

<b>Zeitschrift:</b>	Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen
<b>Band:</b>	88 (1997)
<b>Heft:</b>	15
<b>Artikel:</b>	Standard-Bussysteme in der Gebäudetechnik : EIB und LON im Vergleich : Teil 2 : wesentliche Merkmale von LON und EIB
<b>Autor:</b>	Staub, Richard
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-902222">https://doi.org/10.5169/seals-902222</a>

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 27.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

In der modernen Gebäudetechnik setzt sich immer mehr die Vernetzung der Hausinstallationen durch. EIB und LON gelten in Zentraleuropa als die führenden Standardsysteme für diese Technologie. Nachdem im ersten Teil dieses Beitrages die Grundlagen der modernen Haustechnik dargestellt wurden, werden in diesem zweiten Teil die wesentlichen Merkmale von LON und EIB, wie sie sich auf dem heutigen Stand präsentieren, näher betrachtet, mit dem Ziel, konkrete Vergleichs- und Auswahlmöglichkeiten zu schaffen.

# Standard-Bussysteme in der Gebäudetechnik – EIB und LON im Vergleich

## Teil 2: Wesentliche Merkmale von LON und EIB

■ Richard Staub

Die Kriterien, welche bei einem Vergleich der beiden Bussysteme EIB und LON von Bedeutung sind, lassen sich in die drei Gruppen Chip, System und Markt zusammenfassen, wobei die Grenzlinie zwischen den Gruppen nicht in jedem Fall klar und eindeutig zu ziehen sind. Eine Aufteilung der Kriterien ist aber angesichts der Komplexität der Materie doch sinnvoll und hilfreich.

Eigentliches Herzstück der Systeme ist der *Chip*; er bestimmt die Leistungsfähigkeit im lokalen Prozess und in der Kommunikation und ist damit wesentlich für das Preis-Leistungsverhältnis des Systems verantwortlich.

Unter dem Begriff *System* lassen sich die folgenden Kriterien zusammenfassen:

- Organisation für Entwicklung, Kontrolle und Vermarktung
- Regional- und sprachbezogene Unterorganisationen
- Kommunikationsregeln, Standardvariablen, Zielvereinbarungen
- Entwicklungstools
- Übertragungsmedien
- Normierung der Geräte bezüglich Bauform, Anschlüsse

- Tools für den Systemintegrator
- Schulungsmöglichkeiten

Zu den Kriterien des *Marktes* zählen:

- Anzahl Anbieter, Vertriebskanäle, Serienprodukt
- Bauformen, Installationszubehör
- Gewerke, Funktionalität
- Design (z.B. Schalter, Leuchten)
- Tools (Integration, Visualisierung, Kalkulation etc.)
- Preis/Leistungs-Verhältnis

Bevor wir uns den einzelnen Kriterien zuwenden, wollen wir uns kurz mit der sehr unterschiedlichen Geschichte der beiden Systeme befassen.

### Geschichte

Interessant ist, dass die beiden hier besprochenen Systeme nahezu gleichzeitig und parallel zueinander entwickelt wurden.

### EIB

1987 gründeten die Firmen Berker, Gira, Jung, Insta, Merten und Siemens die Instabus-Entwicklergemeinschaft.

1990 stellte sich die European Installation Bus Association s.c. (EIBA) als eine neu gegründete Vereinigung führender europäischer Unternehmen der Elektroinstallationstechnik vor. 15 Unternehmen hatten sich zusammengeschlossen.

### Adresse des Autors

Richard Staub, El.-Ing. ETH, Bereichsleiter  
Gebäudeautomation, Amstein+Walthert AG  
8050 Zürich

# Gebäudeautomation

sen, um ein einheitliches Bussystem für die Elektroinstallation, den Europäischen Installations-Bus (EIB), in den Markt einzuführen und europaweit durchzusetzen. «Ziel der EIBA ist ... ein offenes, dezentrales Bus-System zu fördern, das auf die Belange der Elektroinstallations-technik zugeschnitten ist und das sich für den Heimbereich ebenso eignet wie für komplexe Anwendungen im Zweckbau. Unsere Aufgabe ist es, für die Produkte der Gebäudesystemtechnik technische Richtlinien festzulegen und Qualitätsvorschriften sowie Prüfanweisungen zu erstellen», erklärt Günter G. Seip, Präsident der EIBA.

1992 wurden auf der Hannover Messe «Industrie» erste EIB-Produkte vorgestellt und im gleichen Jahr die ersten EIB-Anlagen in Betrieb genommen.

1993 wurde die deutsche EIBA-Gruppe gegründet, um die Ziele der EIBA auf nationaler Ebene umzusetzen.

1994 wurden die EIBA Swiss und neun weitere nationale EIBA-Organisationen gegründet.

