine Buskomponente und eine Starkstromkomponente unter einer gemeinsamen Abdeckung befinden. Dies ist z.B. bei einem Unterputzaktor in Verbindung mit einer Steckdose (über den Bus geschaltete Steckdose) der Fall. Beim Entfernen der gemeinsamen Abdeckung muss die Starkstromseite abgedeckt bleiben. Dies ist z.B. bei gegen direktes Berühren geschützten Steckdosen gegeben. Im Zweifelsfall erfrage

man die Zulässigkeit der Kombination beim jeweiligen Hersteller.

Leitungsführung

Die Busleitung sollte nach Möglichkeit zusammen mit den Starkstromleitungen und damit in den üblichen Installationszonen (siehe DIN 18015-3) geführt werden. Es gibt mehrere Möglichkeiten, wie sich die Busleitung zu den einzelnen Räumen führen lässt. Man kann sie sternförmig zu einem zentralen Verteiler führen, ebenso gut lässt sich die Busleitung aber auch ringförmig durch alle Räume führen. Beliebige Kombinationen dieser beiden Verlegungsarten sind möglich.

Eine wichtige Überlegung im Vorfeld einer KNX Installation ist auch, inwieweit eine konventionelle Installation und eine KNX Installation gemischt werden sollen oder können.

Man denke hierbei an den Einsatz von

- Binäreingängen in Verbindung mit konventionellen Tastern anstelle von KNX UP-Tastsensoren oder
- an den Einsatz von mehrfach Binärausgängen in Reiheneinbauforn anstelle von Schaltaktoren in Geräteeinbauausführung.

Hierdurch ergeben sich im Einzelfall erheblich geringere Kosten für eine gleichwertige Installation. Besonders ist hierüber nachzudenken, wenn ein Kunde sich zurzeit noch nicht für eine KNX Anlage entscheidet, sich aber die Möglichkeit eines späteren Einbaus offen halten will. Hier gibt es prinzipiell

zwei Vorgehensweisen:

- Entweder man legt schon einmal in jede Installationsdose und an andere, später vielleicht interessante Orte eine Busleitung oder
- man führt auch die konventionelle Verkabelung zentral vom Verteilerschrank aus (d.h., jeder Taster wird z.B. einzeln vom Verteilerschrank aus angefahren und dort rangiert, so dass später ein müheloses Umbauen

auf KNX Binäreingänge und KNX Binärausgänge möglich ist. Allerdings sollte man dann auf genügend Platzreserve im Verteilerschrank achten. Die Angst vor zu großen Verteilerschränken ist hierbei unberechtigt, da man im Zweifelsfall ja auch mit mehreren kleineren Etagenverteilern oder dergleichen arbeiten kann.

KNX Powerline

Da bei KNX-Powerline das vorhandene Starkstromnetz zur Datenübertragung dient, gibt es auch keine speziellen KNX Installationsvorschriften. Auf spezielle Geräte zur Schaffung von abgeschlossenen Übertragungsbereichen (Bandsperrung) und zur Phasenkopplung bei einer Anlage mit allen drei Außenleiter-Spannungen (Phasenkoppler) sowie zur Verbesserung der Übertragungssicherheit (Repeater) ging wurde schon in Kapitel 3 eingegangen.

Geräteanschluss

Alle KNX PL-Geräte verfügen über einen Anschluss für einen Außenleiter und den Neutralleiter. Bei Aktoren ist der Anschluss der Lastspannung und der des Signalleiters getrennt ausgeführt, wodurch es in Anlagen mit sehr großer Störlast ggf. sinnvoll ist, den Last- und den Signalkreis getrennt auszuführen.

Installationsmaterial

Leitungsschutz- oder Fehlerstromschutzschalter mit Nennströmen <10A sind im Signalkreis einer Powerline-Anlage nicht zulässig, es muss in diesen Fällen auf Schmelzsicherungsgeräte übergegangen werden. Weiterhin dürfen abgeschirmte Leitungen mit geerdetem Schirm sowie Leitungen mit Aderquerschnitten über 25mm² nicht als Übertragungsstrecke eingesetzt werden.

Kapitel 5

Dipl.-Ing. Johannes Meyer, bfe – Bundestechnologiezentrum für Elektro- und Informationstechnik e.V., Oldenburg

In den bisherigen Ausführungen zur Serie »Gebäudeautomation mit KNX« ging es um die Technik des KNX Systems. Es wurde schon angedeutet, dass jeder KNX Teilnehmer über einen Mikrokontroller verfügt, in dem ein Programm läuft. Um dieses Programm erzeugen und in den Mikrokontroller übertragen zu können, wird die KNX Programmiersoftware benötigt. Dieser Beitrag befasst sich mit der Konfiguration des Systems.

Beim KNX System gibt es zwei Konfigurationsarten:

- **Easy Installationsmethoden (E-Mode):** Hier geschieht die Konfigurierung nicht mit einem PC, sondern mit einem zentralen Controller, über Taster oder auf andere Art und Weise. Diese Konfigurationsart eignet sich für qualifizierte Elektroinstallateure mit Basiswissen der Bustechnologie, aber ohne spezielle Software-Kenntnisse. Die für mittelgroße Anlagen bestimmten Easy-kompatiblen Geräte bieten normalerweise nur eine beschränkte Funktionalität. Soll die Anlage jedoch später erweitert werden, so ist eine Erweiterung und Ergänzung mit den Mitteln der S-Mode-Programmierung jederzeit möglich.
- **System Installationsmethoden (S-Mode):** Hier benötigt man zur Konfigurierung des Systems einen PC mit einer speziellen Software. Es handelt sich hierbei in den meisten Fällen um die Software ETS (Engineering Tool Software). Mit ihr lassen sich alle KNX Geräte in Betrieb nehmen. Kommen nur KNX Powerline-Geräte zum Einsatz, lässt sich auch die Software »Power-Project« nutzen. Da dies aber einen Sonderfall darstellt, geht

dieser Beitrag nicht auf diese Software ein – zumal sich auch KNX Powerline-Geräte mit der ETS genauso in Betrieb nehmen lassen wie alle anderen KNX Geräte auch.

Aufgabe der ETS

Normalerweise wird eine KNX Anlage im S-Mode konfiguriert, d.h. mit Hilfe eines PCs und der darauf installierten ETS. Die ETS dient hierbei zum Bearbeiten der von den Herstellern für ihre Produkte zur Verfügung gestellten Programme. Konkret heißt dies,

- die entsprechenden Programme der Hersteller für ihre Produkte mit Hilfe der ETS aus einer Datenbank herauszusuchen,
- die in diesen Programmen vorkommenden Parameter dem jeweiligen Fall entsprechend einzustellen,
- mit Hilfe der ETS das Zusammenwirken der einzelnen Geräte festzulegen und
- am Ende die gesamten Daten in die Anlage einzuspielen.

