

Bussysteme in der Gebäudeautomation

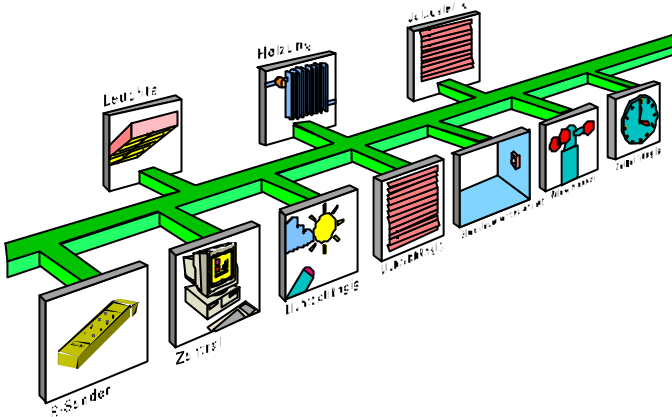
von Georg N. Strauss, IKA-Reutte; 09/2004

Zusammenfassung:

In der technischen Gebäudeautomation kommen neben den zwei großen Systemen EIB und LON eine Vielzahl von kleineren Systemen, mit teilweise eingeschränktem Funktionsumfang bzw. auf bestimmte Anwendungen und Funktionen optimierte Systeme zur Anwendung. In der vorliegenden Übersicht werden die grundlegenden technischen Voraussetzungen für eine moderne Gebäudeautomation, sowie einzelne Systeme wie LCN, Nikobus, Luxmate und DALI in ihrem technischen Aufbau und ihrer Funktion besprochen und die Unterschiede zu den Systemen EIB und LON aufgezeigt.

1. Grundlagen der Gebäudesystemtechnik:

Im Vordergrund einer modernen und zukunftsweisenden Gebäudeinstallation steht die ganzheitliche, wirtschaftliche Umsetzung der Kunden-, Gebäude- und Markterfordernisse. Diese Anforderungen resultieren aus den Anwendungsfeldern im Bereich der Sicherheit, der Wirtschaftlichkeit, des Komforts und der Flexibilität in der Nutzung und der Nutzungsänderung. Die Anpassung der Gebäudetechnik an diese Anforderungen lässt sich mit der herkömmlichen Installationstechnik entweder nur sehr kostenintensiv oder überhaupt nicht realisieren. Die Ursache liegt hierfür meist in den Insellösungen für die verschiedenen Anwendungen und Gewerke, die eine wirtschaftliche Gesamtlösung sowohl bei Planung und Installation, als auch beim späteren Betrieb, sowie bei notwendigen Erweiterungen oder Ergänzungen entgegenstehen. Die Gewerkeintegration ist somit eine zwingende Notwendigkeit um den steigenden Kostendruck, sowie die gestiegenen Anforderungen an die technische Infrastruktur von Gebäuden umsetzen zu können [1].



Die Gebäudesystemtechnik, in Form eines vernetzten und Gewerke übergreifenden Bussystems, bietet hierzu die optimale Lösung. Die technische Basis stellt hierfür die hochintegrierte Elektronik und Mikroprozessortechnik dar, mit der es möglich wird, intelligente Knoten (Sensoren und Aktoren) gebäudeweit und Gewerke übergreifend miteinander zu vernetzen. Dabei werden zum Daten- und Informationsaustausch meist digitale Übertragungs- und

Kommunikationsverfahren eingesetzt, wie sie auch in anderen Bereichen der Nachrichten- und Netzwerktechnik vorkommen.

Da ein Gebäude ein verteiltes System darstellt, indem die Sensoren und Aktoren über weite Wege miteinander kommunizieren müssen, macht es Sinn, ein dezentrales Kommunikationssystem einzusetzen. Um wichtige Funktionen zentral steuern, beeinflussen und überwachen zu können sind bei einem umfassenden Gebäudemanagement möglichst alle Gewerke und Gebäudesysteme miteinander zu verbinden. Über diese Verbindungen – Bussystem (BUS – binary unit system) – werden die einzelnen Knoten miteinander vernetzt und digitale Informationen verschickt und ausgetauscht. Der Datenaustausch findet nach festen Regeln statt, die in den jeweils systemspezifischen Kommunikationsprotokollen definiert sind. Die Protokolle stellen die gemeinsame Sprache zwischen Sender und Empfänger dar. Speziell für Systeme, in denen viele Teilnehmer miteinander kommunizieren bzw. Schnittstellen zu anderen Systemen vorhanden sein sollen, wurde das sogenannte OSI-Modell (Open System Interconnection), eine Architektur zur Entwicklung von Netzwerkprotokollen, eingeführt. Der internationale Standard ist dabei das OSI 7-Schichtenmodell. Netzwerkprotokolle, die das OSI Modell nutzen, sind z.B. TCP/IP, LON, EIB, BACnet.

Zwischen datenverarbeitenden Geräte ist die Kommunikation abhängig von dem zu erwartenden Datendurchsatz (Menge der Informationen, die übertragen werden muss), der Entfernung der Geräte und den Möglichkeiten im Nah- und Fernbereich (LAN – lokal area network oder WAN – wide area

network) mehrere Geräte im Netzverbund zu betreiben. Gerade bei der Verbindung von Komponenten innerhalb eines Gebäudes (lokales Netz) kommt den seriellen Datenbussen eine bevorzugte Bedeutung zu.

2. Verfahren zur Datenübertragung:

Die Datenübertragung [2] zwischen Sender und Empfänger erfordert die sichere Erkennung von Start und Ende eines Datenpakets und der jeweils übermittelten Daten. Hierzu werden sendende und empfangende Station synchronisiert. In Systemen der Gebäudeautomation kommen dabei häufig asynchrone Verfahren zur Anwendung. Die Übertragung einer Information wird dabei durch ein Start-Bit angekündigt und anschließend die Nutzinformation übermittelt. Ein oder zwei Stop-Bits beenden die Übertragung. Zur Fehlererkennung des Zeichens kann vom sendenden Teilnehmer in den Zeichenrahmen ein Paritätsbit eingefügt werden, das die Anzahl der Datenbits im Zustand ‚0‘ oder ‚1‘ auf eine gerade oder ungerade Anzahl ergänzt. Der empfangende Teilnehmer führt dieselbe Paritätskontrolle durch und vergleicht das Paritätsbit des Senders mit dem des Empfängers. Stimmen sie nicht überein, liegt ein Übertragungsfehler vor.

