



Grundlagenwissen zum KNX Standard

Inhalt

Bussysteme allgemein	2
<i>Zukunft und Vergangenheit / Nachholebedarf in der Elektroinstallation / Mehr Vernetzung / Warum KNX? / Rechnet sich eine Businstallation?</i>	
Das KNX Bussystem	4
<i>Wieso heißt das System KNX? / Was ist das KNX System? / Wie groß kann das System werden? / Welche Übertragungsmedien gibt es? / KNX Zweidraht (TP) / KNX Powerline (PL) / KNX Funk (RF) / Wie sieht ein KNX Telegramm aus? / Wie wird der Buszugriff geregelt? / KNX RF Funk (RF) / KNX IP / Der Datendurchsatz im Vergleich</i>	
Die KNX Topologie	8
<i>Topologie bei KNX TP / Topologie bei KNX PL / Topologie bei KNX IP / Zusammenschalten von KNX TP, KNX PL, KNX IP und KNX RF / KNX Geräte</i>	
Installationsvorschriften für KNX	10
<i>KNX Twisted-Pair / KNX PL und IP</i>	
Die ETS Software	13
<i>Aufgaben der ETS / Aufbau der ETS / Projektierung mit der ETS / Inbetriebnahme / Diagnosefunktionen / Installation und Lizenzierung / Schnittstellen / Plug-In / Zusatzwerkzeuge / ETS Apps</i>	
KNX over Ethernet (KNX IP)	16
<i>Ethernet / Übertragungsprotokolle / Das IP-Protokoll / Das TCP-Protokoll / Das UDP-Protokoll / IP-Kommunikationsarten des KNX-Systems / KNX Protokolle / Geräte und Anwendungen / IP-Koppler / Kommunikation über KNXnet/IP / Konfiguration / KNX IP im Vergleich zu KNX TP</i>	

Bussysteme allgemein

Intelligente Gebäudesysteme werden eingesetzt, um die Eigenschaften von Gebäuden in den Bereichen Betriebskosten, Sicherheit und Flexibilität der Nutzung sowie die Energieeffizienz 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 vermitteln. In diesem Artikel werden die grundlegenden KNX Funktionen beschrieben.

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 5 min 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,



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

die Heizung hat die Wohlfühltemperatur gehalten. Sie hat nur nicht bemerkt, dass im Wohnzimmer die ganze Zeit das Fenster offen stand. Das bemerkt nur 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.

Konventionelle Möglichkeiten

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 verdrahten und dort mit Schützen, Schaltrelais und einer SPS die logischen Beziehungen flexibel per Programm herzustellen. In

kleineren Wohnungen wird dieser Weg gut funktionieren. Relativ schnell ist das allerdings mit einem enormen Leitungsaufwand und riesigen Stromverteilern 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 teilt ihm mit, 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
- 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

Beispiele für Aktoren, 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 Schnittstelle

Warum KNX?

Es gibt mehrere Bus-Technologien am Markt, die alle ihre Berechtigung und Vorteile für bestimmte Anwendungsbereiche haben.

Es gibt jedoch kein Bussystem wie KNX, was von so vielen Herstellern gleichzeitig unterstützt wird.

Die Gründe:

- Alle starken Marken der Elektroinstallationsbranche treiben KNX voran.
- KNX ist ein System, das speziell auf die Anforderungen der Elektroinstallation hin entwickelt wurde.
- Die Installation und Programmierung/Parametrierung der Geräte ist von Elektrikern und Systemintegratoren leicht umsetzbar.
- KNX ist etabliert, der verfügbare Funktionsumfang ist enorm.
- Über 7035 KNX zertifizierten Produktgruppen decken alle Anwendungen ab.
- Endkunden können auf ein weites Netz von Fachhandwerkern mit fundierten KNX Kenntnissen zurückgreifen. Ihre Qualifikation beweist ein von einer KNX zertifizierten Bildungsstätte ausgestelltes Zertifikat.
- KNX ist in Europa, in den USA, in China und weltweit standardisiert, z.B. CENELEC (EN 50090), CEN (EN 13321-1), ISO/IEC (ISO/IEC 14543-3), GB/T (GB/T 20965) US

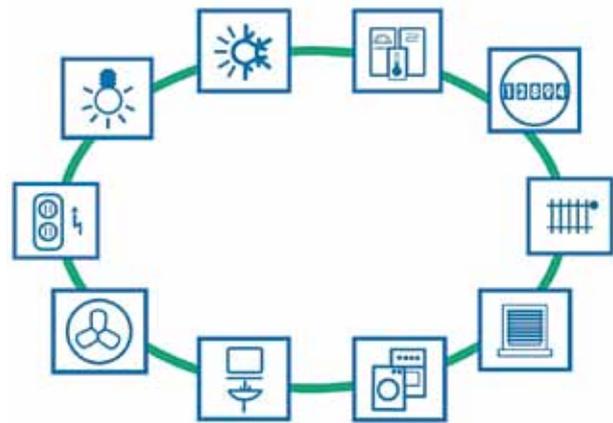


Bild 2. Die einzelnen Sensoren und Aktoren werden über eine Telefonleitung, die so genannte Busleitung verbunden. Das Ganze nennt man dann ein Bussystem.

Standard (ANSI/ASHRAE 135). 297 Mitglieder in 33 Ländern liefern Produkte nach KNX Standard. Dank Standardisierung sind sie untereinander kompatibel und spätere 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 und damit Reduktion der Betriebskosten
- Komfortgewinn
- Erleichterungen im Alter/Altengerechtes Wohnen
- Zukunftssicherheit und Flexibilität der Installation
- Sicherheit (Anwesenheitssimulation, Alarmierung bei Einbruchversuch, Abtau-

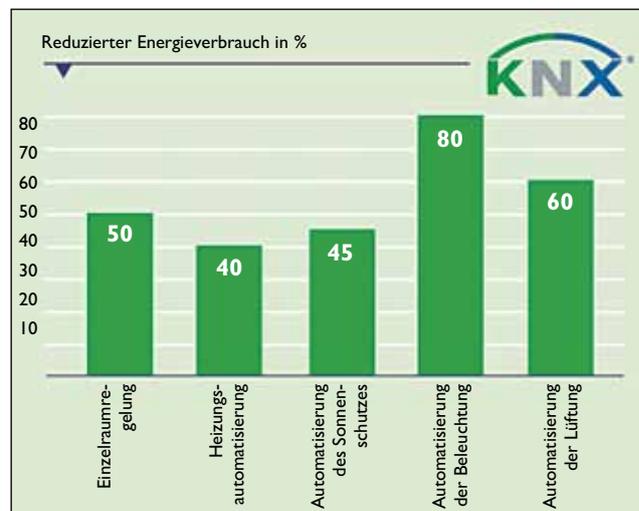


Bild 3. Die Studie »Energieeinsparpotenzial durch moderne Elektroinstallation« am Institut für Gebäude- und Energiesysteme an der Hochschule Biberach zeigt: Mit vernetzter Haus- und Gebäudesystemtechnik auf Basis von KNX sind Energieeinsparungen bis zu 50% möglich

alarm der Gefriertruhe, Paniktaster mit Meldung über Telefon usw.)

- Wert der Immobilie steigt für Vermietung oder Verkauf

Geräte 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 Kunden auch hier zunächst die Vorteile einer zukunftssicheren Installation aufzuzeigen und ihn dann entscheiden zu lassen, ob ihm eine erst mal höhere Investition, mit der garantierten Aussicht auf langfristige Betriebskostensparnisse 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 (da z.B. Stromkabel und damit Kupfer eingespart werden kann, da z.B. KNX Taster lediglich über Datenleitungen angebunden sind).

Nimmt man die Kostenersparnis durch vereinfachte Änderungen und Erweiterungen und die Energieeinsparung hinzu, hat die Bustechnik unbestritten die Nase vorn (Bild 3).