Die ETS enthält neben den Projektierungs- und Inbetriebnahmewerkzeugen auch umfangreiche Programmteile zur Diagnose und Fehlersuche. Alle mit der ETS durchgeführten Arbeiten bei Projektierung und Inbetriebnahme sollten mit den Mitteln der ETS sorgfältig kommentiert werden, da dies die spätere Dokumentation der Anlage darstellt. Ohne die Kommentare in der ETS ist eine spätere Änderung in der bestehenden Anlage oder eine Erweiterung sehr mühsam – und das verursacht hohe Kosten.

Aufbau der ETS

Bei der ETS handelt es sich um eine nach Windows Designregeln erstellte Software. Dies bedeutet, dass Benutzer, die sonst mit Microsoft-Produkten wie Word oder Excel arbeiten,

relativ schnell den Umgang mit der ETS lernen können, da sie viele Funktionen, Symbole und Vorgehensweisen schon kennen. Die Bildschirmfenster der ETS sind z.B. stark an die Darstellung der Dateistruktur einer Festplatte unter dem Betriebssystem Windows angelehnt, wie sie im Explorer von Windows erscheint.

Es gibt verschiedene Arbeitsfenster in der ETS, die die vorliegende Anlage unter verschiedenen Aspekten darstellen (Bild 18):

- Ein **Haupt-Arbeitsfenster** zeigt z.B. die Anlage aus der Sicht des Gebäudes, indem sie die Gebäude mit den in ihnen enthaltenen Räumen und Verteilern zeigt. Diesen Räumen und Verteilern lassen sich die in ihnen enthaltenen Geräte zuordnen, so dass man die Geräte in der Software über ihren Einbauort im Gebäude leicht auffindet.
- In einem anderen Arbeitsfenster, dem so genannten **Gruppenadressen-Fenster**, wird die gesamte Anlage aus Sicht der in ihr vorhandenen Funktionen gezeigt. Hier lässt sich gut erkennen, welche Geräte im Gebäude wie zusammenarbeiten.
- Eine weitere wichtige Ansicht zeigt die **Topologie** des Bussystems. In jedem

Fenster gibt es zwei Hälften. Die linke Hälfte zeigt eine Übersicht in Form einer Baumstruktur, in der rechten Fensterhälfte werden einzelne Teile der linken Baumstruktur als Detail in Listenform dargestellt.

Am oberen Rand des Bildschirmfensters der ETS liegen so genannte Menüleisten, über die sich mit Hilfe der Maus die gewünschten Funktionen auswählen lassen. Für häufig benutzte Funktionen gibt es noch sogenannte Symbolleisten, die ein besonders schnelles und leichtes Arbeiten ermöglichen. Das genaue Aussehen der Listen in der rechten Fensterhälfte und der in den Symbolleisten vorkommenden Symbole lässt sich, wie in anderen Microsoftprogrammen auch, durch den Benutzer editieren und dem persönlichen Arbeitsstil anpassen.

Ablauf der Projektierung mit der ETS

Nach der Installation der ETS auf dem PC lässt sich eine Anlage noch nicht projektieren. Es sind zunächst die Produktdaten der Hersteller in die Datenbank der ETS zu laden. Diese Daten stellen die Hersteller von KNX Produkten kostenlos zur Verfügung. Man erhält sie entweder direkt

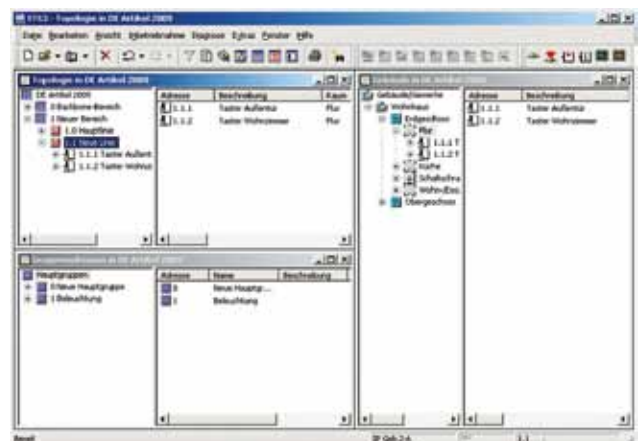


Bild 18. Verschiedene Arbeitsfenster in der ETS

vom Hersteller auf einer CD oder über die Homepage des jeweiligen Herstellers. Nach Importieren dieser Daten in die ETS-Datenbank kann die eigentliche Projektierung beginnen. Hierbei werden folgende Schritte durchlaufen:

- Projekt mit den notwendigen Daten anlegen; unter dem hierbei vergebenen Namen lässt sich später das Projekt jederzeit wieder finden und weiterbearbeiten.
- Abbilden der Struktur des Gebäudes und der vorhandenen Geräte (Bild 19); Festlegen der Gebäudestruktur und der Bustopologie; hierbei werden aus der Datenbank die benutzten Geräte herausgesucht und die physikalischen Adressen der Geräte vergeben.
- Einstellen der Parameter der KNX Produkte den Erfordernissen entsprechend; es muss z.B. bei Tastern festgelegt werden, ob es sich um einen Dimmtaster, einen Jalousietaster oder um einen einfachen Taster zum Schalten von Licht handelt (Bild 20). Bei Aktoren wird über die Parameter deren Verhalten festgelegt, z.B. ob Zeitfunktionen vorgesehen sind oder mit welcher Geschwindigkeit ein Dimmer seinen neuen Wert anfahren soll.
- Festlegen der Funktionen in der Anlage und Anlegen der Gruppenadressen – für jede einzelne Funktion im Gebäude eine eigene (Bild 21); ein Beispiel: In einem Büroraum gibt es zwei Leuchtbänder, die sich getrennt schalten lassen. Soll jedes Leuchtband einzeln, aber auch beide zusammen geschaltet werden können, benötigt dieser Raum drei Funktionen:
 - Leuchtband 1 schalten,
 - Leuchtband 2 schalten und
 - Leuchtbänder gemeinsam schalten.
- Verbinden der Kommunikationsobjekte der KNX Produkte mit den Gruppenadressen; es werden sozusagen virtuelle Kabel zwischen den Geräten gezogen. Durch das Verbinden mit

den Gruppenadressen legt man fest, welche Sensoren auf welche Aktoren wirken.