In der Gebäudeautomation (z.B. EIB, LON) wird häufig das sogenannte CSMA/CA Verfahren (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance) für den Buszugriff verwendet. CSMA/CA ist eine modifizierte Version des CSMA/CD-Zugriffsverfahrens (Collision Detection). Wie bei CSMA/CD hören alle teilnehmenden Stationen physikalisch den Verkehr auf dem Bus mit. Wenn eine Station übertragen will, wartet sie, bis das Medium frei ist. Danach wartet sie noch eine vorbestimmte Zeitperiode (DIFS) plus einer zufällig gewählten Zeitspanne, bevor sie ihren Frame übertragen will. Auch in dieser Zeitspanne (Wettbewerbsfenster) wird der Funkkanal weiter überwacht. Wenn keine andere Station innerhalb des Wettbewerbsfensters vor dem gewählten Zeitpunkt mit der Übertragung beginnt, sendet die Station ihren Frame. Hat aber eine andere Station innerhalb der Wartezeit mit der Übertragung begonnen, wird der Zeitzähler angehalten und nach der Übertragung der anderen Station weiter benutzt. Auf diese Weise gewinnen Stationen, die nicht übertragen durften, an Priorität und kommen mit einer erhöhten Wahrscheinlichkeit in den nächsten Wettbewerbsfenstern zum Zug. Eine Kollision kann nur entstehen, wenn zwei oder mehrere Stationen den gleichen Zeitslot auswählen. Diese Stationen müssen die Wettbewerbsprozedur erneut durchlaufen. In IEEE 802.11 ist ein CSMA/CA-Verfahren standardisiert.

Möchte ein Gerät Daten versenden, so ist u.a. folgender Ablauf möglich:

1. Zuerst wird das Medium abgehört (CS)
2. Ist das Medium für die Dauer eines IFS frei, wird gesendet (MA)
3. Ist das Medium belegt, wird auf einen freien IFS gewartet und zur Kollisionsvermeidung zusätzlich um eine zufällige Backoff-Zeit verzögert (CA)
4. Wird das Medium während der Backoff-Zeit von einer anderen Station belegt, bleibt der Backoff-Timer so lange stehen

3. EIB:

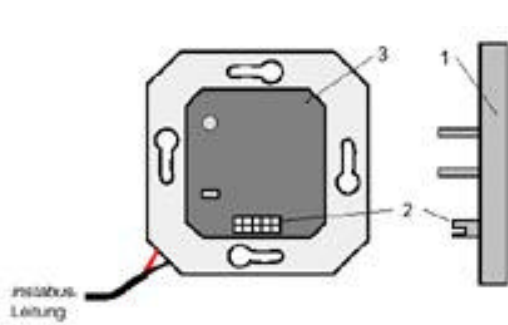
EIB [3] ist ein dezentral aufgebautes Bussystem für den Anwendungsbereich Gebäude- und Homeautomation. Jeder Teilnehmer (Sensor, Aktor) verfügt über einen eigenen Mikrocontroller mit entsprechenden Speicherbausteinen wie ROM, RAM und EEPROM. Ein zentrales Steuergerät ist nicht erforderlich, sodass es zu keinen Totalausfällen des Systems kommen kann.

Um im Netz eindeutig erkannt zu werden, benötigt jeder Teilnehmer eine eindeutige physikalische Adresse, über die er vom Entwicklungswerkzeug ETS2 (EIB Tool Software) aus programmiert wird. Dabei erhält der Teilnehmer herstellerspezifische Daten, wie Funktionsprogramm (Applikation),



Parameter und Zieladressen (Gruppenadressen) und speichert diese Informationen dauerhaft im EEPROM ab.

Die EIB Teilnehmer sind über eine gemeinsame Busleitung (Twisted Pair Leitung - verdrehte 2-Draht Leitung) miteinander verbunden, über die die Teilnehmer miteinander kommunizieren und Daten austauschen. Die Versorgungsspannung (28V DC) wird ebenfalls über die gemeinsame TwistedPair Leitung übertragen (Ankopplung über eine Drossel). Es wird insgesamt also nur ein Adernpaar für die Versorgung und den Datentransport benötigt.



Jeder Sensor sendet bei Zustandsänderung (Betätigung, Änderung einer physikalischen Größe wie Temperatur, Helligkeit, Windgeschwindigkeit, usw.) ein Telegramm mit entsprechender Nutzinformation. Alle Teilnehmer, die am Bus angeschlossen sind, hören diese Nutzinformation mit und der oder die Teilnehmer, die die gleiche Gruppenadresse (logische oder Funktionsadresse) besitzen, reagieren auf das Telegramm mit der entsprechenden Aktorfunktion (Schalten, Dimmen, Jalousien fahren, Anzeigen, usw.).

IIB Teilnehmer: 1-Busendgerät (Anwendungsmodul), 2-AST (Anwenderschnittstelle), 3-Busankoppler (Mikroprozessor)

Produktvielfalt und Zukunftssicherheit des IIB

- ?? Zig tausend Projekte wurden seit 1991 mit diesem System ausgerüstet, sowohl im Zweckbau wie auch im Wohnbau.
- ?? Erweiterung und Änderung auf Kundenwunsch durch Standardsoftware ETS jeder Zeit möglich.
- ?? Kompatible Produkte von über 100 Herstellern - durch Zertifizierung durch die EIBA
- ?? Kompatibilität aller Produkte auch in Zukunft.

Vorteile des Installationsbusses IIB für Planer und Investoren

- ?? Effektive Planungsunterstützung
- ?? Einfache und einheitliche Leitungsführung
- ?? Weniger Steuerleitungen
- ?? Kürzere Montagezeiten
- ?? Kürzere Ausbauzeiten
- ?? Hohe Flexibilität bei Änderungen, Anpassung an geänderte Raumnutzung
- ?? Einfache Erweiterung des Systems

Vorteile des Installationsbusses IIB für Anlagenbetreiber

Gerade für Betreiber und Investoren steht die Frage des Nutzens bzw. der Vorteile des Installationsbusses IIB gegenüber der herkömmlichen Gebäudeinstallation im Vordergrund. Und hier liegen weitere wesentliche Vorteile. Denn durch das permanente Ansteigen der Energie- und Betriebskosten wird die Frage nach Energieeinsparungsmöglichkeiten zunehmend wichtiger.

Der IIB hilft in einfacher Weise den Energieeinsatz zu optimieren:

- ?? Beleuchtung ist nur dort eingeschaltet, wo sie benötigt wird;
- ?? Räume werden nur beheizt, wenn sie genutzt werden;
- ?? durch gleichmäßige Netzauslastung können günstigere Tarife in Anspruch genommen werden

Anwendungsbereiche des IIB

Der IIB ist sowohl für die klassischen Aufgaben der Elektroinstallation, als auch für gewerkeübergreifende Systemaufgaben (Heizung, Lüftung, Beschattung, Anzeige, Visualisierung, Sicherheit, ...) ausgelegt und einsetzbar. Typische Anwendungsbereiche im Wohn- bzw. Zweckbau:

- ?? Beleuchtungssteuerung
- ?? Jalousiesteuerung
- ?? Heizungssteuerung
- ?? Last- und Energiemanagement
- ?? Bedienen, Beobachten und Anzeigen

3.1. Technik und Technologie

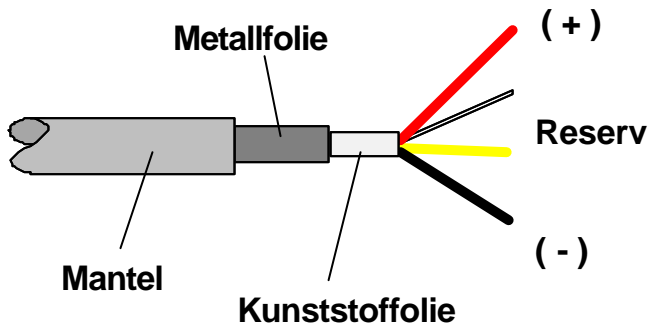
Der Installationsbus IIB ist ein dezentrales Bussystem. Er benötigt kein Zentralgerät. Jeder Teilnehmer hat seinen eigenen Mikroprozessor.