Das KNX Bussystem

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.

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 kompatibel 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 handelt es sich um ein Bussystem für die Gebäudesteuerung. Dies bedeutet, dass alle Geräte das gleiche Übertragungsverfahren 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.

Bei Bedarf können natürlich auch zentrale Geräte hinzugefügt werden, z. B. Steuereinheiten. Jeder Teilnehmer verfügt über einen 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 hinzu, wie die Steuerungsaufgaben erfordern. Theoretisch kann eine KNX Anlage bis zu mehrere 10.000 Teilnehmer umfassen.

Welche Übertragungsmedien gibt es?

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)

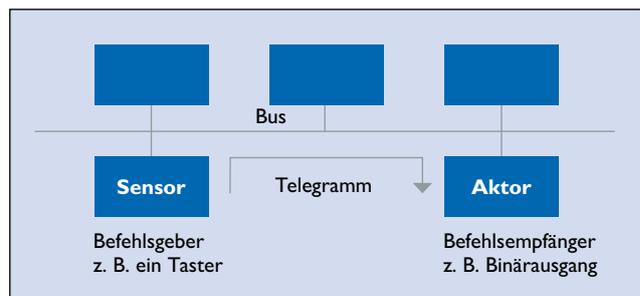


Bild 4. Sensor/Aktor Prinzip

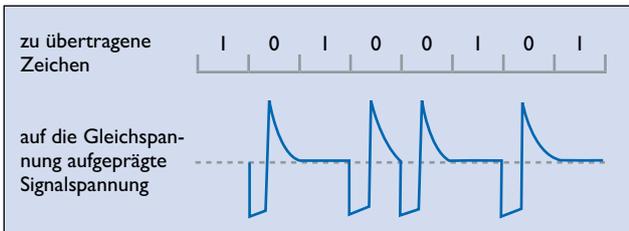


Bild 5. Signalform bei KNX TP

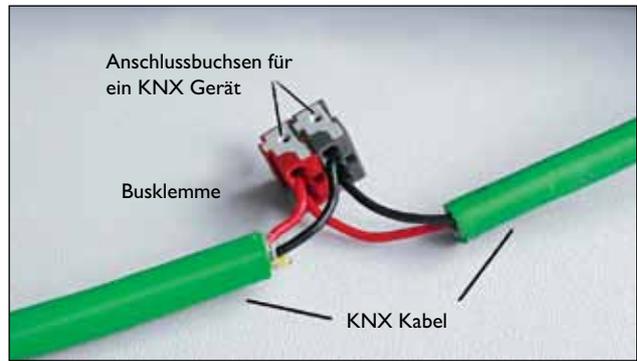


Bild 6. Busklemme mit ankommendem und weiterführendem Buskabel

KNX Zweidraht (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 24 V. Die Spannungsversorgungen speisen 29 V in das System ein. Die Busteilnehmer arbeiten bei Spannungen bis zu 21 V fehlerfrei. Es steht also ein Toleranzbereich von 8 V zur Verfügung, um eventuelle Spannungsabfälle auf der Leitung und an Kontaktwiderständen abzupuffern. 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 9600 Bit/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 gesendet, so nimmt die Spannung erst kurzzeitig ab, steigt dann wieder an und pendelt sich nach maximal 104 Mikrosekunden

auf 28 V wieder ein. Dies ist auf die Spulenwirkung der Netzdrossel zurückzuführen. Wird eine logische 1 vom Bus gesendet, so liegen 28 V Gleichspannung an.

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. 5 V 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 ist eine Steckklemme, die bis zu vier KNX Kabel verbinden kann. Die Busklemme sorgt dafür, dass der Teilnehmer vom Bus genommen werden kann, ohne dass die Busleitung unterbrochen wird. Dies ist ein wesentlicher Vorteil des KNX Bussystems: Die Entfernung eines Busteilnehmers führt nicht zur Unterbrechung der Kommunikation der übrigen Teilnehmer (Bild 6).

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 abzubrechen und das andere Datentelegramm läuft

ungestört weiter. Dieses Verfahren wird in der Fachsprache als CSMA/CA-Verfahren (Carrier Sense Multiple Access / 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. Bei gleicher Priorität entscheidet letztlich die Gruppenadresse den Vorrang (0 hat Vorrang vor 1).

KNX Powerline (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: 105,6 kHz für die Übertragung einer 0 und 115,2 kHz für die Übertragung einer 1. Die Mittenfrequenz dieser beiden Schwingungen beträgt

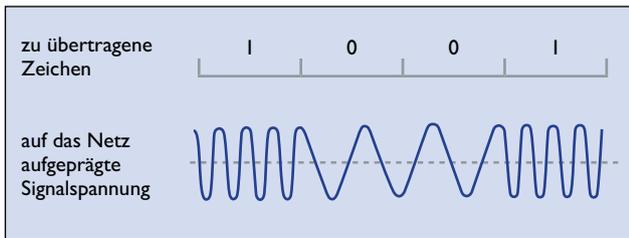


Bild 7. Signalform bei KNX PL

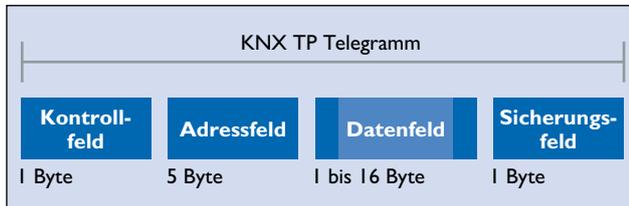


Bild 8. Telegrammaufbau bei KNX TP

110 kHz, 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 1200 Bit/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.

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 Sicherungsfeld

Bei KNX PL kommen zu dem oben beschriebenen Aufbau noch folgende Bestandteile

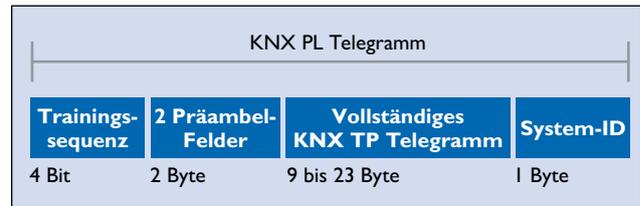


Bild 9. Telegrammaufbau bei KNX PL

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.

Buszugriffsverfahren bei KNX PL

Bei KNX PL ist dieses Verfahren aus technischen Gründen nicht möglich. Hier sollen sogenannte Zeitschlitz Kollisionen 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.

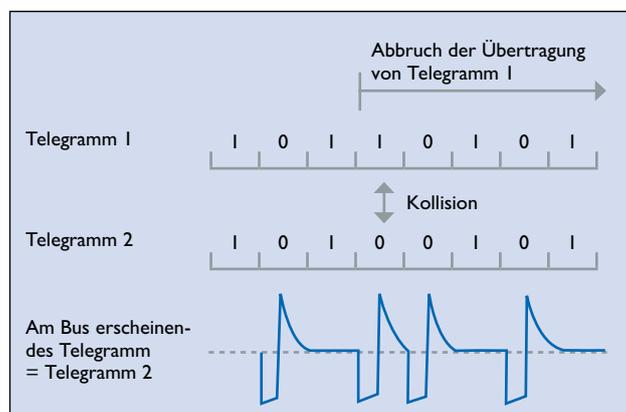


Bild 10. Kollisionsauflösung bei KNX TP

KNX Funk (RF)*Nachrüstung***KNX Funk**

Lösungen sind die geeignete Lösung, wenn KNX nachgerüstet werden soll und ein Verlegen von Leitungen nicht möglich ist. KNX RF ist aber auch für Gebäude interessant, in denen Twisted Pair installiert ist. Hier eignen sich RF-Geräte, ein bestehendes System drahtlos zu erweitern. Es ist zwar theoretisch möglich, die gesamte Gebäudetechnik drahtlos zu steuern, dies wird aber wohl die Ausnahme bleiben. Um Sensoren unabhängig vom Stromnetz platzieren zu können, werden diese meist mit Batterien versorgt, Solarzellen sind für viele Anwendungen aber auch gut geeignet. Dies ist natürlich nur möglich, wenn die Geräte nicht permanent empfangsbereit sein müssen. Dazu wurde in KNX speziell ein unidirektionales Gerätemodell definiert, die nur bei Bedarf senden und keinen Empfänger haben. Aktoren müssen hingegen stets empfangsbereit sein und stellen bidirektionale Geräte mit einem eigenen Gerätemodell dar. Aktoren werden meist aus dem Stromnetz versorgt. Empfänger ohne Sender sind in KNX nicht vorgesehen. Die besondere Leistungsfähigkeit von KNX zeigt sich im Gesamtsystem. Während Retransmitter es ermöglichen eine KNX RF Installation räumlich zu erweitern, kann mit Hilfe von Medienkopplern auch eine Verbindung mit Twisted Pair Geräten hergestellt werden