- Zuordnung der projektierten KNX Geräte zu den eingerichteten Gewerken (optional)
- Projektierung prüfen, Dokumentation ausdrucken sowie das Projekt abspeichern und sichern

Inbetriebnahme

Einen wesentlichen Teil der ETS stellen die Inbetriebnahmefunktionen dar. Nur mit Hilfe der ETS ist es möglich, die Geräte mit Adressen zu versehen und ihnen ihre Funktionen einzuspielen. Zunächst muss jedem Gerät einzeln seine physikalische Adresse zugewiesen werden. Dies geschieht, indem die ETS einzeln die Geräteadressen in das System lädt und der Inbetriebnehmer durch Drücken der Programmiertaste am Gerät festlegt, welches Gerät die gerade zur Vergabe anstehende Adresse bekommen soll (Bild 22). Bei diesem Teil der Inbetriebnahme sollte man sehr sorgfältig vorgehen, da hierbei unterlaufene Fehler später zu Fehlfunktionen führen und die Korrektur sehr zeitaufwändig sein kann.

Wenn alle Geräte ihre Adresse erhalten haben, sind noch die zugehörigen Programme in die Geräte zu laden. Dies kann bei einzelnen Geräten recht lange dauern, was aber nicht schlimm ist, da sich das Programmieren aller Geräte gleichzeitig anstoßen lässt und es dann vom PC automatisch durchgeführt wird.

Diagnosefunktionen

Die Inbetriebnahmesoftware der ETS bietet auch Diagnosefunktionen. Damit lassen sich die physikalischen Adressen der Geräte prüfen und der Gerätestatus eines beliebigen Busteilnehmers auslesen. Hierbei werden sowohl der Hersteller als auch mögliche Fehlerbits im Busankoppler sowie der Betriebszustand des Gerätes angezeigt. Der Betriebszustand zeigt, ob das Programm zurzeit abgearbei-

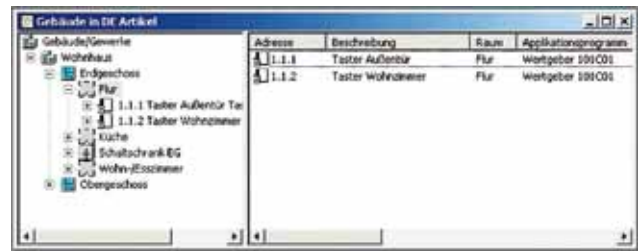


Bild 19. Gebäudestruktur mit Geräten



Bild 20. Parameterfenster



Bild 21. Fenster mit Gruppenadressen



Bild 22. Geräte mit Programmiertasten (UP und Reiheneinbau)

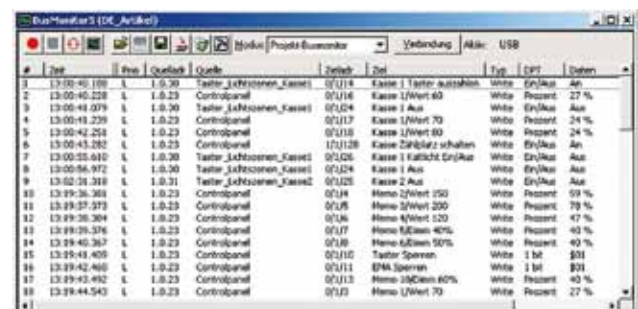


Bild 23. Busmonitor, ein Programm zum Mithören von Programmen

tet wird. Weiterhin lässt sich noch erkennen, ob ein passendes Endgerät über die Anwenderschnittstelle mit dem Busankoppler verbunden ist und welche Gruppenadressen den Objekten dieses Gerätes zugewiesen sind.

Mit Hilfe der sehr wichtigen Mithörfunktionen Bus- und Gruppenmonitor (Bild 23) lassen sich alle am Bus laufenden Telegramme mitlesen. Hierdurch kann man das Geschehen am Bus verfolgen und beobachten, ob die gewünschten Funktionen so ablaufen wie es bei der Projektierung geplant war. Im Fehlerfall ermöglicht die Mithörfunktion ein Einkreisen der Fehlerursache(n).

Neben dem Mithören von Telegrammen ist es weiterhin möglich, vom PC aus Telegramme zu senden und dadurch Aktoren zu testen bzw. in der Anlage Schaltvorgänge auszulösen, obwohl die benötigten Sensoren noch nicht eingebaut sind. Dies könnte z.B. beim Test einer Einzelraumregelung der Fall sein, wenn man prüfen möchte, ob die Heizung bei geöffneten Fenstern abschaltet, obwohl die hierzu nötigen Fensterkontakte noch nicht montiert sind.

Installation und Lizenzierung

Die ETS, genauer gesagt die ETS 3 Professional, vertreibt die KNX Association über das Internet (www.knx.org). Die Software lässt sich über das Internet herunterladen. Alternativ ist es auch möglich, kostenlos eine CD anzufordern, auf der sich die ETS befindet. Die ETS lässt sich dann auf jedem beliebigen Rechner installieren. Um aber mit der ETS arbeiten zu können, benötigt man einen Lizenzschlüssel. Ohne diesen Lizenzschlüssel läuft die ETS nur im Demo-Modus.

Bei den Lizenzschlüsseln gibt es mehrere Varianten:

- **Software Lizenzschlüssel ETS3 Professional:** Die Lizenz ist an einen Computer gebunden.

- **Dongle Lizenzschlüssel:** Hier wird zusätzlich ein Hardware-Dongle benötigt, der in einen USB-Anschluss des Rechners gesteckt wird. Dadurch lässt sich die ETS auf mehreren Rechnern betreiben – allerdings zu einem Zeitpunkt nur auf demjenigen, in dessen USB-Port der Lizenzschlüssel steckt.

- **Gegen einen kleinen Aufpreis auf die Volllizenz** lassen sich bis zu zwei weitere Lizenzen (ETS3 Supplementary) erwerben. In einem kleineren Betrieb reicht es wahrscheinlich völlig, wenn auf drei Rechnern eine lauffähige ETS vorhanden ist – eine Lizenz auf einem stationären Projektierungsrechner im Büro und ein oder zwei weitere auf Notebooks für den Baustelleneinsatz. Werden mehr als drei Lizenzen benötigt, so muss man wieder eine Volllizenz erwerben, zu der sich dann wiederum zwei Zusatzlizenzen erwerben lassen.

- **Für Schüler und Studenten** gibt es noch eine günstige ETS3 Trainee Lizenz, allerdings mit stark eingeschränktem Funktionsumfang. Sie dient dem Kennenlernen und Ausprobieren der Software.