Sensoren erkennen Ereignisse im Gebäude wie Tastenbedienung, Änderung der Helligkeit, Temperatur, Feuchte, Bewegungen etc. Sie senden Telegramme an die Aktoren, die die Befehle ausführen. Sensoren und Aktoren können für komplexere Funktionen über Anwendungskontroller logisch untereinander verbunden werden.

Im kleinsten Ausbau können bereits 2 Teilnehmer mit einer Spannungsversorgung über die Busleitung zusammenarbeiten. Der Installationsbus passt sich an die Größe der Anlage und die geforderten Funktionen stufenlos an und kann auf über 10.000 Teilnehmer ausgebaut werden.

Spannungsversorgung

Jede Linie benötigt eine Spannungsversorgung für die Teilnehmer. Die Spannungsversorgung ist spannungs- und stromgeregelt und damit kurzschlussfest. Kurze Netzunterbrechungen überbrückt sie mit mindestens 100 ms Pufferzeit. Die Teilnehmer sind bis minimal 21 V betriebsbereit und entnehmen dem Bus 150 mW, bei zusätzlichem Strombedarf im Endgerät (z.B. LEDs) bis zu 200 mW. Bei entsprechend geringem Strombedarf kann eine Spannungsversorgung für zwei Linien (z.B. Linie u. Hauptlinie) eingesetzt werden. Zum Anschluss wird die ungefilterte Ausgangsspannung über eine weitere Drossel mit der zweiten Linie verbunden.



Leitungsführung

Die Busleitung soll in der Trasse der Energieleitungen verlegt werden. Sie kann geschleift und verzweigt werden. Es dürfen aber keine geschlossenen Kreise entstehen. Ein Leitungs-Abschlusswiderstand ist nicht erforderlich. Die Leitungsverbindung, -verzweigung und der Leitungsabschluss erfolgen über eine Busklemme. Die

Busklemme wird auf die Teilnehmer gesteckt. Das Abziehen der Busklemme unterbricht nicht den Leitungszug.

Leitungslängen

In jedem Liniensegment sind folgende Leitungslängen zulässig:

??	Spannungsversorgung - Teilnehmer:	350 m
??	Teilnehmer – Teilnehmer:	700 m
??	Gesamt - Leitungslänge:	1000 m
??	Mindestabstand von zwei Spannungsversorgungen auf einem Liniensegment:	200 m

Koppler

Der Koppler bildet eine galvanische Trennung zwischen zwei Linien bzw. Bereichen. Er ermöglicht die Kommunikation der einzelnen Busteilnehmer im linienübergreifenden Datenverkehr.

In der Planungsphase ist zu berücksichtigen, dass ein Linienkoppler die fünffache Leistung eines Teilnehmers aus der untergeordneten Linie aufnehmen kann. Koppler sowie Applikation können als Linien- wie auch als Bereichskoppler eingesetzt werden. Die Funktionen sind entsprechend. Linienkoppler sind durch die physikalische Adresse B/L/0, Bereichskoppler durch B/0/0 gekennzeichnet.

Koppler stellen die datentechnische Verbindung der Teilnehmer im System her. Die Systemsegmente (Linien, Bereiche) werden dabei galvanisch getrennt. Eine Adresstabelle (Filtertabelle) wird bei der Planung mit der ETS aufgestellt und dient als Grundlage des linienübergreifenden Datenverkehrs. Parameter erlauben ein anforderungsbezogenes Einstellen der Kopplerfunktionen.

Hauptlinien und Bereichslinien haben die gleichen Eigenschaften wie normale Linien. Sie benötigen damit separate Spannungsversorgungen.

Installationstechnisch sind die Koppler den Unterlinien zugeordnet. Es wird empfohlen, Koppler neben den Systemgeräten Spannungsversorgung und Drossel auf eine Hutschiene zu installieren.

Zur Inbetriebnahme eines Anlagenteiles mit Linienkoppler ist zu beachten:

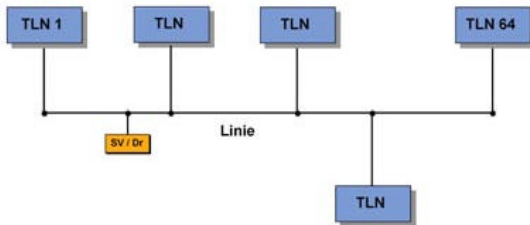
??	physikalische Adresse des Kopplers vergeben
??	Applikation Koppler laden
??	übrige Teilnehmer in Betrieb nehmen, Anlagenänderungen vornehmen
??	Filtertabelle des Kopplers bei Projektabschluss laden.

Koppler können aus jeder beliebigen Linie in Betrieb genommen werden. Als lokale physikalische Adresse der Datenschnittstelle ist der Bereich und die Linie einzustellen, in der sich die Datenschnittstelle installationstechnisch befindet.

3.2. Topologie

Liniensegment

Jeder Teilnehmer (TLN) kann mit jedem anderen Teilnehmer über Telegramme Informationen austauschen. Die kleinste Ausbaustufe wird als Linie bezeichnet. Auf einer Linie können maximal 64 Teilnehmer eingesetzt werden.



Maximal 64 Teilnehmer in einem Liniensegment

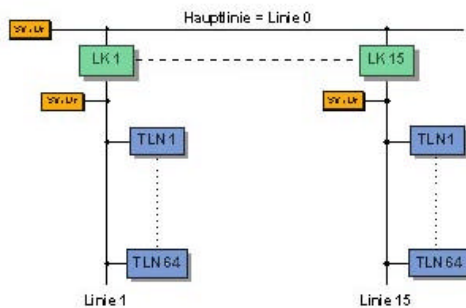
Die tatsächliche Teilnehmeranzahl ist von der gewählten Spannungsversorgung und der Leistungsaufnahme der einzelnen Teilnehmer abhängig.

Eine komplette Linie kann aus maximal 4 Liniensegmenten bestehen. Dabei wird das erste

Liniensegment durch den Einbau von sogenannten Linienverstärkern erweitert. Zu beachten ist, dass das erste Liniensegment in Reihe an einen Linienkoppler und die 3 weiteren parallel über die Linienverstärker angeschlossen werden.

Bereich

Kommen mehr als 64 Teilnehmer zum Einsatz, oder soll eine andere Gliederung gewählt werden, so können über Linienkoppler (LK) bis zu 15 Linien an einer Hauptlinie angeschlossen werden. Die untergeordneten Linien werden Sekundärlinien genannt.



Maximal 15 Linien pro Bereich

Die Verbindung mehrerer Sekundärlinien über Linienkoppler und Hauptlinie wird als Bereich bezeichnet. Ein Bereich kann in 15 Linien bis zu

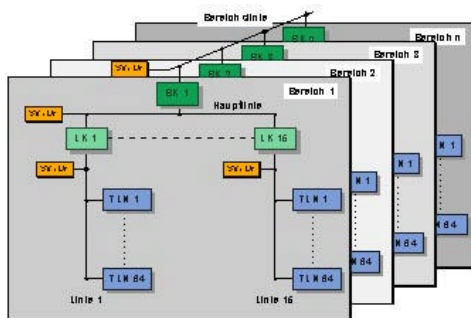
je 64 Teilnehmer aufnehmen; zusammen maximal 960 Teilnehmer.