1995 wurde auf der Domotecnica in Köln zum erstenmal der integrierte Einsatz der Gebäudesystemtechnik im Heimbereich mit Hausgeräten vorgestellt. Die Firmen Bosch, Siemens und Junkers präsentierten das Gemeinschaftsprojekt HES (Home Electronic System). Mit diesem neuen Managementsystem können alle haustechnischen Funktionen im Haus oder in der Wohnung leicht und zuverlässig bedient, gesteuert und überwacht werden.

1996 wurde auf der Hannover Messe «Industrie» erstmals die Übertragung von EIB-Telegrammen auf der Netzleitung als «Powernet EIB» vorgestellt.

## Lon

1986 Gründung der Firma Echelon Inc. in Palo Alto, USA. Der Firmengründer A.C. Mike Markkula von Echelon ist auch einer der Mitbegründer von Apple Computer. Mit seinem Fachwissen in der Computer- und Kommunikationstechnik wollte er eine neue Technologie für dezentrale Netzwerke schaffen, die so universell und kostengünstig ist, dass sie den Anforderungen der verschiedensten Branchen gerecht wird und so ein hohes Einsatzvolumen erreicht. Kern dieser Technologie ist ein für diese Aufgabe optimierter Mikrocontroller (genannt Neuron-Chip), der alle zur Kommunikation notwendigen Protokolle in Silizium abdeckt und kostenmäßig wegen der grossen Verbreitung deutlich unter fünf Dollar zu liegen kommt.

1990 Lizenzvergabe für Neuron-Chips an Motorola und Toshiba.

1991 Entwicklungstools und erste Chips sind verfügbar.

1993 19 Firmen zeigen LON-Produkte an der Hannover Messe.

1994 Rund 130 Mio. Dollar sind in Entwicklung und Vermarktung investiert worden. Weltweit gibt es etwa 900 Produzenten, wovon etwa 25 Schweizer Firmen sind. Die LONMark Interoperability Association wird gegründet.

1995 Einführung von PC-basierten Tools zur Inbetriebnahme von LonWorks-Netzwerken.

1996 Einführung Client-Server-Architektur für Netzwerkmanagement, kostenlose Freigabe des LonTalk-Protokolls für die Implementation auf anderen Prozessoren.

1997 Neuron-Chips mit geringerer Chipfläche und damit niedrigerem Preis wurden entwickelt. Implementation des LonTalk-Protokolls auf einem leistungssstarken Prozessor der Familie 683xx.

- Neue Neuron-Chips bieten mehr Peripheriefunktionen.

- Verschiedene Anbieter offerieren Tools auf der Basis der neuen Client-Server-Architektur, ebenso ein Self Certification Tool.

- Verschiedene Standardisierungsgremien schliessen ihre weiterführenden Arbeiten zur Interoperabilität ab.

## Organisation

### EIB

Träger und Entwickler des EIB ist die in Brüssel domizierte Warenzeichengemeinschaft European Installation Bus Association (EIBA), die als Genossenschaft organisiert ist (Bild 8). Die EIBA hat ein

gemäss EN 45011 arbeitendes Zertifikationssystem mit Prüfung der Produkte durch unabhängige Prüfstellen aufgebaut. Für Unternehmungen, die EIB-Produkte herstellen wollen, gibt es verschiedene Mitgliedsformen in der EIBA, so die EIBA-Mitgliedschaft, eine Herstellerlizenz, eine Mini- oder eine Mikrolizenz. Die Beitragspflichten sind dementsprechend unterschiedlich. Basis der EIB-Konformität ist das frei käufliche EIB-Handbuch.

Die Aktivitäten der drei Arbeitsgruppen Marketing, Technologie und Wohnungsbau werden durch das Koordinierungskomitee ECC abgeglichen. Unterstützt werden sie durch die zentrale Geschäftsstelle in Brüssel. Wichtigste Aktivität der EIBA ist neben der EIB-Zertifikation die Unterstützung der Systempflege sowie die Weiterentwicklung der EIB-Tool-Software und des EIB-Handbuchs. In den verschiedenen Entwicklungsgruppen werden technische Standards diskutiert und festgelegt. Schulungsstätten können sich von der EIBA zertifizieren lassen, wenn sie ein auf ISO 9000 aufbauendes Qualitätssicherungssystem nachweisen können. Als Nachweis der EIB-Qualifikation können Absolventen von EIBA-zertifizierten Schulungen einen kostenlosen Partnerschaftsvertrag abschliessen und danach das Logo «EIB Partner» verwenden. Hochschulen und Forschungseinrichtungen können in einem EIB-Scientific-Partnership-Forum mitwirken.