Die seit 1993 auf dem Markt befindliche ETS durchlief seitdem mehrere grundsätzliche Veränderungen. Nach der ETS1 und der ETS2 ist zurzeit die ETS3 auf dem Markt (aktuelle Version ETS3f). Mit der ETS2 erstellte Projekte transformiert die ETS3 automatisch auf das neue Datenformat. Allerdings ist eine Rücktransformation auf das alte Datenformat der ETS2 danach nicht mehr möglich. Ebenso übernimmt die ETS3 alle für ältere ETS-Versionen entwickelte Herstellerdaten in die aktuelle Datenbank. Sehr viele Hersteller-Produktdaten stehen daher nur in alten Formaten zur Verfügung, was aber keine Einschränkung bedeutet.

Schnittstellen

Für die Inbetriebnahme und die Diagnosefunktionen muss die ETS eine Verbindung zum KNX System haben. Hier gibt es verschiedene Möglichkeiten. Die am häufigsten eingesetzte Schnittstelle der ETS1 und der ETS2 war die serielle RS232-Schnittstelle. Heutige Notebooks bieten allerdings häufig keine RS232-Schnittstelle mehr. Ab ETS3 ist daher standardmäßig auch eine USB-Schnittstelle implementiert, und alle Hersteller bieten heute in ihren Systemen auch auf Busseite eine USB-Schnittstelle an. Zusätzlich enthält die ETS3 aber auch noch zwei Schnittstellen-Protokolle für IP-Schnittstellen. Hierdurch lässt sich die Inbetriebnahme über die Ethernet-Schnittstelle des PCs durchführen. So lässt sich ein bestehendes lokales Datennetz nutzen oder das Internet. Auf diese Weise sind Ferndiagnose und Änderungen über das Internet möglich.

Plug-In

Etliche KNX Geräte benötigen eine spezielle Software zur Konfiguration und Inbetriebnahme. Beispielsweise werden bei Displays der Seitenaufbau und die gezeigten Texte sowie die Verknüpfung mit den Ereignissen am Bussystem durch den Projekteur festgelegt. Dies erfordert i.d.R. eine komplexe eigenständige Software. In der Anfangszeit des KNX Systems stellten die Hersteller derartige Programme als separate Programme zur Verfügung. Mittlerweile ist die ETS jedoch in der Lage, auch umfangreiche Programme als sogenannte Plug-Ins zu verwalten. Das bedeutet, dass diese Programme beim Projektieren des Gerätes automatisch aufgerufen werden, sobald man die Bearbeitung der Parameter des betreffenden Gerätes wählt. Ein großer Vorteil dieser eingebetteten Programme ist, dass diese Programme dann auf den Datensatz des aktuellen Projektes zugreifen und nichts doppelt eingegeben werden muss, was in der Vergangenheit

auch leicht zu Programmierfehlern führen konnte.

Ein weiteres Beispiel für Geräte mit derartigen Plug-In-Programmen sind komplexe Logikgatter.

Zusatzwerkzeuge

Bei den so genannten Add-Ins handelt es sich um Zusatzprogramme, die vom Ersteller der ETS angeboten werden. Ein Add-In ist eine allgemeine Erweiterung des Operationsumfangs der ETS. Zurzeit gibt es folgende Zusatzwerkzeuge:

- **Rekonstruktion:** Mit diesem Tool lassen sich verlorene oder nicht mehr aktuelle ETS-Projektdaten durch Auslesen der Geräte aus der Anlage wiederherstellen. Die Rekonstruktion entdeckt alle am Bus vorhandenen Geräte und liest die relevanten Speicherbereiche aus. Die ausgelesenen Daten eignen sich:
 - zur Erstellung eines neuen ETS-Projekts oder
 - zum Vergleich mit einem bestehenden ETS-Projekt oder
 - zur Aktualisierung eines bestehenden ETS-Projekts.
- **Makro:** Hierbei handelt es sich um kleine Programme, die sich einfach in die ETS 3 Professional einfügen lassen, um die Arbeit zu erleichtern. Die Makros lösen dabei meist spezielle Aufgaben der Projektierung und der Dokumentation oder dienen zur Erhebung statistischer Informationen.
- **Design:** Dieses vollständig in die ETS 3 Professional integrierte Tool ist ein Werkzeug für die Dokumentation und grafische Projektierung von KNX Anlagen. Die Fenster des Designs zeigen dieselben Projekt-Daten wie die Fenster der ETS 3, die Darstellung ist aber verschieden. Beim Design werden die Projekt-Elemente durch grafische Symbole, die durch weitere grafische Elemente (Grundrisspläne, Verteilerschränke) ergänzt werden, in einer realitätsnahen oder logischen Anordnung gezeigt.

Kapitel 6

Dipl.-Ing. Johannes Meyer, bfe – Bundestechnologiezentrum für Elektro- und Informationstechnik e.V., Oldenburg

In den bereits erschienenen Teilen des Beitrags wurden als Übertragungsmedien hauptsächlich Twisted-Pair und mit Powerline die 230-V-Leitung betrachtet. Doch nun halten auch Ethernet und Internet Einzug in alle Bereiche unseres Lebens. Dies gilt auch für unsere Gebäude und den KNX. In diesem Teil des Beitrags geht es also um KNX und die TCP/IP-Welt.

Zunehmend kommt auch beim KNX System das Ethernet als Übertragungsmedium ins Spiel. Das hat weit reichende Konsequenzen:

- Gebäude lassen sich von beliebiger Stelle der Welt aus per Browser kontrollieren und steuern.
- Verteilte Liegenschaften können über das Internet von zentraler Stelle aus beobachtet und gewartet werden.
- Dem KNX Projektteur ist es möglich, KNX Kundenanlagen via Internet aus der Ferne zu analysieren, also Fehler aufzuspüren und Änderungen online vorzunehmen.
- Bei umfangreichen Anlagen kann die große Datenflut auf den übergeordneten Buslinien durch Übergang auf einen Ethernet-Backbone oder auf Ethernet-Bereichsnetze beherrscht werden.

Ethernet

Bei Ethernet handelt es sich um ein offenes (herstellerunabhängiges) und leistungsfähiges Bereichs- und Zellennetz nach dem internationalen Standard IEEE 802.3 (Ethernet). Ethernet gilt heute weltweit als das Netzwerk Nummer Eins. Überall auf der Welt sind Netzkomponenten und Geräte verfügbar und existieren vielfältige weltweite Netzstrukturen. Der Ethernet-Standard legt die physikalischen Bereiche

fest (die Netzwerktechniker sprechen hier von Schichten) – d.h., es wird u.a. festgelegt

- wie die Signale auf der Leitung aussehen,
- welche Leitungen benutzt werden,
- wie Steckerbelegungen bei Kabeln ausgeführt werden,
- wie die verschiedenen Teilnehmer auf ein gemeinsames System zugreifen dürfen,
- wie die zu übertragenden Zeichen dargestellt werden,
- welche Datensicherungsverfahren zur Anwendung kommen.