Datenübertragung

Die richtige Wahl der Funkfrequenz ist mit entscheidend für die Übertragungsqualität. Die für KNX gewählte Frequenz von 868,3 MHz vereint gute Ausbreitungseigenschaften im Gebäude mit hoher Zuverlässigkeit, da in diesem Band vom Gesetzgeber strenge Regeln gelten. Die maximale Sendeleistung von 25 mW ist ausreichend, um ein Einfamilienhaus oder eine Wohnung abzudecken. Bei größeren Installationen können Retransmitter eingesetzt werden, die die Telegramme zu entfernten Einbauorten weiterleiten. Die Datenrate ist mit 16 kBit/s etwas höher als bei Twisted Pair, dafür müssen zusätzliche funkspezifische Daten übertragen werden. Insgesamt können wie bei Twisted Pair circa 50 Telegramme pro Sekunde übertragen werden. Wie bei allen KNX Medien erfolgt auch bei Funk die Übertragung der Nutzdaten mit Gruppentelegrammen. Das heißt, ein Telegramm kann von mehreren Geräten gleichzeitig empfangen werden und zum Beispiel mehrere Leuchten gleichzeitig einschalten. Auch die Kodierung der Daten, das so genannte Interworking wurde bei Funk nicht geändert. Wer mit Twisted Pair oder mit Powerline vertraut ist, wird sich mit KNX RF schnell zurecht finden.

Konfiguration

Die derzeit am Markt verfügbaren Geräte werden im so genannten Easy-Mode konfiguriert (*Bild 1*). Das heißt, es ist kein PC oder Laptop erforderlich. Zudem benötigt man keine Produktdatenbank. Alle für die Konfiguration benötigten Informationen sind bereits in den Geräten gespeichert. Eine Konfiguration mit Hilfe der ETS (Engineering Tool Software) ist aber in den Geräten bereits vorgesehen.

KNX IP

KNX IP ist die Bezeichnung des vierten Übertragungsmediums für den KNX Standard. KNX IP Geräte kommunizieren ausschließlich über Ethernet/IP miteinander. Die dazugehörige Übertragungsprotokollreihe heißt KNXnet/IP. Im Gegensatz zu den früher eingeführten KNXnet/IP Routern oder KNXnet/IP Tunneling Servern verfügen KNX IP Geräte nicht über eine Twisted Pair Anbindung. Was auf den ersten Blick klingen mag wie die Ablösung aller bewährten Medien der Gebäudesystemtechnik, ist vielmehr eine leistungsfähige Erweiterung des KNX Systems. KNX IP öffnet die Türen zur Top Level Kommunikation im Gebäude (z.B. Telekommunikation, Multimedia) und ermöglicht, von außen auf die KNX Installation zuzugreifen. KNX IP stellt eines der wichtigsten Übertragungsmedien dar und wird am Ende dieser Broschüre nochmals detailliert behandelt

Der 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 die gewählte Ankopplung und die hat keinen Einfluss auf die Kommunikation der Geräte miteinander (Gruppenadressen gelten systemweit, Komponenten verschiedener Hersteller sind untereinander kompatibel etc.). Wesentlicher Unterschied der Übertragungsmedien ist ihr Datendurchsatz. KNX TP 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 also auf häufig wiederholte Telegramme (zyklische Wiederholungen) verzichten werden bzw. die Wiederholzeit sehr hoch angesetzt werden.

KNX Topologie

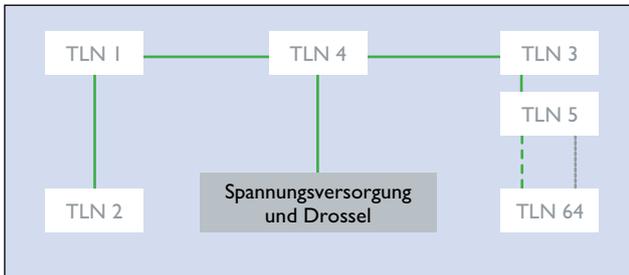


Bild 11. KNX Linie

Dieser Artikel 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.

Der Begriff Topologie beinhaltet folgende Aspekte:

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

Topologie bei KNX TP

Bei KNX TP übernimmt die verdrehte Zweidrahtleitung

zwei Aufgaben: Sie versorgt die Teilnehmer mit der Versorgungsspannung 24 V DC und ermöglicht den Informationsaustausch zwischen den Teilnehmern. Die kleinste Installationseinheit bildet dabei die sogenannte *Linie* (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 kann an jeder Stelle verzweigt werden. Als Busstruktur ergibt sich damit eine freie Baumstruktur. Das erlaubt einen sehr flexiblen Aufbau.

Bei mehr als 64 Teilnehmern können über so genannte *Linienverstärker* bis zu vier Liniensegmente zu einer Linie mit maximal 255 Teilnehmern zusammen geschaltet werden, wobei die Linienver-

stärker als Teilnehmer mitgerechnet werden müssen (Bild 12). In der Praxis wird dieser maximale Linienausbau i.d.R. nicht ausgenutzt, sondern beim Überschreiten von 64 Teilnehmern wird eine neue Linie angelegt. 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. Der *Linienkoppler* zum Verbinden der beiden Linien, kann auch als *Linienverstärker* parametrierbar werden. Die Gesamtstruktur eines solchen Bereiches sieht dann folgendermaßen aus (Bild 13): Über eine 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 die eingesetzten *Linienkoppler* mitzuzählen sind. Auf diese Weise können schon ohne *Linienverstärker* (d.h. bei maximal 64 Teilnehmern pro Linie) bis zu ca. 1.000 Teilnehmer zusammengeschaltet werden. Als *Maximalausbau* (Bild 14) lassen sich – wie bei Zusammen-

einem Bereich – bis zu 15 Bereiche über *Bereichskoppler* zu einem Gesamtsystem mit bis zu mehreren 10000 Teilnehmern zusammenschalten (theoretisch bis zu 58.384 Teilnehmer). Die Kopplung erfolgt mit einem *Linienkoppler*, der als *Bereichskoppler* parametrierbar wird. Die Linie, die die Bereiche verbindet, wird *Backbone* (Rückgrat) genannt. 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 die Nummer der Linie an,
- die dritte Zahl stellt eine laufende Nummer innerhalb der Linie dar.

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.