Softwaremodule, die dem Standard vom Home Electronic System (HES) entsprechen, werden mit «Designed for HES» gekennzeichnet. Nationale EIBA wie zum Beispiel die EIBA Swiss über-

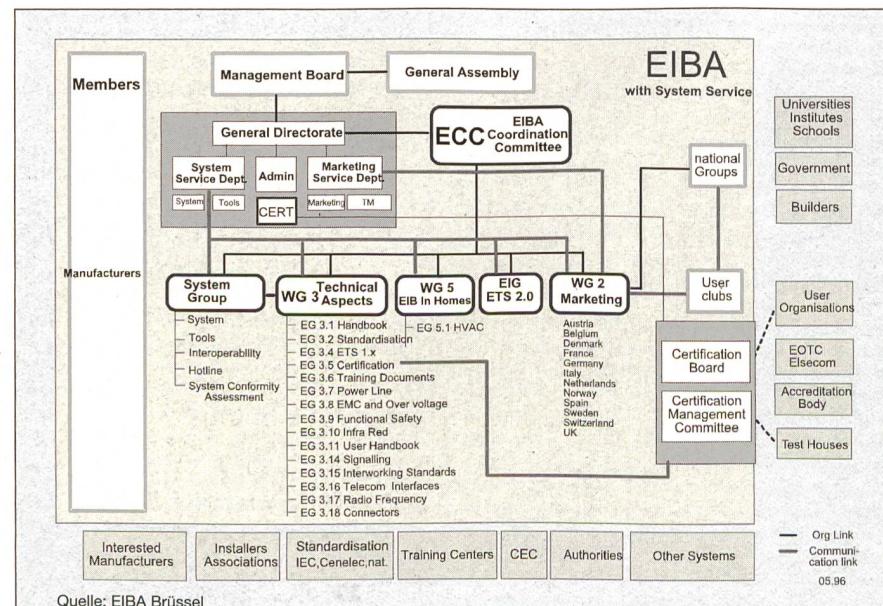


Bild 8 Organisation EIBA

setzen das Handbuch und die Software in die jeweilige Landessprache und fördern die Vermarktung der Technologie landesgerecht. Zu Beginn des Jahres 1997 decken 92 EIBA-Mitglieder und Lizenznehmer zusammen schätzungsweise 80% des Bedarfs an elektrischen Installationsgeräten in Europa ab. 3600 EIB-zertifizierte Produkte dürfen das EIB-Warenzeichen tragen.

Es gibt fünf von der EIBA nach EN 45011 akkreditierte Prüfstellen: Kema, Arnheim; Dial, Lüdenscheid; SEID, Paris; Siemens, Regensburg; und VDE, Offenbach. Sie kontrollieren die eingereichten EIB-Produkte auf ihre Konformität. Im positiven Fall wird ihnen von der EIBA Brüssel das «Certificate of Conformity» verliehen, das zum Aufbringen des EIB-Warenzeichens berechtigt.

Die EIB-Tool-Software (ETS) wurde inzwischen 4100mal verkauft, ein eindeutiges Indiz für den Verbreitungsgrad des EIB.

15 zertifizierte und 17 registrierte EIB-Schulungsinstitute sorgen europaweit für eine qualifizierte Schulung der EIB-Anwender. 12 nationale EIBA-Organisationen in Schweden, Dänemark, Norwegen, der Schweiz, Belgien, den Niederlanden, Österreich, Deutschland, Spanien, Großbritannien, Frankreich und Italien setzen die EIBA-Ziele auf nationaler Ebene um.

## LOM

In der LOM-Welt ist die Struktur komplexer. Echelon ist der Entwickler des Neuron-Chips und der zum System zugehörigen Hard- und Softwarekomponenten. Dazu gehören das Protokoll LonTalk, Transceiver, Adapter, LON-Builder für die Erstellung der Applikationssoftware in Neuron-C, und LON-Maker für das Binding von LON-Knoten zu Netzwerken. Echelon beschäftigt rund 130 Mitarbeiter in den USA, Frankreich, Deutschland, Großbritannien und Japan. Motorola und Toshiba wurden als Partner für die Fertigung der Chips verpflichtet.

LonWorks nennt sich die komplett Lösung für Kontroll-Netzwerke, die mit Hilfe des gemeinsamen Protokolls LonTalk über eine Vielzahl von Medien miteinander kommunizieren. Das Protokoll ist ein fester Bestandteil des Chips. Damit dieser Umstand nicht einer internationalen Normierung im Wege steht, hat Echelon 1996 die Lizenz für den Neuron-Chip freigegeben. Typenstandardisierte Netzwerkvariablen (SNVT) bilden die Grundlage für die Interoperabilität. Diese werden laufend – aufgrund der anwendungsspezifischen Entwicklung der einzelnen Branchen – ergänzt.