Allerdings reichen für eine Datenübertragung zwischen zwei Teilnehmern diese Definitionen i.d.R. nicht. Deshalb müssen noch umfangreiche weitere Absprachen getroffen werden. Diese betreffen die verwendeten Protokolle, insbesondere bei großen Netzen (Internet) ist dies wichtig.

Übertragungsprotokolle

Damit Computer im Netzwerk miteinander kommunizieren können, benötigt man so genannte Protokolle. Sehr verbreitet ist heutzutage TCP/IP. Bei TCP/IP handelt es sich um eine Gruppe von Protokollen oder Regeln (Protokollfamilie), die 1984 eingeführt wurde. Obwohl es üblich ist, »TCP/IP« in einem Atemzug auszusprechen, sind TCP und IP zwei unterschiedliche Protokolle, TCP (Transmission Control Protocol) und IP (Internet Protocol). Genauer gesagt kommt noch ein drittes, gleichberechtigtes Protokoll hinzu, UDP (User Datagram Protocol).

Das IP-Protokoll

Die Grundlage, das IP-Protokoll, stellt sicher, dass Datenpakete von einem Teilnehmer an einen anderen verschickt werden, und zwar auf entsprechenden Wegen (Routen), um diese Datenpakete auf

möglichst optimalen Routen zu transportieren. Hierzu dienen die so genannten IP-Adressen.

Das TCP-Protokoll

Das auf dem IP-Protokoll aufsetzende TCP-Protokoll wird für viele bekannte Netzanwendungen verwendet wie E-Mail oder das Browsen von Internetseiten. Das TCP-Protokoll baut eine feste und gesicherte Verbindung auf und stellt sicher, dass alle Datenpakete in der richtigen Reihenfolge gesendet und vom Empfänger wieder zusammengesetzt werden (verbindungsorientiertes Protokoll).

Das UDP-Protokoll

Das UDP-Protokoll benutzen einige Applikationen, z.B. Streaming Audio und Video, also insbesondere jene, die den gelegentlichen Verlust von Datenpaketen tolerieren. Hier gibt es keine gesicherte Verbindung, das erfolgreiche Zustellen der Datenpakete wird also nicht kontrolliert (verbindungsloses Protokoll). Gegenüber dem TCP-Protokoll bietet das UDP-Protokoll den Vorteil, wesentlich schlanker und schneller zu sein. Außerdem ist es in Anwendungen wie Sprach- und Videoübertragungen kontraproduktiv, ein verloren gegangenes Paket z.B. nach 1s zu wiederholen. Das UDP-Protokoll kommt

in der Gebäudeautomation häufig zum Einsatz.

IP-Kommunikationsarten des KNX Systems

Das KNX System kennt im Bereich des Ethernets zwei Kommunikationsarten, Tunneling und Routing. Beide Kommunikationsarten benutzen das UDP-Protokoll.

- **Tunneling:** Ziel ist der Zugriff auf den Bus über das Ethernet zur Inbetriebnahme, zum Test oder zur Fehlersuche. Es handelt sich um eine Punkt-zu-Punkt-Kommunikation, wobei die letztendliche Zieladresse eine physikalische Adresse im KNX System ist (Bild 24). Vereinfacht kann man sich das benutzte Ethernet – dies kann ein lokales Netz (LAN) wie ein Firmen- oder Hausnetz, aber auch ein öffentliches Netz (Internet) sein – als verlängertes Programmierkabel zwischen dem Inbetriebnahme-PC und der KNX Anlage vorstellen.
- **Routing:** Ziel ist die Weiterleitung von KNX Telegrammen über ein Ethernet (Bild 25). Telegramme werden hierbei einerseits zwischen KNX Twisted-Pair-Installationen hin und her geschickt, um z.B. zwei Anlagenteile über eine vorhandene Ethernet-Strecke zu verbinden.

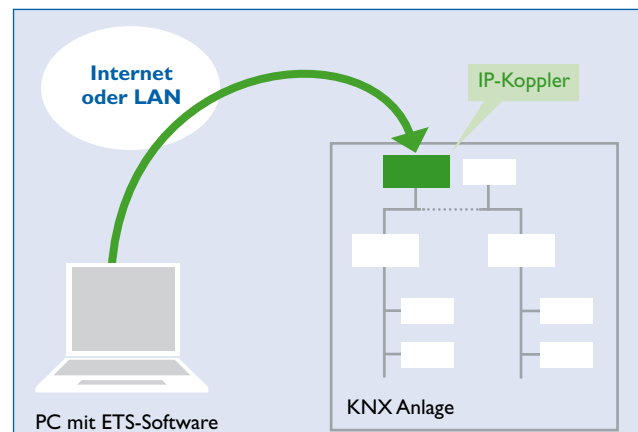


Bild 24. Tunneling

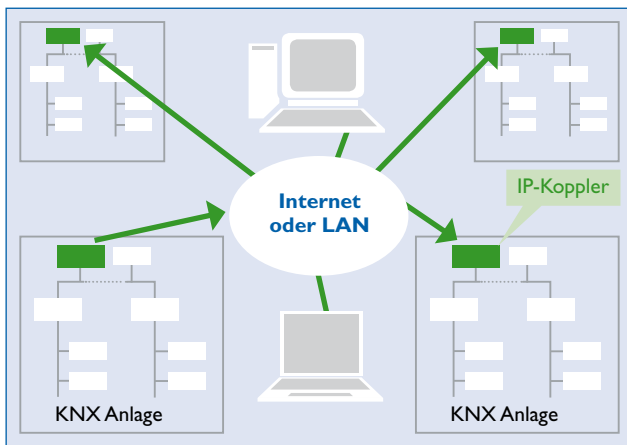


Bild 25. Routing

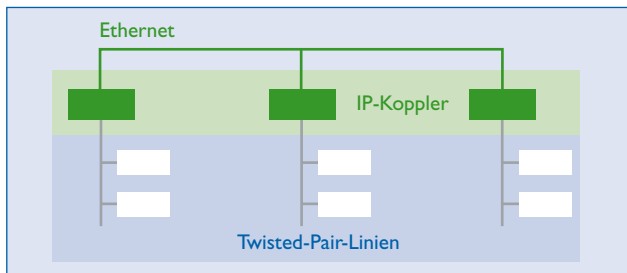


Bild 26. IP-Koppler als Linienkoppler

Andererseits braucht man diese Verbindungsart, um KNX Teilnehmer mit nur einer IP-Schnittstelle mit anderen KNX Teilnehmern verbinden zu können.