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

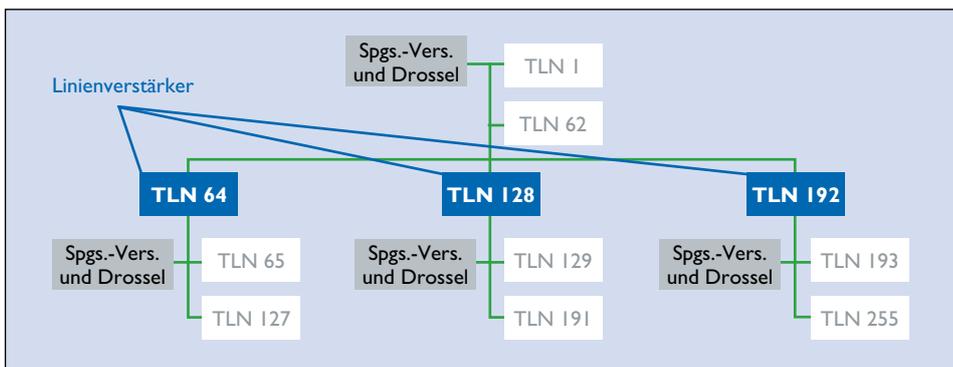


Bild 12. Maximaler Linienausbau

Leitungslängen bei KNX TP

Aus Gründen der Signalbildung und der maximal zulässigen Laufzeitverzögerungen sind in einem Liniensegment die Leitungslängen folgendermaßen beschränkt:

- Spannungsvorsorgung – Teilnehmer: 350m
- Teilnehmer – Teilnehmer: 700m
- Gesamte Länge einer 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 technisch bedingt ab.

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 getrenntes Segment gibt. Trotzdem erhalten aus Kompatibilitätsgründen die Geräte eine Adresse mit Bereichs-, Linien- und Teilnehmernummer.

Nur bei den Bereichsliniennummern 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

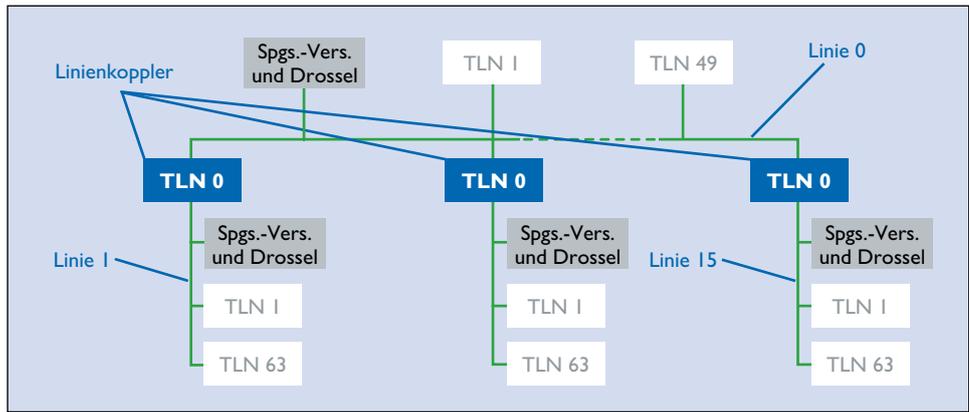


Bild 13. So genannter Bereich: Über eine Hauptlinie (Linie 0) lassen sich bis zu 15 Linien miteinander verbinden

Koppler bei KNX TP 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.

Topologie bei KNX IP

KNX IP kann nur als Haupt- oder Bereichslinie ausgeführt werden, nicht als Subnetzwerk zu KNX TPI oder KNX PL. Auf diesen Medien können jedoch Linien- und Bereichskoppler zur Filterung und Trennung von Subnetzwerken eingesetzt werden. Auf IP kann die Topologie entweder flach sein (d. h. KNX IP Geräte verwenden alle die gleiche IP Multicast Adresse bzw. jedes runtime Telegramm eines KNX IP Gerätes wird von allen anderen KNX IP Geräten direkt empfangen) oder die Topologie wird ebenfalls in „Linien“ logisch

aufgeteilt. Für die letztere Topologie Lösung existieren z. Z. jedoch noch keine Geräte, die die Übersetzung von linienspezifischen Multicastadressen und somit eine Filterung von Telegrammen sicherstellen könnten.

Zusammenschalten von KNX TP, KNX PL, KNX IP und KNX RF

KNX TP und KNX PL benutzen dieselben Datenformate, Gruppenadressen und physikalische Adressen. Zum Zusammenschalten beider Teilsysteme benötigt man einen Medienkoppler. Hiermit kann man mehrere KNX PL-Teilsysteme zusammenschalten oder eine gemischte Anlage aufbauen.

Ein Medienkoppler wird auch für die Ankopplung von KNX RF Geräten verwendet. Die TP Linien können dann über IP gekoppelt werden bzw. KNX IP Geräte hinzufügen.

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, zehner- 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,

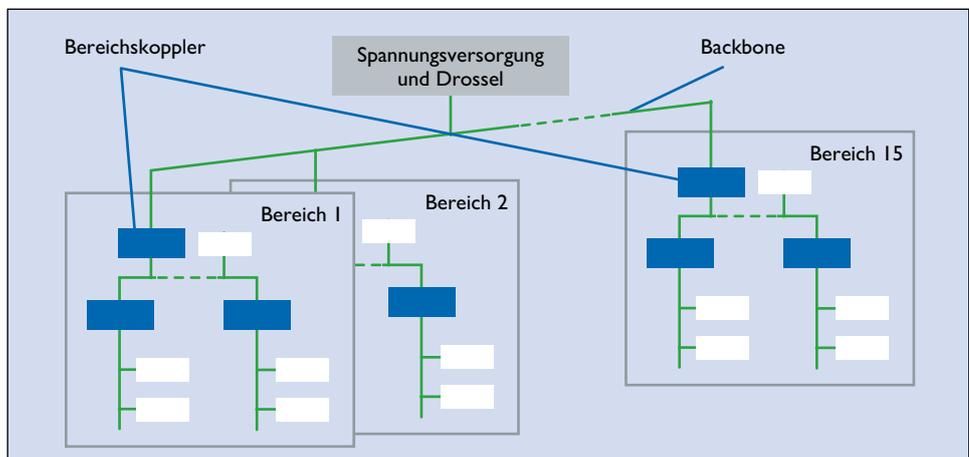


Bild 14. Als Maximalausbau lassen sich bis zu 15 Bereiche über Bereichskoppler zu einem Gesamtsystem zusammenschalten

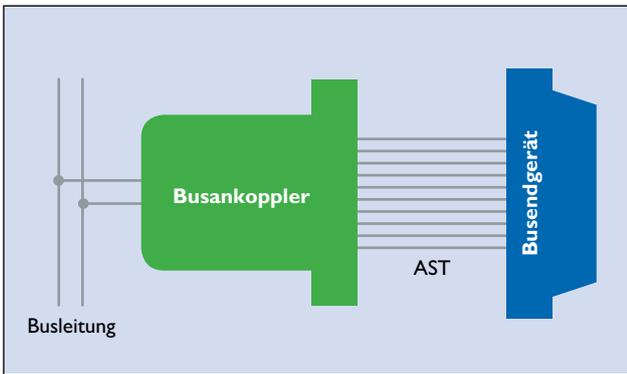


Bild 15. Aufbau eines Busteilnehmers

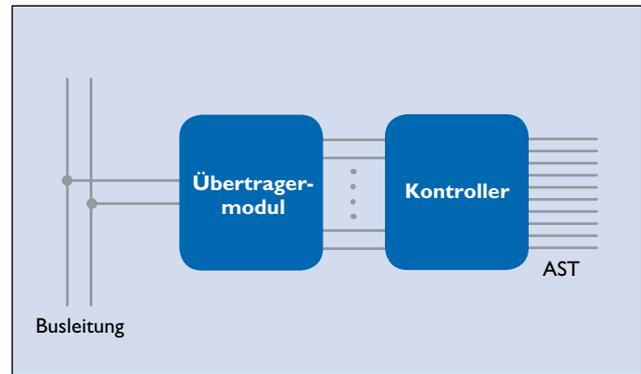


Bild 16. Aufbau eines Busankopplers

wenn die Geräte im Werk zusammengebaut wurden. Dies ist bei Geräteeinbau-Ausführung und bei den meisten Geräten für die Hut-schienenmontage der Fall.