Auch auf der Hauptlinie sind bis zu 64 Teilnehmer möglich. Die maximale Anzahl der Teilnehmer auf der Hauptlinie verringert sich um die Anzahl der eingesetzten Linienkoppler.

Für jede Linie, auch für die Hauptlinie, ist eine eigene Spannungsversorgung erforderlich.

Mehrere Bereiche

Der Installationsbus EIB kann über die Bereichslinie erweitert werden. Der Bereichskoppler (BK) bindet seinen Bereich an die Bereichslinie (Backbone). Auch auf der Bereichslinie sind Teilnehmer möglich. Die maximale Anzahl der Teilnehmer auf der Bereichslinie verringert sich um die Anzahl der eingesetzten Bereichskoppler.



?? Maximal 15 Bereiche im gesamten EIB Projekt

4. LON:

LonWorks (Local Operating Network) [4] ist ein universell einsetzbares, dezentrales Netzwerk für die Automation in Gebäuden, in der Industrie, im Verkehr, in der Telekommunikation und in vielen anderen Bereichen. Intelligente Sensoren, Aktoren und Bediengeräte können flexibel über ein oder mehrere Übertragungsmedien wie verdrehte Doppelleitung, das 230 V Stromnetz oder Funk miteinander verbunden werden und untereinander beliebig von jedem Punkt zu jedem Punkt kommunizieren. Änderungen, Erweiterungen und Wartungsarbeiten sind jederzeit und im laufenden Betrieb möglich. Mit Hilfe leistungsfähiger Tools und einer Fülle am Markt vorhandener Komponenten und Produkte lassen sich kleine und große Automatisierungsaufgaben nicht nur schneller als bisher, sondern auch besonders wirtschaftlich lösen.

Arbeitsprinzip von LON:

Die LonWorks-Technologie basiert auf folgenden grundlegenden Erkenntnissen:

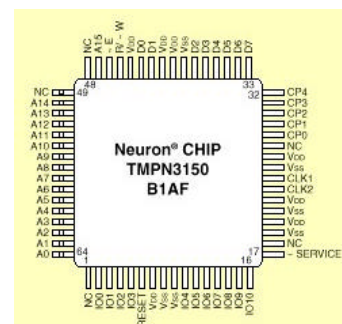
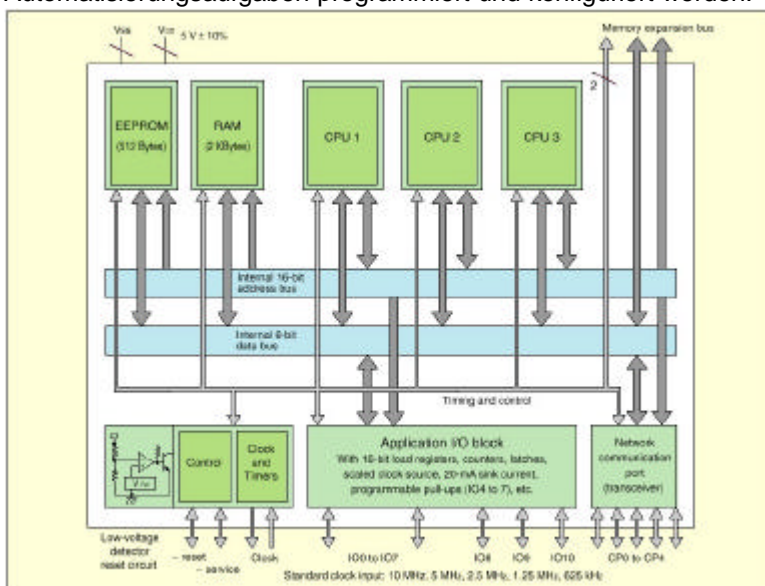
- ?? Zunehmender technologischer Fortschritt führt zu immer kleineren und gleichzeitig intelligenteren Bauteilen und Steuerungen, die nahezu an jeder Stelle eingesetzt werden können. Eine kopflastige zentrale Steuerung ist nicht mehr erforderlich.
- ?? Immer komplexer werdende Anforderungen an Steuer- und Kontrollfunktionen müssen in Teilobjekte untergliedert werden, damit Transparenz und Variationsmöglichkeiten erhalten bleiben. Verteilte Intelligenz fördert diese Untergliederung.
- ?? Zunehmender Kostendruck erfordert standardisierte und modulare Systeme, die schnell und einfach aufgebaut, erweitert oder modifiziert werden und auf vorhandene Infrastrukturen zurückgreifen können.

Dem zufolge sind LonWorks Netzwerke dadurch gekennzeichnet, dass ihre Funktionen nicht zentral gesteuert werden, sondern dass jeder dezentrale Knoten mit frei programmierbarer Intelligenz ausgestattet ist. Durch die dezentrale Steuerung bleibt das Gesamtsystem modular und flexibel. In Topologien jeglicher Art und mit unterschiedlichsten Medien werden Sensor- und Kontrolltelegramme übertragen. Deren Status- und Kommandoinformationen können Aktionen an jedem beliebigen Ort und bei jedem beliebigen Teilnehmer innerhalb des LonWorks-Netzwerkes auslösen. Im Bereich der Gebäudeautomation können so z. B. Zutrittskontrollen, Heizungs- und Lichtanlagen über LonWorks kommunizieren. Interdependenzen zwischen den einzelnen Gewerken können berücksichtigt werden.

Der Neuron Chip:

Überall dort, wo Ein- und Ausgabesignale (I/O) benötigt werden, können dezentrale und intelligente Erfassungs- und Steuergeräte platziert werden. Die Hardwarebasis für die Integration dieser Geräte in die Netzebene bildet dabei ein Mikroprozessor namens Neuron. Er wird in CMOS-Technologie von Cypress und Toshiba hergestellt und ist das Kommunikationszentrum eines jeden Netzwerk-Teilnehmers (LON-Knoten).

Auf jedem Neuron-Chip können alle notwendigen Funktionen für die anfallenden Steuerungs- und Automatisierungsaufgaben programmiert und konfiguriert werden.



Aufbau des LON Knoten (Neuron Chip)

Hierzu stehen 512 Byte EEPROM für Netzwerkparameter und Applikationsprogramme zur Verfügung. Für Variablen und

Puffer gibt es 1 bis 2 kBytes RAM sowie 10 kByte ROM für Firmware. Für größere Applikationen können Neuron-Chips mit externem Speicher eingesetzt werden.