KNX Protokolle

Um die Aufgaben Tunneling und Routing erfüllen zu können, hat man im Laufe der letzten Jahre verschiedene KNX Protokolle entwickelt. Der augenblickliche Standard ist das Protokoll KNXnet/IP-Routing, es beinhaltet beide Kommunikationsarten und ist standardmäßig in der Projektierungs- und Inbetriebnahme-Software für das KNX System, der ETS, enthalten. Vorläufer waren die Protokolle IP (EIBlib/IP) und KNXnet/IP.

Geräte und Anwendungen

Im Folgenden werden einige Geräte mit ihren Anwendungen vorgestellt.

IP-Koppler

IP-Koppler verfügen auf ihrer »Oberseite« über eine Ethernet-Schnittstelle und leiten KNX Telegramme über das Routing-Verfahren an andere

IP-Koppler weiter. Sie gestalten die Topologie eines KNX-Systems flexibler, indem sie das Medium Ethernet als weiteres Übertragungsmedium dem KNX System hinzufügen. IP-Koppler lassen sich sowohl als Linienkoppler (Bild 26) als auch als Bereichskoppler (Bild 27) einsetzen. Wie alle anderen Koppler auch sind sie in der Lage, Telegramme zu filtern. Weiterhin können über diese Koppler auch linienübergreifend Geräte programmiert werden, wobei bei einigen Herstellern auch die Filterung von Telegrammen mit physikalischen Adressen möglich ist. Hierüber lässt sich ein evtl. nicht gewünschtes linien- oder bereichsübergreifendes Programmieren verhindern. Die meisten Koppler unterstützen auch das Tunneling, d.h., sie verfügen zusätzlich noch über eine Tunneling-Schnittstelle, so dass sie sich auch als IP-Programmierschnittstelle für die ETS einsetzen lassen.

Weiterhin können die Koppler auch dazu dienen, komplette Anlagen über Ethernet miteinander zu verbinden. Dies kann z.B. interessant sein, wenn in

zwei Gebäuden je eine KNX Twisted-Pair-Anlage besteht, die zu einer Gesamtanlage zusammengeführt werden sollen (Bild 28). Besteht zwischen diesen beiden Gebäuden eine Ethernet-Verbindung, so braucht dann keine neue KNX Verbindung mehr zwischen diesen Gebäuden hergestellt werden. Zurzeit kommen die ersten Geräte auf den Markt, die gar keine Twisted-Pair- oder Powerline-Schnittstelle mehr haben. Diese Geräte kommunizieren im Betrieb untereinander und mit den weiteren KNX Geräten der Anlage über Ethernet und benutzen dabei die Kommunikationsart Routing. Wenn sie in eine bestehende Twisted-Pair-Anlage eingebunden werden sollen, so muss in dieser Anlage ein IP-Koppler vorhanden sein. Es gibt auch Geräte, die auf IP-Seite keine KNX Protokolle unterstützen. Hier handelt es

sich um Geräte, die einerseits über eine Schnittstelle zum KNX System verfügen und auf der anderen Seite eine IP-Anbindung haben, die keine KNX IP-Protokolle unterstützt. Diese Geräte dienen der Visualisierung einer Anlage über Ethernet. Auf IP-Seite stellen diese Geräte i.d.R. einen Web-Server zur Verfügung, so dass man sie über einen Standard-Browser ansprechen kann. Dieser Web-Server ist dann sozusagen die Visualisierung. Die Verbindung zum KNX System kann sehr verschieden aussehen. Es gibt Geräte mit eingebauter KNXTP-Schnittstelle. Andere Anbieter stellen die Verbindung zum KNX System über externe Schnittstellen her. Häufig bieten diese Geräte noch weitere Möglichkeiten, z.B. das Versenden von E-Mails bei bestimmten Ereignissen in der KNX Anlage.

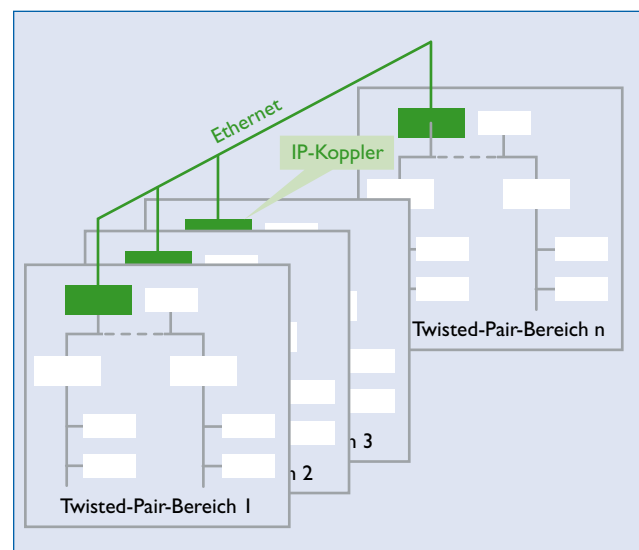


Bild 27. IP-Koppler als Bereichskoppler

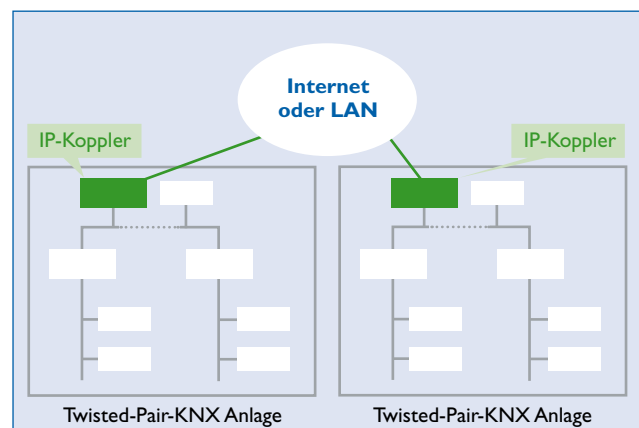


Bild 28. IP-Koppler zur Verbindung von zwei getrennten Anlagen

Kapitel 7

Dipl.-Ing. Johannes Meyer, bfe – Bundestechnologiezentrum für Elektro- und Informationstechnik e.V., Oldenburg

In den vorangegangenen Beiträgen ging es um das KNX System, und zwar deshalb, weil es in Deutschland das gängigste System ist. In der Gebäudeautomation gibt es aber noch viele andere Systeme. In diesem vorletzten Teil des Beitrags geht es daher um einen Vergleich zu anderen Systemen.