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

Aufbau von Busankopplern

Für in Geräten festverbaute Busankoppler können Hersteller 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 Überträgermodul (Bild 16).

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

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

Weiterhin beinhalten beide Überträgermodule eine Spannungsversorgung für den Busankoppler-Controller und erzeugen Reset- und Save-Impulse für den Mikrocontroller.

Der Busankoppler-Controller beinhaltet im Wesentlichen den Mikrocontroller. Ein Mikrocontroller integriert auf einem Chip einen Mikroprozessor sowie verschiedene Speicher und Ein-/Ausgabe-Peripherie. Als Mikrocontroller 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 ist die Systemsoftware des Busankopplers abgelegt. 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 (BIM112, System 7)
- Maske 10.x (PL BCU)
- Maske 9.1x (Linien-/Bereichskoppler, 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 bietet 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 BIM112 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 Mikrocontroller 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 Überträgermodule verfügt. Das Überträgermodul der übergeordneten Linie stellt hierbei die Versorgungsspannung und den Reset-Impuls zur Verfügung. Weiterhin verfügt sein Controller über 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 640 mA bei einer Spannung von 28 V bis 29 V.

Die Nennspannung des KNX Systems beträgt 24 V, wobei die einzelnen Busteilnehmer bis zu einer Spannung von 21 V fehlerfrei arbeiten. Es ergibt sich also von den von der Spannungsversorgung bereitgestellten 29 V bis zu den am Teilnehmer benötigten 8 V eine Reserve von 7 V für eventuelle Spannungsabfälle auf der Leitung oder an Kontaktwiderständen.

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

Meistens wird dies nicht von allen Geräten ausgenutzt.

Bandsperrre, Phasenkoppler und Repeater bei KNX PL

Drei weitere Geräte sind zum Aufbau eines Powerline Systems notwendig:

- **Bandsperrre:** Bandsperrren verhindern, dass Powerline-Telegramme den beabsichtigten Ausbreitungsbe- reich verlassen. Es handelt sich dabei um einphasige Geräte, die pro benutzter Phase vorgesehen werden sollten. Zu beachten ist hierbei die maximale Stromtragfähigkeit von 63 A pro Gerät.
- **Phasenkoppler:** Bei einem dreiphasigen Netz sollte darauf geachtet werden, dass die Signale alle drei Phasen erreichen. Wenn die drei Phasen in einigen 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 integriert, so dass diese nicht extra eingebaut werden müssen, falls ein Medienkoppler im System vorhanden ist.

KNX Installationsvorschriften

Eine KNX Installation besteht aus einer normale Elektroinstallation im 230 V-Bereich.

Alle dort geltenden Vorschriften (VDE 0100 usw.) gelten auch für KNX. In diesem Teil des Beitrags werden die KNX spezifischen Aspekte der Installation dargestellt.

KNX Twisted-Pair

Bei der Installation der Busleitung muss bezüglich der Berührungssicherheit nichts beachtet zu werden, da die Busspannung in den Bereich der Schutzkleinspannung (SELV) fällt.

Da die störungsfreie Datenübertragung zwischen den einzelnen Busteilnehmern 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).

Es 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. Stromleitungen dürfen bei KNX TP

wegen der Verwechslungsgefahr und der Nichterfüllung der geforderten nachrichtentechnischen Anforderungen nicht als Busleitung verwendet werden.

Das zweite Adernpaar

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

- Nur Kleinspannungen sind zulässig (SELV/PELV).
- Max. 2,5 A Dauerstrom, ein Überstromschutz muss vorhanden sein.
- Die Benutzung als Fernmeldeleitung des öffentlichen Fernmeldenetzes ist nicht erlaubt.
- Das zweite Adernpaar wird für eine separate Spannungsversorgung für leistungsintensivere KNX Geräte verwendet.

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

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

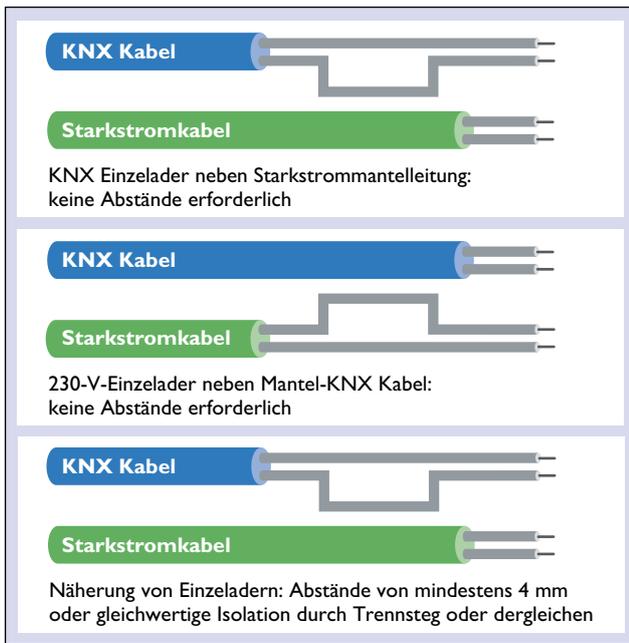


Bild 17. Näherung zwischen Leitungen und Einzeladern

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 4 kV bestehen muss. *Bild 17* zeigt das Ergebnis beim Absetzen der einzelnen Kabel.
- **Vorschriften im Verteilerschrank:** Zum Einsatz kommen Standard-Verteilerschränke. Ist der Stromteil völlig vom Installationsbussteil 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 Strom- und Busleitungsadern sind entsprechend *Bild 17* z.B. durch entsprechende Leitungsführung bzw. Befestigung zu vermeiden.
- **Vorschriften in Installationsdosen:** Besondere Bestimmungen für Verteilerdosen gelten nur, falls sowohl die Busleitung wie 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 Stromkomponente 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 Stromseite abgedeckt bleiben. Dies ist z.B. bei gegen direktes Berühren geschützten Steckdosen gegeben.

Leitungsführung

Die Busleitung sollte nach Möglichkeit zusammen mit den Stromleitungen 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. Diese kann sternförmig zu einem zentralen Verteiler führen, ebenso gut lässt sich diese aber auch ringförmig durch alle Räume führen. Beliebige Kombinationen dieser beiden Verlegungsarten sind möglich.

Eine wichtige Überlegung im Vorfeld einer KNX Installation ist, inwieweit eine konventionelle Installation und eine KNX Installation kombiniert werden sollen oder können, z.B. .

- Binäreingänge in Verbindung mit konventionellen Tastern anstelle von KNX UP-Tastsensoren
- Einsatz von Mehrfach-Binärausgängen in Reiheneinbauform anstelle von Schaltaktoren in Geräteeinbauausführung.

Besonders muss darüber nachgedacht werden, falls sich ein Kunde noch nicht endgültig für eine KNX Anlage entschieden hat, sich aber die Möglichkeit eines späteren Einbaus offen halten möchte. Es gibt prinzipiell zwei Vorgehensweisen:

- Es wird nur eine Busleitung gelegt. Eine Nachrüstung erfolgt später.
- Die konventionelle Installation wird bereits sternförmig zentral vom Verteilerschrank ausgeführt (d.h. jeder Taster wird z.B. einzeln vom Verteilerschrank aus verdrahtet, so dass später ein Nachrüsten von KNX an zentraler Stelle im Verteilerschrank möglich ist.

Es sollte eine genügend große Platzreserve im Verteilerschrank berücksichtigt werden.

KNX PL und IP

Da bei KNX Powerline das vorhandene Stromnetz zur Datenübertragung dient, gibt es 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) wurde bereits eingegangen.

Für die Verlegung der Netzwerkkabel für KNX IP gelten die üblichen Vorschriften wie für IT Netze.

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 Störbelastung ggf. sinnvoll ist, den Last- und den Signalkreis getrennt auszuführen.