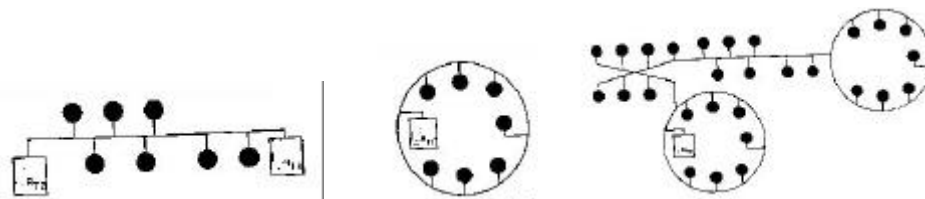
Die schon bei der Herstellung jedes Neuron-Chips festgelegte einmalige Identifikationsnummer (48 Bit) identifiziert die Teilnehmer eines LonWorks-Netzwerkes genau und macht sie unverwechselbar. Drei 8-Bit Prozessoren (CPUs) steuern die Kommunikations- und Applikationsaufgaben gemäß dem ISO/OSI-Protokoll-Standard.

Auch werden im Neuron Hilfsmittel zur Unterstützung der Installation und Wartung bereitgehalten. Neben der Selbstdokumentation von Anwendungs-Software und Konfiguration stehen Statistikzähler und Diagnosezellen zur Verfügung, deren Zustand über Netzwerkmanagement-Kommandos ausgelesen werden kann.

Systemknoten lassen sich somit für verschiedenste Anwendungen entwickeln und auch im Netz frei konfigurieren und parametrieren. Per saldo wird also die gesamte Intelligenz des LonWorks-Netztes dezentral auf vielen Neurons gespeichert und gesteuert. Man könnte auch sagen, dass der Wahlspruch für erfolgreiches internationales Management umgekehrt wurde: „Act global – think lokal“ – die einzelnen Knoten können sich selbst und einander gegenseitig steuern und verwalten. Sie benötigen lediglich Zustands- oder Änderungstelegramme ihrer „Kollegen“, um reagieren zu können. Diese erhalten sie über das LonWorks-Netz. Zentrale hierarchische Steuerungen werden dann nicht mehr benötigt.

Netzwerktopologie und Verkabelung:

Topologien von LonWorks-Netzen müssen keiner bestimmten Struktur folgen. Stern-, Ring-, Baum- oder klassische Linienstrukturen können frei gewählt werden. Aus der Praxis heraus ergeben sich somit oft freie Topologien, die sich an vorhandenen Strukturen in Gebäuden oder Anlagen orientieren. Zur Segmentierung solcher freien Topologien können hierbei, falls notwendig, Router (Wegweiser) zur Steuerung des Datenaustausches eingesetzt werden.



Verschiedene Netzwerktopologien: Bus, Ring, gemischte Struktur

Überaus flexibel zeigt sich die LonWorks-Technologie auch bei der Wahl der Netzwerkverkabelung. So stehen heute nahezu alle Übertragungswege zur Verfügung:

Verdrillte Zweidrahtleitung

- ?? Funk
- ?? Infrarot
- ?? Lichtwellenleiter
- ?? COAX-Kabel
- ?? 230 V-Stromnetz

Besondere Bedeutung für die Gebäudeautomation ist dabei dem 230 Volt Stromnetz beizumessen. Denn hier kann ohne weiteren Verkabelungsaufwand ein LonWorks-Netzwerk aufgebaut werden. Die Kommunikation erfolgt dann über die zur Verfügung stehenden CENELEC-Frequenzbänder C oder A. Zur Frequenzmodulation stehen die Transceiver PLT-22 oder PLT 30 zur Verfügung. Beim PLT-22 werden hierbei im CENELEC Band C Übertragungsgeschwindigkeiten von bis zu 4,8 kBit/s erreicht.

LonWorks-Netze:

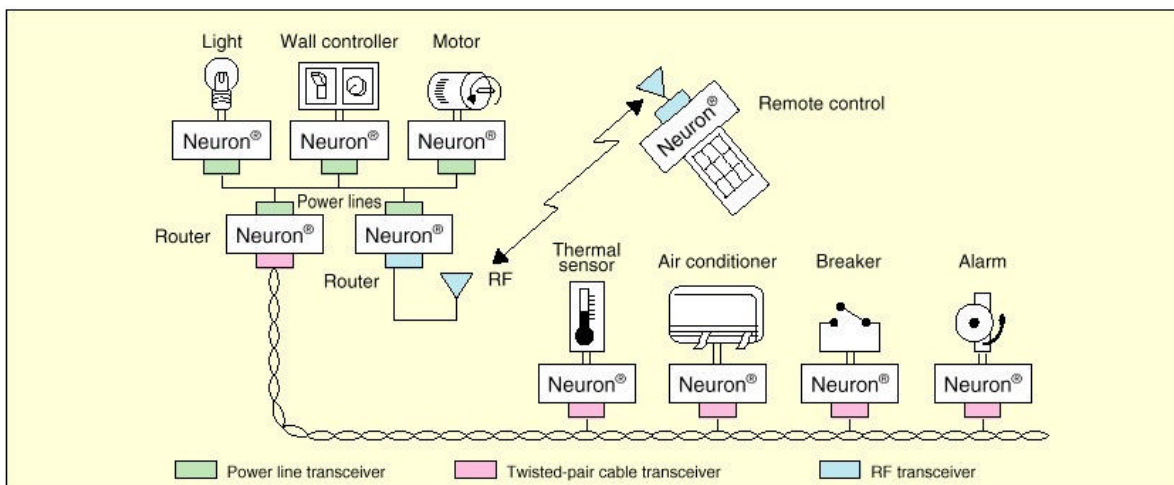
Ein LonWorks-Netz besteht aus bis zu 32.000 intelligenten Netzwerkknoten, die – unabhängig von der Vielzahl möglicher Funktionen – über LonTalk kommunizieren. LonTalk ist ein von Echelon entwickeltes Protokoll, das mit einer Übertragungsrates von bis zu 1,25 Mbit/s die Nachrichten der Sensoren und Aktoren durch das Netz navigiert. Zeitkritischen Nachrichten wird dabei Vorrang eingeräumt, eine gesicherte Übertragung wird unter anderem durch End-To-End-Kontrolle und Acknowledges (Empfangsbestätigungen) gewährleistet. Treffen diese nicht ein, wird die Nachricht so lange wiederholt, bis alle Empfänger geantwortet haben.

Neben der Bussicherheit wird bei diesem System auch auf die Erfassung der Ereignisse sowie deren Auswertung Wert gelegt. Ereignisse können z. B. mit einem Zeitstempel versehen miteinander verknüpft werden, ihrerseits wiederum Ausgänge ansteuern oder auch Ausgabertexten, wie z. B. Warninformationen, Alarm- oder Meldetexte, zugeordnet werden.

Durch diese dezentrale Intelligenz können kleine und größere LonWorks-Netze kostengünstig ohne Hostrechner bzw. SPS (für die zentrale Erfassung und Auswertung) betrieben werden. Für Steuerungs- und Überwachungsaufgaben ist ein Hostrechner nicht erforderlich. Ohne weitere Aufbereitung der LON-Bussignale können Linien von bis zu 2 km betrieben werden. Beim Einsatz von z. B. physikalischen Sternkopplern beträgt die Reichweite der einzelnen Stickleitungen maximal 1,3 km. Darüber hinaus kann die Struktur des Bus-Netzes durch Repeater, Router oder Gateways so erweitert werden, dass eine nahezu uneingeschränkte Länge erreicht werden kann. Für die Gebäudeautomation steht somit mit LonWorks ein flexibles, mit dezentraler Logik versehenes Feldbus-System zur Verfügung, das große Reichweiten mit unterschiedlichsten Medien auf hohem Sicherheitsniveau erreichen kann. Durch den modularen Aufbau ist die Inbetriebnahme sowie die Änderung und Erweiterung des Netzes jederzeit flexibel und ohne großen Aufwand möglich.