Die beiden Steuerungskonzepte

Charakteristisch bei den zu betrachtenden Systemen ist ihr generelles Steuerungskonzept. Im Zusammenhang mit Bustechnik gibt es zwei verschiedene Prinzipien, wie eine Steuerung aufgebaut ist.

- **Zentrale Intelligenz** bzw. **Steuerung** und ein Bussystem als reines Peripheriebussystem: Diese Form der Steuerung kommt besonders in der industriellen Automatisierungstechnik vor, wird aber auch bei komplexen Gebäudeautomatisierungen eingesetzt. Hier dient eine SPS oder ein PC als Zentrale, in der das Steuerungsprogramm der Anlage hinterlegt ist und abläuft. Das Bussystem dient nur dazu, die angeschlossenen Geber und Stellorgane mit der Steuerung zu verbinden. Ein- und Ausgabebaugruppen befinden sich bei einer Gebäudeinstallation dann in Etagenverteilern, und als

Betätigungselemente dienen konventionelle Geräte der Gebäudetechnik. Durch die Benutzung des Bussystems kommt es hierbei zu einem erheblich vereinfachten und dadurch kostengünstigeren Aufbau der Anlage, was sich positiv beim Errichten der Anlage auswirkt und auch bei der Fehlersuche und in jedem Servicefall.

- **Dezentrale Intelligenz:** Die über den Bus verbundenen Teilnehmer bilden als Gesamtheit die Steuerung mit einer über die gesamte Anlage verteilten Intelligenz (Das Netz ist die Steuerung). Diese Form und Philosophie von Steuerungen ergab sich durch die technische

Entwicklung (preisgünstige, sehr komplexe und kleine Mikrokontroller). Das Programm einer solchen Steuerung liegt also nicht an einer Stelle in der Zentraleinheit vor, sondern ist über die ganze Anlage verteilt, eben in all den vielen kleinen Mikrocontrollern der Busteilnehmer. Die über den Bus laufenden Informationen stellen sozusagen nur ein gemeinsames Wissen der vielen einzelnen Busteilnehmer dar. Man unterscheidet in solchen Systemen sehr genau zwischen

- Informationen, die nur lokal in einem Busteilnehmer existieren und auch nur dort interessieren, und

Hätten Sie's gewußt?

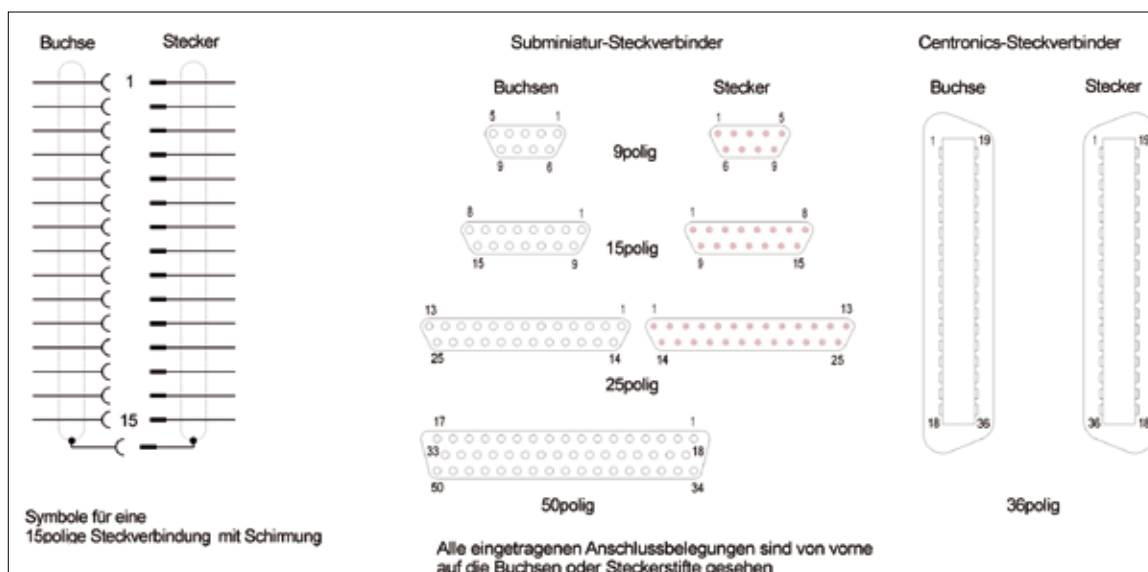
Frage: Bei einer Projektarbeit von Techniker-Schülern wird das Symbol einer RS-232-Sub-D-Steckverbindung (sowohl eines Steckers als auch einer Dose) sowie eines Bananen-Stecksystems (ebenfalls einmal Stecker selbst und einmal Dose) für das Zeichnen in Stromlaufplänen benötigt. In den Bibliotheken der Zeichenprogramme sowie bei der Internet-Recherche finden wir jedoch kein Normensymbol dafür.

Natürlich können wir das entsprechende Symbol selbst kreieren, jedoch kennen wir es nicht, und in unseren Dokumenten und Normenunterlagen lassen sich keine Symbole dafür finden.

Unsere Frage ist, ob Sie uns helfen können und uns diese

Symbole zeigen könnten, damit wir sie in unser System einpflegen (evtl. wäre auch die Angabe der dazugehörigen Norm für uns hilfreich).
U.G., Hessen

Antwort: In der in Deutschland anzuwendenden Normenreihe DIN EN 60617:1997 gibt es keine genormten Symbole für Sub-D-Steckverbindungen. In solchen Fällen müssen die Symbole unter Verwendung der allgemeinen Symbole für Steckverbindungen, bestehend aus Buchse und Steckkontakt, selbst konstruiert werden. Das Gleiche gilt für das Bananen-Stecksystem, für das es ebenfalls keine speziellen genormten Symbole gibt. Das Bild zeigt ein Beispiel.
VV. Baade



· Informationen, die mehr als einen Teilnehmer angehen. Nur die letzteren werden über den Bus geschickt. In diesem Zusammenhang wird auch oft von lokalen und globalen Variablen gesprochen.