Installationsmaterial

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

Die ETS Software

In den bisherigen Ausführungen ging es um die Technik des KNX Systems. Es wurde bereits erwähnt, 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 Artikel 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 anhand eines Handgerätes, über Taster oder auf andere Art und Weise. Diese Konfigurationsart eignet sich für Elektroinstallateure, die zwar über das Basiswissen der Bustechnologie verfügen, aber keine Softwarekenntnisse besitzen. Die für mittelgroße Anlagen bestimmten Easy-kompatiblen Geräte bieten normalerweise nur eine beschränkte Funktionalität. Wird die Anlage später erweitert, 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.

Aufgaben der ETS

Üblicherweise wird eine KNX Anlage im S-Mode konfiguriert, d.h. mit Hilfe eines Computers und der darauf

installierten ETS. Die ETS dient hierbei zum Bearbeiten der von den Herstellern für ihre Produkte zur Verfügung gestellten Applikationsprogrammen. Die Einstellungen können wie folgt vorgenommen werden.

- Die entsprechenden Applikationsprogramme der Hersteller werden durch den Onlinekatalog oder aus einer Datenbank, die der Hersteller zur Verfügung stellt, herunter geladen.
- Die in den Applikationsprogrammen vorkommenden Parameter werden in der ETS dem jeweiligen Fall entsprechend eingestellt.
- Die in der ETS durchgeführten Einstellungen werden auf die Geräte programmiert.

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 können mit der ETS kommentiert werden.

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 erlernen können, da viele Funktionen, Symbole und Vorgehensweisen schon bekannt sind. Die Bildschirmfenster der ETS sind stark an die Darstellung der Dateistruktur eines Ordners angelehnt. Es gibt verschiedene Arbeitsfenster in der ETS, die die vorliegende Anlage unter verschiedenen Aspekten darstellen (Bild 18):

- Das **Hauptarbeitsfenster** zeigt die Anlage aus der Sicht des Gebäudes, indem das Gebäude mit den zugehörigen Räumen und Verteilern dargestellt wird. Den Räumen und Verteilern lassen sich die in ihnen enthaltenen Geräte zuordnen, so dass die Geräte in der ETS durch ihren Einbauort im Gebäude leicht auffindig gemacht werden können.
 - Im **Gruppenadressenfenster**, wird die gesamte Anlage aus Sicht der in ihr vorhandenen Funktionen gezeigt. Hier lässt sich gut erkennen, welche Geräte im Gebäude auf welche Weise interagieren.
 - 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 an, 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 Symboleisten, die

ein besonders schnelles und leichtes Arbeiten ermöglichen. Das genaue Aussehen der Listen in der rechten Fensterhälfte und der in den Symboleisten vorkommenden Symbole lässt sich, wie in anderen Microsoftprogrammen auch, durch den Benutzer editieren und dem persönlichen Arbeitsstil anpassen.

Projektierung mit der ETS

Nach der Installation der ETS auf dem Computer kann eine Anlage noch nicht projektiert werden. 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 diese entweder direkt beim Hersteller auf einer CD oder im Internet. Alternativ kann der Onlinekatalog der ETS hierfür verwendet werden.

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

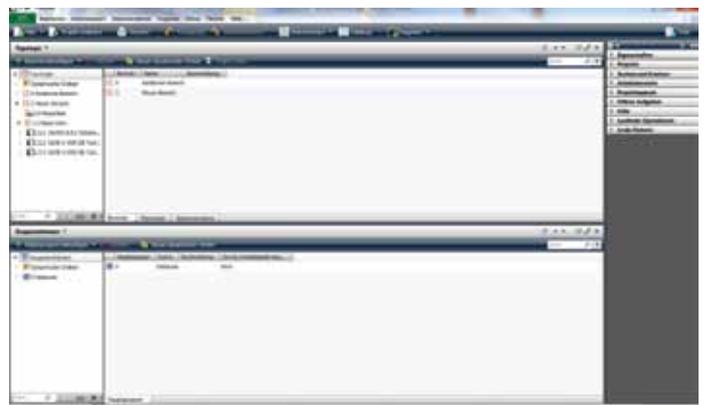


Bild 18. Verschiedene Arbeitsfenster in der ETS

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 gefiltert und die physikalischen Adressen der Geräte vergeben.
- Einstellen der Parameter der KNX Produkte entsprechend den Erfordernissen; bei Tastern muss z.B. 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 dessen 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

Beispiel: In einem Büroraum gibt es zwei Leuchtbänder, die sich getrennt schalten lassen. Soll jedes Leuchtbänder einzeln, aber auch beide zusammen geschaltet werden können, benötigt dieser Raum drei Funktionen und damit drei Gruppenadressen:

- Leuchtbänder 1 schalten,
- Leuchtbänder 2 schalten und
- Leuchtbänder gemeinsam schalten.

- Verbinden der Kommunikationsobjekte der KNX Produkte durch Gruppenadressen; es werden „sozusagen“ virtuelle Kabel zwischen den virtuellen Ein- und Ausgängen der Geräten gezogen. Durch das Verbinden mit den Gruppenadressen wird festgelegt, 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 zu programmieren.

Zunächst muss jedem Gerät einzeln seine physikalische Adresse zugewiesen werden. Dies geschieht, indem die ETS einzeln die Geräteadressen in das System lädt und der Inbetriebnehmende durch Drücken der Programmiertaste am Gerät festlegt, welches Gerät die gerade zur Vergabe anstehende Adresse zugeteilt bekommen soll (Bild 22). Bei diesem Teil der Inbetriebnahme muss sorgfältig vorgegangen werden, 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.

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 abgearbeitet wird. Weiterhin lässt sich 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 Bustele-

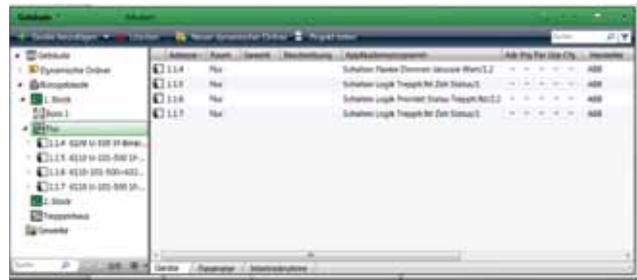


Bild 19. Gebäudestruktur mit Geräten

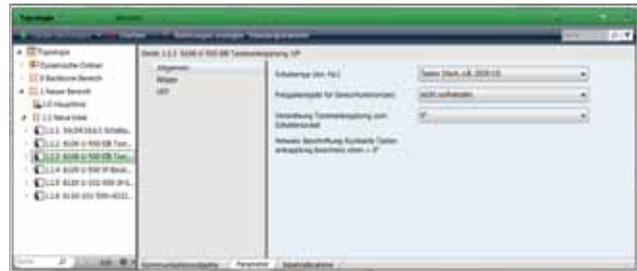


Bild 20. Parameterfenster

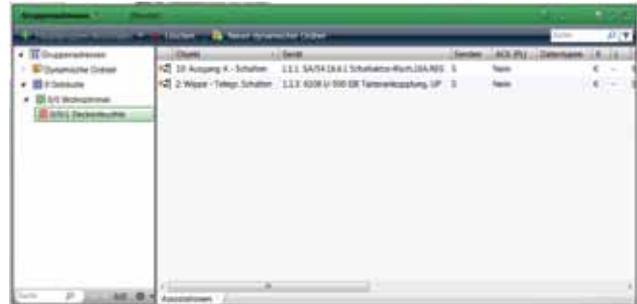


Bild 21. Fenster mit Gruppenadressen



Bild 22. Geräte mit Programmier Tasten (UP und Reiheneinbau)

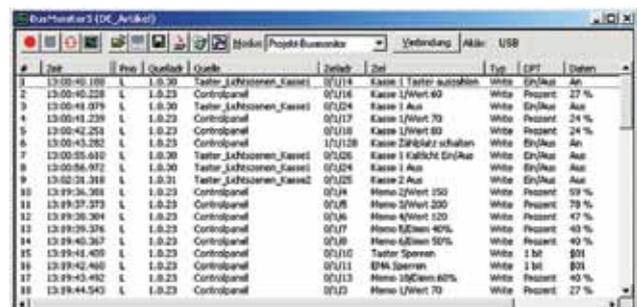


Bild 23. Busmonitor, ein Programm zum Mithören von Programmen

gramme mitlesen. Hierdurch kann das Geschehen am Bus verfolgt und beobachtet werden, um Fehler einfach zu diagnostizieren und einkreisen zu können.