Anwendungsbereiche:

/// Agrartechnik	/// Luftfahrt/Raumfahrt
/// Automatisierungstechnik	/// Maschinenbau
/// Büromaschinen	/// Medizintechnik
/// Bürosysteme	/// Prozeß-Steuerung
/// Consumer-Elektronik	/// Rechner/Peripherie
/// Diagnose-, Test- und Inspektionssysteme	/// Restaurant-Automation
/// Energietechnik	/// Robotertechnik
/// Fabrikautomation	/// Sicherheitstechnik
/// Fahrzeugtechnik	/// Steuerungstechnik
/// Förder-/Lagertechnik	/// Telekommunikation
/// Gebäudeautomation	/// Umwelttechnik
/// Identifikationssysteme	/// Verkehrstechnik
/// Lichttechnik	



Anwendungsbeispiel für LonWorks

5. LCN:

LCN [5, 6] ist ein Installationsbussystem für Wohn und Zweckbauten. Es übernimmt die Funktionen der herkömmlichen Elektroinstallation und perfektioniert diese:

- ?? Die Gebäude werden besser und komfortabler steuerbar.
- ?? Dank eigener Intelligenz spart LCN Energie bei Licht und Heizung.
- ?? Die Gebäude lassen sich leichter überwachen über Tableaus und Visualisierung.

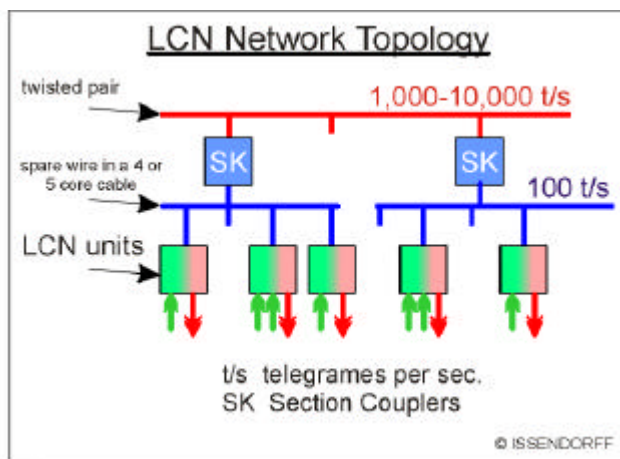
Da LCN keine Grundinstallation erfordert, ist es in einem weiten Bereich einsetzbar: vom Einfamilienhaus bis hin zu großen Gebäuden mit bis zu 30000 Modulen (über 1 Mio. Datenpunkte). Als modernes System benötigt das LCN keine Zentrale: Alle Module sind intelligent genug, den Datenverkehr untereinander selbst zu regeln. Jedes einzelne Modul kann als "Master" den Bus steuern. Der Bauherr kann ganz klein anfangen - schon zwei Module bilden ohne weitere Hilfsmittel

einen funktionierenden Bus. (Tatsächlich können Sie die Module sogar einzeln einsetzen, z.B. mit IR-Empfänger als fernbedienbaren Doppeldimmer oder als Zutrittskontrolle.)

Aufbau:

Stück für Stück kann das LCN-Bussystem bis hin zu großen Gebäudekomplexen ausgebaut werden. Die Grenze liegt bei 30.000 Modulen. Damit können 10.000 bis 60.000 Räume pro Objekt ausgestattet werden, je nach Anspruch des Bauherren.

Ein LCN-Bus ist einfach zu verdrahten. Bis zu 250 Module werden direkt miteinander verbunden, über nur drei Anschlüsse: Phase, Neutralleiter und die Datenader. Bis hin zu mittleren Objektgrößen braucht die untere Busebene nicht verlassen zu werden.



Die Datenader ist eine der zwei freien Leitungen eines 5-Adrigen NYM-Kabels. Sie kann genau wie die anderen Adern behandelt werden, Trennsteg, etc. sind nicht erforderlich. Bei großen Gebäudekomplexen können bis zu 120 dieser Segmente miteinander gekoppelt werden. Diese Segmentierung kann zum Beispiel auch genutzt werden, um in einem Mehrfamilienhaus die einzelnen Wohneinheiten gegeneinander abzugrenzen und trotzdem die Kommunikation untereinander zu ermöglichen, z.B. für die Außenlichtsteuerung, Gefahrenmeldungen, usw..

Adressierung:

Damit jedes LCN-Modul ansprechbar ist, braucht es eine Adresse, eine Zahl zwischen 5 und 254, die per Installationssoftware (LCNP) in Sekundenschnelle vergeben wird. Ein Zugang zum Modul ist dafür nicht erforderlich: Der PC wird einfach irgendwo an den Bus angeschlossen.

Wenn mehrere Netzsegmente über den Segmentbus gekoppelt werden, bekommen die Segmente jeweils eine Nummer zwischen 5 und 125.

Zum Beispiel könnte die Flurbeleuchtung bei Familie Schmidt die Adresse Segment = 35, Modul = 207 haben.

Von überall im Bus kann ein Datentelegramm an diese Adresse abgeschickt werden. So können alle installierbaren LCN-Module (max. 30.000 Stk.) angesprochen werden.

Wenn mehrere Teilnehmer mit einem Telegramm angesprochen werden sollen, geschieht dies über die Gruppenadressierung. Pro Bussegment können 250 Gruppennummern im Bereich von 5...254 frei vergeben werden. Die Anzahl der Mitglieder pro Gruppe ist unbegrenzt.

Datenübertragung:

Im LCN-System werden durchschnittlich 100 Telegramme pro Sekunde übertragen. Das entspricht einer Datenübertragungsrate von 9600Bd. Die Ausnutzung eines schon vorhandenen Leiters spart Kupfer, vereinfacht die Installation und macht das System unabhängig von der Phasenlage der einzelnen Module. Das LCN arbeitet im Basisband, die bei Trägerfrequenzübertragung üblichen Hilfsmittel (Phasentrenner/-koppler, Sperren, etc.) sind nicht erforderlich.

Zur Vereinfachung der Installation nach VDE ist die Datenader per Definition eine Netzader, obwohl im regulären Betrieb Spitzenspannungen von nur $\pm 30V$ anliegen. Gegen höhere Spannungen am Datenanschluss - z.B. bei einem Installationsfehler - sind die Module geschützt - bis 2kV!