Grundsätzliche Einteilung der Gebäudebussysteme

Noch bevor man sich mit den einzelnen Bussystemen beschäftigt, kann man sich fragen, ob sich die bestehenden Gebäudebussysteme irgendwie einteilen lassen. Man könnte sich beispielsweise fragen:

- Produziert das betrachtete System nur ein Hersteller oder eine Gemeinschaft unabhängiger Hersteller?
- Handelt es sich überhaupt um ein speziell für die Gebäudetechnik konzipiertes und produziertes System oder um ein allgemeines Automatisierungssystem?

Man unterscheidet zwischen

firmenübergreifenden und firmenspezifischen Gebäudebussystemen und Bussystemen der industriellen Automatisierungstechnik.

Firmenübergreifende Gebäudebussysteme

Bei firmenübergreifenden Gebäudebussystemen handelt es sich um Entwicklungen, die sehr viele Firmen tragen. So hat der Anwender eine recht große Sicherheit, was die zukünftige Verfügbarkeit der Systeme angeht. Weiterhin gibt es durch die Vielzahl der beteiligten Firmen i.d.R. auch ein sehr breites Spektrum an Geräten und Anwendungen. Andererseits hat diese Firmenvielfalt ihren Preis – die firmenübergreifenden Systeme sind bei vergleichbaren Anlagen zum Teil teurer als die firmenspezifischen Systeme. Allerdings ist man hier nicht von einer Firma abhängig, was Lieferbarkeit, Ersatzteilgarantie und auch das Design angeht.

Firmenspezifische Gebäudebussysteme

Unter firmenspezifischen Gebäudebussystemen versteht man jene, die auf dem Gebäudeinstallationssektor tätige Firmen selbst entwickelt haben. Hier handelt es sich oft um sehr genau zugeschnittene Systeme, was sich auch in den Kosten für ein solches Bussystem zeigt.

Firmenspezifische Bussysteme sind in vielen Fällen deutlich günstiger als firmenübergreifende Systeme. Dafür ist man hier allerdings auch an das Produktspektrum einer Firma gebunden. Im Gebäudebereich kann dies auch eventuell das Design betreffen.

Bussysteme der industriellen Automatisierungstechnik

Die für die industrielle Automatisierungstechnik entwickelten Bussysteme lassen sich häufig auch im Bereich der Gebäudeautomation ein-

setzen. Bei Neuanlagen in industriellen Fertigungsanlagen wird heute i.d.R. die Feldverkabelung mit Hilfe von Bussystemen realisiert. Sind in der Gebäudeautomation komplexe steuerungs- und regelungstechnische Probleme zu lösen, speziell im Bereich Klima und Lüftung, so kommt oft eine SPS-Steuerung mit zugehöriger komplexer Gebäudeleittechnik zum Einsatz. Der Anschluss der Sensoren und Aktoren des Gebäudes geschieht dann häufig über Bussysteme aus dem SPS-Bereich. Ein anderer Grund zum Einsatz der Busse aus der SPS-Welt im Bereich der Gebäudetechnik liegt eventuell auch darin, dass der Ausführende auf diesem Gebiet über Erfahrung verfügt und lieber mit einer ihm bekannten Technik arbeiten möchte.

Mehr Fachwissen finden Sie unter www.de-online.info/shop



KNX/EIB Engineering Tool Software

ETS 3 und ETS 4 – Das Praxisbuch

Meyer. 5., neu bearb. und erw. Auflage 2010. Ca. 390 Seiten, mit zahlr. Abbildungen. Softcover. € 42,80.

ISBN 978-3-8101-0298-0

Voraussichtlicher Erscheinungstermin: November 2010

Dieses Buch behandelt den Gesamtprozess der Programmierung und Inbetriebnahme von KNX/EIB-Projekten auf der Grundlage der Engineering Tool Software ETS. Es berücksichtigt den gegenwärtigen Stand der Software ab der Version ETS 3 Professional einschließlich aller Neuerungen der ETS 4. Ein komplettes Beispielprojekt von der Bedarfsermittlung bis zur Inbetriebnahme mit Tests und Dokumentation führt den Anwender durch die einzelnen Phasen der Bearbeitung. Alle Aktionen werden per Screenshot dargestellt. Vielfältige Checklisten zur Projektanalyse und Fehlervermeidung (Erstprüfung) sowie zahlreiche Projektierungstipps aus der Praxis bilden einen besonderen Wert dieses Buches. Neu hinzukommen werden Ausführungen zur Einbindung vorhandener moderner Kommunikationsgeräte in den KNX, zur Verbindung von Smart Metering und KNX und zum KNX-Webserver. Der Autor wird auch einen „Blitzstart“ für eilige Projekte vorstellen.

Bestellcoupon

Fax: +49 (0) 6221 489-443 • E-Mail: de-buchservice@de-online.info • Online: www.de-online.info/shop

- ☐ Meyer
KNX/EIB Engineering Tool Software
 € 42,80 (inkl. MwSt., zzgl. Versandkosten). Bei Bestellung bis 31.10.2010 nur € 38,- (inkl. MwSt., zzgl. Versandkosten). ISBN 978-3-8101-0298-0
- ☐ Ich möchte den kostenlosen E-Maildienst „Buch-News“ erhalten.
 (Bitte E-Mail-Adresse in das Adressfeld eintragen)

Sie haben das Recht Ihre Bestellung innerhalb von 14 Tagen nach Lieferung ohne Angabe von Gründen zu widerrufen. Der Widerruf erfolgt schriftlich oder durch fristgerechte Rücksendung der Ware an den Verlag oder an die Buchhandlung. Zur Fristwahrung genügt die rechtzeitige Absendung des Widerrufs der Ware (Datum des Poststempels). Bei einem Warenwert unter 40 Euro liegen die Kosten der Rücksendung beim Rücksender. Entsigelte Software ist vom Rückgaberecht ausgeschlossen. Ihre freiwilligen Angaben werden vom Hüthig & Pflaum Verlag und unseren Dienstleistern genutzt, um Sie über Produkte und Dienstleistungen zu informieren. Wenn Sie dies nicht mehr wünschen, wenden Sie sich bitte an untenstehende Adresse oder schreiben Sie an de-kundenservice@de-online.info

Firma

Name, Vorname

Straße/Postfach

PLZ/Ort

Telefon/E-Mail

Tätigkeitsschwerpunkt des Betriebes

Mitglied der Innung

Datum, Unterschrift

- ☐ Inhaber, Geschäftsführer ☐ Ingenieur, Meister
- ☐ kaufmännischer Angestellter ☐ Betriebselektriker, Monteur
- ☐ Lehrer, Dozent ☐ Azubi, Student, Meisterschüler



The worldwide STANDARD for home and building control Der weltweite STANDARD für Haus- und Gebäudesystemtechnik

KNX Members / KNX Mitglieder