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 ggf. die benötigten Sensoren noch nicht eingebaut sind. Dies kommt z.B. beim Testen einer Einzelraumregelung zum Tragen, wenn geprüft werden soll, ob die Heizung bei geöffneten Fenstern abschaltet, obwohl z.B. die hierzu nötigen Fensterkontakte noch nicht montiert sind.

Installation und Lizenzierung

Die ETS wird von der KNX Association über das Internet (www.knx.org) vertrieben. Die Software kann über das Internet heruntergeladen werden. Alternativ ist es auch möglich, kostenlos eine CD mit der Software anzufordern. Die ETS lässt sich auf jedem beliebigen Computer installieren. Um mit der ETS arbeiten zu können, benötigt man zudem einen Lizenzschlüssel.

Bei den Lizenzschlüsseln gibt es mehrere Varianten:

- **Software Lizenzschlüssel ETS Professional:** Die Lizenz ist an einen Computer gebunden.
- **Dongle Lizenzschlüssel:** Hier wird zusätzlich ein Hardware-Dongle benötigt, der über einen USB-Anschluss verbunden wird. Dadurch lässt sich die ETS Computer übergreifend betreiben – allerdings immer nur zeitgleich auf einem Computer.

- Gegen einen kleinen Aufpreis lassen sich bis zu zwei weitere Lizenzen (ETS Supplementary) erwerben. Für kleinere Betriebe ist dies von Vorteil.
- Für Schüler und Studenten gibt es günstige ETS Trainee Lizenzen, allerdings mit eingeschränktem Funktionsumfang.

Schnittstellen

Für die Inbetriebnahme und die Diagnosefunktionen benötigt die ETS eine Verbindung zum KNX Bus. Hier gibt es verschiedene Möglichkeiten. Standardmäßig kann dies mit einer KNX USB-Schnittstelle oder einer IP-Schnittstelle passieren. Verfügt die Netzwerkinstallation über WiFi, so kann kabellos Zugriff von einem Laptop die Verbindung hergestellt werden.

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 Projektierenden festgelegt. Dies erfordert i.d.R. ein eigenständiges Software Plug Ins.

Die Plug Ins werden automatisch aufgerufen, sobald die Bearbeitung der Parameter des betreffenden Gerätes in der ETS gestartet wird.

Zusatzwerkzeuge

Bei den so genannten Add-Ons handelt es sich um Zusatzprogramme, die vom Ersteller der ETS angeboten werden. Ein Add-On 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-Projektdateien 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 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 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, die Darstellung ist aber verschieden. Beim Design werden die Projektelemente durch grafische Symbole, die durch weitere grafische Elemente (Grundrisspläne, Verteilerschränke) ergänzt werden, in einer realitätsnahen oder logischen Anordnung gezeigt.

ETS Apps

Apps gibt es für das Telefon, für Smartphones, Tabletcomputer und auch für die ETS. Allgemein reicht die ETS Professional zur Bearbeitung von KNX Anlagen aus. Aber wie beim Mobiltelefon wachsen auch in der KNX Anwendung Wünsche für ganz unterschiedliche Zusatzfunktionen. Damit bleibt die ETS auch offen für künftige Anwenderwünsche und technische Entwicklungen. Hersteller der Apps sind die KNX Mitglieder.

Die Kreation individueller Apps wird von der vorhandenen Programmierschnittstelle mit vielen schon vorhandenen Grundfunktionen unterstützt, so dass der Kreativität kaum Grenzen gesetzt sind. Trotzdem bleibt die durchgängige Kompatibilität des Systems gewahrt, da alle Apps von der KNX Association validiert sein müssen und nur im KNX Online Shop erhältlich sind. Besitzer einer ETS mit Zusatzwünschen müssen diese nur downloaden, installieren, lizenzieren, und schon kann das eigene Tool mehr. Mit dem Konzept der ETS Apps passt KNX die Engineering Tool Software ETS wachsenden weltweiten Anforderungen an. Die ETS kann damit – immer unter Wahrung der Kompatibilität - individuell erweitert werden. Insbesondere KNX Experten profitieren von Zusatztools für mehr Transparenz und schnelles Konfigurieren. Mehr Informationen über die Apps können auf der KNX Webseite gefunden werden.

KNX over Ethernet (KNX IP)

In den vorangegangenen Teilen des Beitrags wurden als Übertragungsmedien hauptsächlich Twisted-Pair und Powerline sowie KNX RF behandelt. Ethernet und Internet stellen einen wichtigen Bereich in unserem Leben dar. Dies gilt auch für unsere Gebäude und KNX. In diesem Teil des Beitrags geht es also um KNX und die TCP/IP-Welt.

Eine Anbindung von KNX an Ethernet bietet folgende Vorteile:

- 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 Projektieren 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-Bereichslinien 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 weitere umfangreiche 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 Netz-anwendungen 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 Vor-

teil, 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.

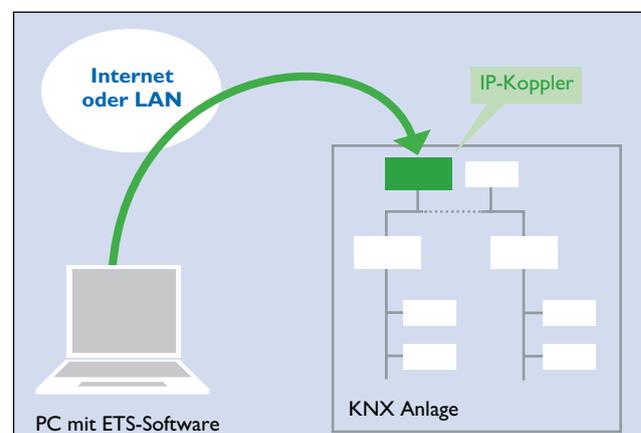


Bild 24. Tunneling

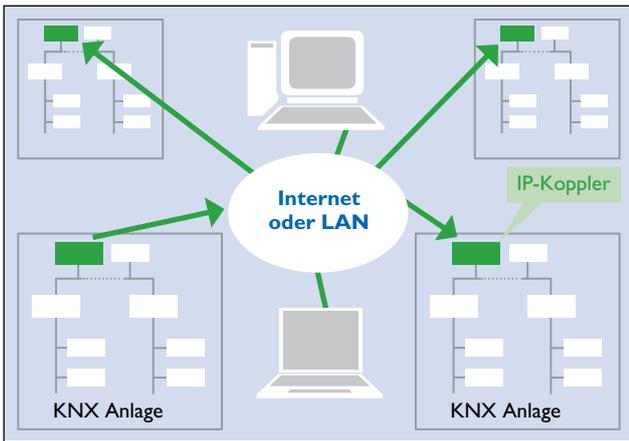


Bild 25. Routing

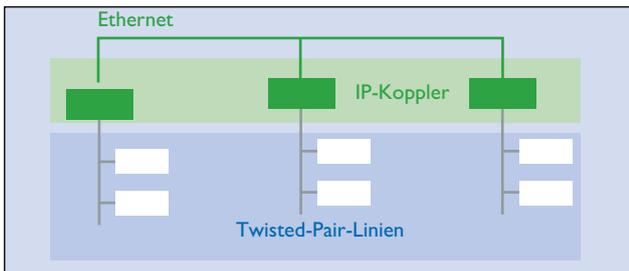


Bild 26. IP-Koppler als Linienkoppler

• **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. 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 Inbetriebnahmesoftware 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 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 hergestellt werden. Es gibt einige Geräte, die

nur über eine KNX Ethernet Schnittstelle verfügen. 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