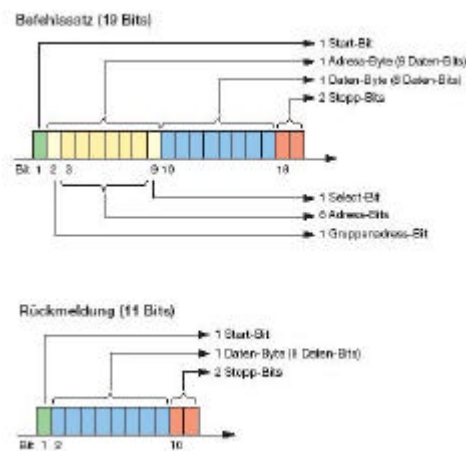
Die Datenader darf im Gebäude beliebig verdrahtet werden, eine spezielle Topologie wie z.B. die Sternform braucht nicht eingehalten zu werden. Die maximale Gesamtlänge beträgt 1km und kann mit Zwischenverstärkern verlängert werden. Außerdem sind Lichtleiterkopplungen - z.B. zwischen Unterverteilungen - möglich. Bei Kunststoff-Lichtleitern, die mit einfachen Mitteln auf der Baustelle angeschlossen werden können, beträgt die Reichweite 100m / Strecke. Mit Glasfaserkopplern werden pro Strecke 2km (optional 5km) erreicht.

Speziell für *luxCONTROL* entwickelte integrierte Schaltkreise (ASIC) und moderne Leistungselektronik bilden zusammen mit *DSI* (Digital Serial Interface) und *DALI* (Digital Addressable Lighting Interface) den technologischen Schwerpunkt der Helligkeitssteuerung. Anders als bei analogen Systemen erfolgt die Lichtsteuerung mittels digitalen Signalen. Dadurch werden alle Schwachstellen der analogen Ansteuerung verhindert und neue Möglichkeiten der Lichtsteuerung eröffnet.

Schon mit einfachen Standard-Tastern können Beleuchtungsanlagen geschaltet, gedimmt und sogar programmiert werden. Durch das flexible und offene Systemkonzept von *luxCONTROL* sind Ihnen keine Grenzen gesetzt: IR-Fernbedienung, tageslichtabhängige Steuerung, adressierbare *DALI*-Lösungen oder Integration in komplexe Gebäudemanagement-Systeme (EIB, LONWORKS) sind nur einige der Möglichkeiten.

Der DALI-Schnittstellenstandard [8] beschreibt ein Protokoll für die digitale Kommunikation lichttechnischer Betriebsgeräte. DALI ermöglicht es 64 Betriebsgeräte einzeln zu adressieren und frei in 16 Lichtgruppen und 16 Lichtszenen einzuteilen. Der DALI-Standard wurde von TridonicAtco gemeinsam mit namhaften Betriebsgeräteherstellern definiert und garantiert somit Kompatibilität und Zukunftssicherheit.

Das DALI-Protokoll besteht aus 19 Bits und ermöglicht somit Einzeladressierbarkeit von 64 Leuchten, Statusrückmeldung sowie eine Vielzahl von einstellbaren Parametern (Fade-Time, Fade-Rate...).



DALI Protokoll Struktur [8]

Technische Daten einer DALI-Linie:

- ?? DALI-Spannung 9,5–22,4 V
- ?? DALI-Systemstrom max. 250 mA
- ?? Datenübertragungsgeschwindigkeit 1 200 Baud
- ?? Maximale einfache Leitungslänge 300 m
- ?? Gemeinsame Verlegung von Versorgungs- und Steueradern in einer Leitung oder Rohr zulässig
- ?? Unterschiedliche Verdrahtungsmöglichkeiten (Stern-, Serien- u. Mischvernetzung)
- ?? Alle Leuchten erhalten präzise dasselbe, störungempfindliche Digitalsignal und damit den gleichen Dimmwert
- ?? Polaritätsfreie Steuerleitungen vereinfachen die Verdrahtung und eliminieren so eine Fehlerquelle
- ?? Einfache Verdrahtung mit 5-poligen Standardkabeln möglich
- ?? Anwendungsspezifische Systemerweiterung infolge des gewählten Multi-Master Konzepts
- ?? Einzeladressierbarkeit von bis zu 64 DALI Betriebsgeräten (PCA EXCEL one4all, TE-DC one4all, TE one4all, LED 0025 K 211...)
- ?? Frei definierbare 16 Lichtgruppen und 16 Lichtszenen
- ?? Statusrückmeldungen können von den DALI Betriebsgeräten abgefragt werden

Typische Anwendungen:

- ?? Konferenzraumbeleuchtung
- ?? Mehrzweckhallenbeleuchtung
- ?? Effektbeleuchtung z.B. dynamische RGB-Farbmischung
- ?? Lichtszenarien für variable Hotel- und Gaststättenbeleuchtung
- ?? Veränderbare Individualbeleuchtung in Seminarräumen
- ?? Akzentbeleuchtung in Shops, Kirchen, Museen, Theater usw.

7. Nikobus:

Das Nikobussystem besteht hauptsächlich aus zwei Basiskomponenten

?? den Nikobus-Tastern.

?? den "intelligenten" Schalt- und Rollladenmodulen und dem Dimcontroller.

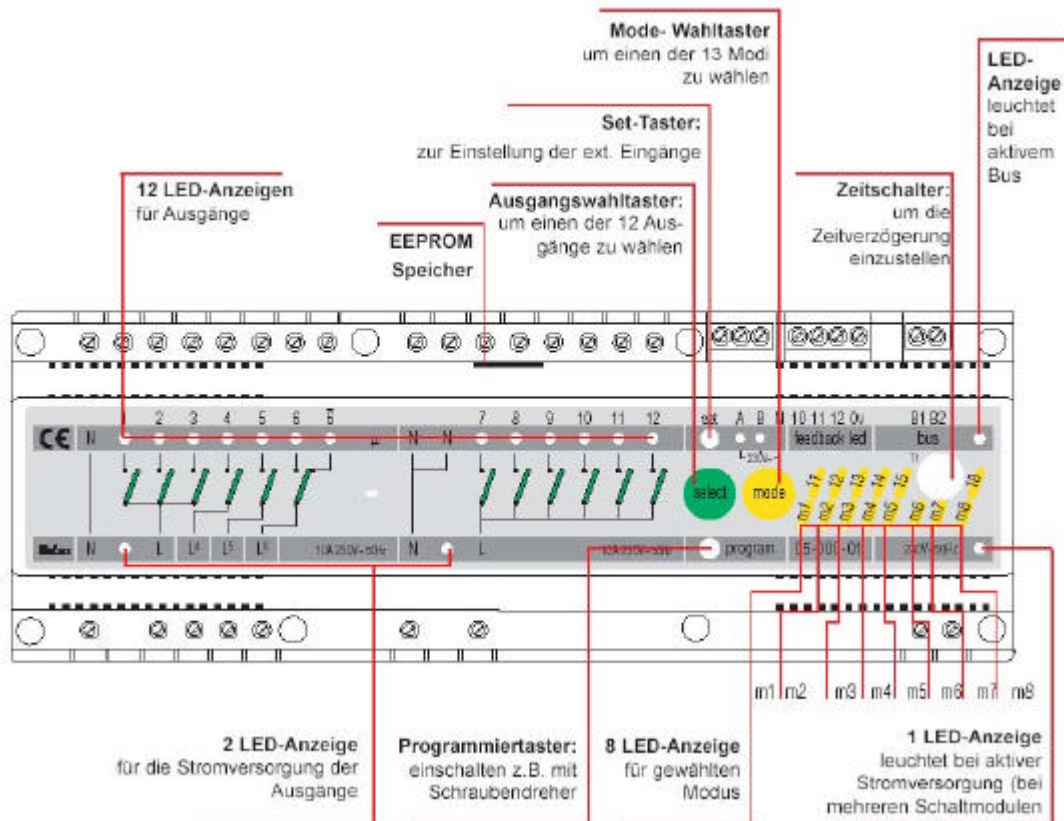
Für die Verbindung zwischen Schalt-, Rollladenmodul sowie Dimcontroller und den Nikobus-Tastern benötigt man eine 2adrige Leitung, den Nikobus. Die Nikobusverdrahtung ist galvanisch vom 230V-Netz getrennt und arbeitet mit Sicherheitskleinspannung (SELV).