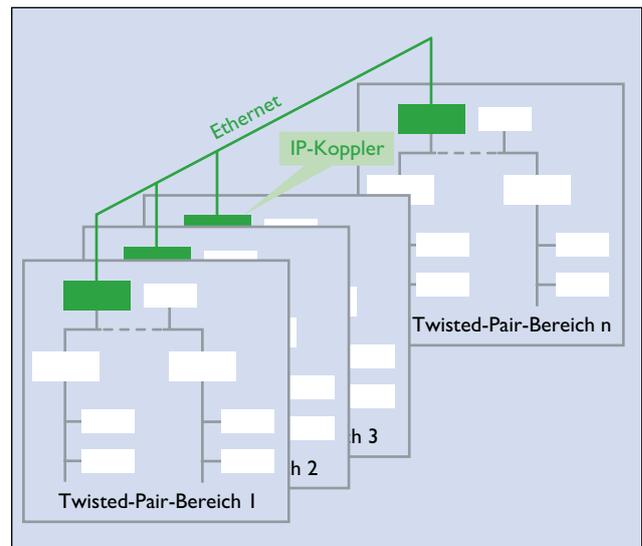


Bild 27. IP-Koppler als Bereichskoppler

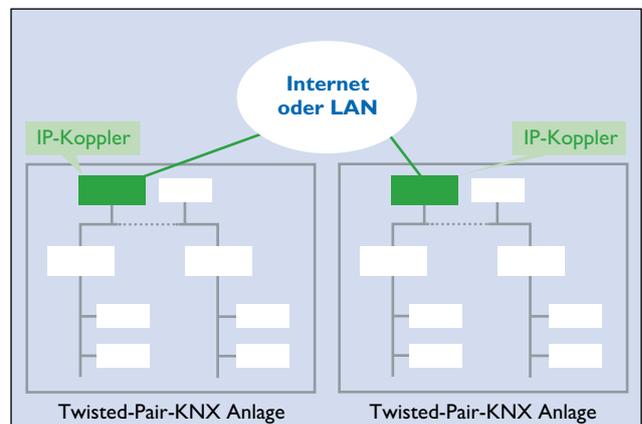


Bild 28. IP-Koppler zur Verbindung von zwei getrennten Anlagen

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 KNX TP-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.

Kommunikation über KNXnet/IP

Die Übertragung von KNX Telegrammen über das Ethernet ist als KNXnet/IP definiert. Die erste Anwendung des KNXnet/IP Protokoll war die Nutzung von Ethernet für PC-Schnittstellen und Router. IP Router sind vergleichbar mit Linienkopplern, nutzen aber für die Hauptlinie das Ethernet. Dies ist insbesondere bei der Vernetzung von KNX Bereichen oder Linien in großen Gebäudekomplexen von Vorteil, da nicht mehr TP dafür benutzt werden muss. Inzwischen ist IP als eigenständiges Medium in KNX integriert und bietet die Möglichkeit, Leistungsmerkmale von KNX wie die Konfigurationsmodi und das Interworking, auf IP zu übertragen.

Konfiguration

Die bewährten Konfigurationsmodi der bestehenden KNX Medien stehen auch für KNX IP Geräte zur Verfügung. Da KNX IP Geräte in der Regel aber eine hohe Komplexität erwarten lassen, werden viele dieser Geräte auf die Konfiguration im System Mode mit der ETS beschränkt bleiben. Der bekannte KNX Kommunikationsstack wird auf dem UDP/IP Stack implementiert. Der KNX Stack entspricht dann einem bekannten Modell (z.B. BCU 2, BIM M1 I2) oder einem der neuen Modelle wie System B oder System 300). Diese Gerätemodelle wurden so erweitert, dass sie eine Konfiguration über IP Unicast-Kommunikation zulassen. Auf diese Weise wird die Buslast infolge von ETS Konfigurationstelegrammen von runtime KNXnet/IP Routingtelegrammen getrennt. Die ETS und das zu konfigurierende Gerät kommunizieren direkt und stören die anderen KNX IP Geräte nicht. KNX IP Geräte werden in der ETS ab Version F unterstützt. Die Geräte können mit der ETS geplant und in Betrieb genommen werden. Durch die Zahl „5“ in der Maskenversion unterscheiden sich KNX IP Geräte von Geräten anderer Medien. Interworking
Das Interworking auf KNX IP ist unverändert zu den anderen KNX Medien. Damit können KNX IP Geräte die bewährte Leistungsfähigkeit

der KNX Architektur inklusive Gruppenadressierung uneingeschränkt nutzen. Der KNX Stack läuft oberhalb des IP-Protokolls, wie im unteren Bild gezeigt. KNX IP Geräte verwenden die gleiche IP-Multicast-Adresse und Telegrammformat wie von KNXnet/IP Routing bekannt. So sind KNX IP Geräte in der Lage, von KNXnet/IP Routern versandte Telegramme zu verstehen und auf dieser Weise mit KNX TP, PL oder sogar KNX RF Geräten zu kommunizieren. Interworking mit diesen Geräten ist also sichergestellt. Buslast
Die typische IP Datenrate beträgt 10M Bit/s oder 100 MBit/s und unterscheidet sich dadurch wesentlich von der TPI Datenrate von 9,6 kbit/s. Das Medium wird auch mit anderen Anwendungen in der LAN Umgebung geteilt. Die KNX IP Medium Definition wurde deshalb um KNX spezifische Protokolle und Telegramme erweitert um die Telegrammrate zu kontrollieren und möglichen Problemen vorzubeugen, sie zu melden und zu lösen. Dies fördert die bekannte KNX Kommunikationszuverlässigkeit der Anwendungen.

KNX IP im Vergleich zu KNX TP

Mit der wachsenden Bedeutung der Kommunikation über IP und Ethernet stellt sich für viele Beobachter die Frage, ob das Ethernet die bewährten KNX Medien Twisted Pair und Powerline

gänzlich ablösen wird. Diese Frage ist klar mit „NEIN“ zu beantworten. Der wesentliche Grund hierfür liegt einerseits in den hohen Kosten für die Verkabelung, da zu jedem Endgerät eine eigene Netzwerkleitung erforderlich ist. Andererseits wäre es auch nicht sinnvoll KNX Hutschienenmodule in einem Schaltschrank über Ethernet zu verbinden, da eine beachtliche Menge an Netzwerk-Switches notwendig wäre, welche nicht zwangsläufig energieeffizient sind. IP ist jedoch kein Nachteil, wenn ein Gerät aufgrund seiner Anwendung ohnehin über einen Netzwerkanschluss verfügt (z.B. ein KNX Display). Das heißt, durch die Integration einer Systemsoftware für KNX kann jedes Gerät mit Netzwerkanschluss ohne zusätzliche Hardwarekosten zum KNX Gerät werden. Die Zukunft gehört damit eindeutig den hierarchischen Topologien: Ethernet wird sich weiter etablieren als leistungsfähiger Backbone und als Anschluss für komplexe (KNX IP) Geräte. Twisted Pair, Powerline und Funk behaupten ihre Bedeutung bei der Anbindung verteilter Sensoren und Aktoren. Kein Bussystem bietet eine solche Vielzahl an Möglichkeiten bezüglich Verwendung unterschiedlicher Medien und Konfigurationsarten. Alles ist konfigurierbar und dokumentierbar mittels eines einheitlichen herstellerunabhängigen Werkzeuges: die ETS.

Der weltweite STANDARD für Haus- und

KNX Mitglieder



Gebäudesystemtechnik



300 Hersteller aus 34 Ländern