Jedem Bustaster können eine oder mehrere Funktionen zugewiesen werden ohne komplizierte Programmierverfahren. Jeder Installateur kann somit die Nikobus Schalt- und Rollladenmodule installieren und einstellen. Spezielle Programmiergeräte wie PC oder Laptop sind nicht notwendig. Zudem ist das Niko-Funkfernbedienungsprogramm durch ein RF-Interface vollständig in das Bussystem integrierbar. Die meisten externen Sensoren wie Bewegungsmelder, Tür- und Fensterkontakte, Dämmerungsschalter, Schaltuhren, Thermostate, Winddetektoren, Glasbruchmelder, Feuchtraum AP-Taster, etc. können über "Interfaces" mit dem Nikobus verbunden werden.

Das REG Schaltmodul schaltet über die eingebauten Relais elektrische Verbraucher und dimmer mit den bekannten Niko-REG Dimmer die unterschiedlichsten Leuchtmittel. Das REG Schaltmodul arbeitet zentral wie auch dezentral.

Für die interne Stromversorgung besitzt das Schaltmodul ein eingebautes, galvanisch getrenntes Netzteil, sowie einen Busanschluss, eine Netzteilüberwachung, einen spannungsausfallsicheren Speicher (steckbares EEPROM), Programmier Tasten, einen Mikroprozessor, 3 Status LED- Ausgänge, Relais und Anzeige-LED's für alle Funktionen. Weiterhin sind 2 externe 230V Eingänge vorhanden die als seine "Schalt-" oder "Durchlassfunktion" mit und ohne logische Verknüpfung verwendet werden können

Über den Bus sind pro Modul max. 256 Sensoren anschließbar. Auf die Ausgangsklemmen sind sowohl Nulleiter als auch die geschaltete Phase herausgeführt. Nach Spannungszuschaltung - z.B. nach einem Spannungsausfall - nehmen die Ausgänge die Stellung ein, die sie vor dem Spannungsausfall hatten. Die Einschaltung der einzelnen Ausgänge erfolgt allerdings zeitlich versetzt, um Einschaltstromspitzen zu vermeiden.



Jedes Schaltmodul hat 3 Status LED Anschlüsse für die Ausgänge 10, 11 und 12 zur Ansteuerung der Status LED's auf den Bustastern mit integrierter LED. Die Spannungsversorgung dieser LED's erfolgt

durch einen externen Klingeltrafo mit 8 -12 VAC. Für diese Status LED's ist eine separate Verdrahtung vorzusehen (z.B. die 2 freien Adern des Buskabels 2x2x0,8).

Die Verbindung der Busleitung geschieht zwischen den Klemmen B1 und B2 auf dem Modul und den Klemmen BB auf der Montageleiterplatte. Über den Bus werden dann die Telegramme der Sensoren an das Schaltmodul übertragen. Die Spannungsversorgung erfolgt ebenfalls über den Bus, wobei auf Polarität nicht zu achten ist.

Die "Programmierung" wird durch Anzeige LED's und Signaltöne unterstützt.

Der Programmspeicher ist ein spannungsausfallsicherer EEPROM -Speicher, d.h. es ist keine Pufferbatterie erforderlich. Dieser Speicher ist jederzeit neu- oder umprogrammierbar. Der Speicher sitzt steckbar in einer Kunststoffschublade und ist von außen zugänglich d.h. auswechselbar, ohne das Gerät öffnen zu müssen.

Speichergröße: Pro Modul sind max. 255 „links“ abspeicherbar. Ein „link“ ist die Verbindung zwischen einem Bustaster/Interface und einem Ausgang incl. Modus und evtl. einem Zeitwert. Ist der Speicher voll, so ertönt ein schnelles Tonsignal (während der Programmierung) und neue „links“ lassen sich nicht mehr abspeichern.

Typische Nikobus-Anwendungen

- ?? Zentralfunktion: Alle Lichter aus, alle Rollläden geschlossen, div. Steckdosen aus (Kaffeemaschine, Schuko für Bügeleisen, etc., Haus spannungsfrei schalten (außer Heiz., Kühl., Alarm, Telefon)
- ?? Feldfreischaltung: Schlafzimmer spannungsfrei, Kinderzimmer spannungsfrei
- ?? Sicherheitsfunktion: Paniktaste (Lichter gehen an, Rollläden hoch, Sirene an, etc.), Anwesenheits-Simulation mit Zufallsgenerator der Schaltuhr, Bewegungsmelder einbinden

Typische Funktionen Nikobus

- ?? Komfortfunktion: Durchgangsbeleuchtung, Fernbedienungen (Funk / Infrarot / Telefon), Automatische Markisensteuerung über Windsensor, Bewegungsmelder einbinden, Lichtszenen (z.B. f. Kids: Nachtlicht, Durchgangsl. zu WC, etc.), Fernschalten mit Telefoninterface (EIN/AUS/ALARM), Sanftes Aufwachen (statt Schock durch Wecker werden Rollläden hochgefahren, Licht hochgedimmt, etc.)
- ?? Sparfunktion: Ausschaltverzögerung bei Beleuchtung, Heizungsabsenkung (Nachtbetrieb), Beleuchtung über Bewegungsmelder

Referenzen:

- [1] Gebäudesystemtechnik mit EIB, Günter G. Seip, Publics MCD Verlag,
- [2] Digitale Gebäudeautomation, Arbeitskreis der Professoren für Regelungstechnik, Springer Verlag, 2004
- [3] Homepage des Austrian EIB Center, www.eib-center.com, 2004
- [4] LONWorks Nutzerorganisation, www.lno.de
- [5] LCN – Das Konzept, Broschüre und Dokumentation, Fa. Issendorff Mikroelektronik GmbH
- [6] Gebäudesystemtechnik mit LCN, Möbus/Gresbrand, Verlag Technik Berlin, 2002
- [7] Luxmate Lichtmanagement Broschüre, TRIDONIC Bauelemente GmbH, 1998
- [8] confortDIM Broschüre, Digitales Lichtmanagement für DALI Betriebsgeräte, TRIDONIC.ATCO, 2002

Links ins Web:

EIB:

- ?? <http://www.eiba.com/>
- ?? <http://www.eiba.de/>
- ?? <http://www.eib-center.com>

LON:

- ?? <http://www.lonmark.org>
- ?? <http://www.echelon.com>

LCN:

- ?? <http://www.lcn.de>

Luxmate, LuxControl, Tridonic:

- ?? <http://www.luxmate.com>
- ?? <http://www.tridonic.co.at/>

Nikobus:

- ?? <http://www.moeller.net>