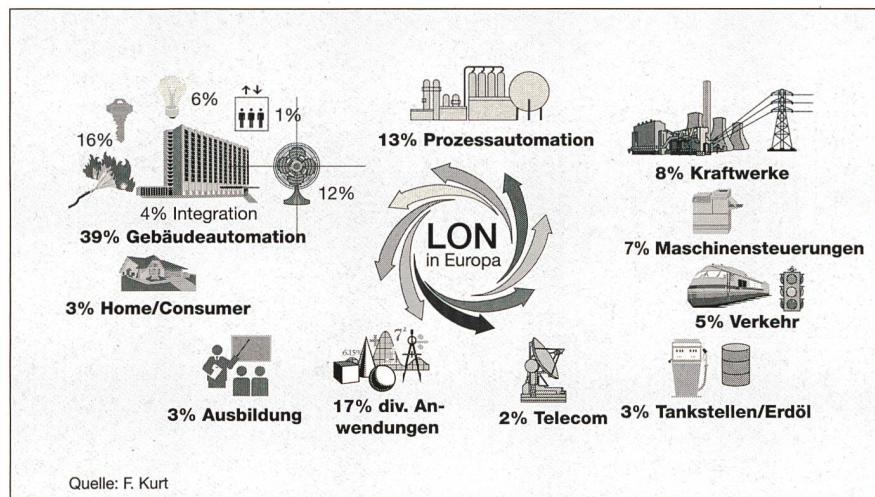


Bild 9 Branchenmässige Verteilung von LON

LOM wird in verschiedenen Branchen genutzt. Schätzungsweise 3000 Unternehmen setzen weltweit die Technologie ein, etwa 70 davon in der Schweiz (Bild 9). In einem Gebäude werden selbstverständlich ganz andere Anforderungen an ein LON-System gestellt als etwa in einem Automobil. Im Gebäude ist die Kompatibilität eine Grundforderung. Deshalb sagt LON im Gegensatz zu EIB nichts über das System aus, sondern einzlig und allein, dass ein LON-Chip eingesetzt wird.

Um LON in der Gebäudeanwendung (wie auch in anderen Branchen) zu einem offenen System zu machen, wurden verschiedene Organisationen gegründet. LON Users International ist eine internationale Vereinigung von LON-Produzenten. Die LON-Nutzer-Organisation LNO mit Sitz in Aachen versteht sich als Interessenvertretung aller LON-Anwender im deutschsprachigen Raum (über 50 Mitglieder). In der LNO existiert seit Oktober 1995 ein Arbeitskreis Gebäudeautomation.

In der Schweiz gibt es eine lose Vereinigung von LON-Anwendern mit dem Namen Swiss-LON-Team. Lontech Thun LTT ist eine Genossenschaft, welche die

Förderung und Verbreitung der LON-Works-Technologie bezieht. Sie besitzt eine Ausstellung und führt auch Schulungen durch.

Die 1994 gegründete LONMark Interoperability Association umfasst inzwischen 125 Mitglieder, darunter fast alle renommierten Unternehmen aus der Gebäudeautomationsbranche. Sie will die Entwicklung und Inbetriebnahme von offenen und interoperablen LonWorks-Netzwerken fördern. Außerdem ist sie ein Forum für Hersteller, Endbenutzer und Systemintegratoren von LonWorks-Komponenten und -Systemen und an der Technologie interessierte Einzelmitglieder. Je nach gewünschtem Engagement und finanzieller Verpflichtung werden drei Stufen der Mitgliedschaft unterschieden: Sponsors, Partners und Associates. Die Kosten für das Sekretariat und die Rechnungsführung werden durch Echelon getragen.

Der Industrial Council (Bild 10) besteht aus Managementvertretern der Mitgliederfirmen. Er koordiniert die einzelnen Arbeitsgruppen, berät, definiert Empfehlungen und stellt den Kontakt zu Echelon sicher. In den Task Groups sind technische Vertreter interessierter Firmen

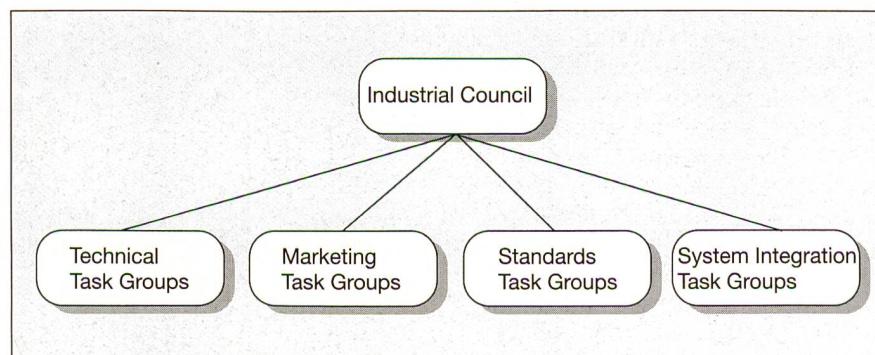


Bild 10 Organisation der LonMark Interoperability Association

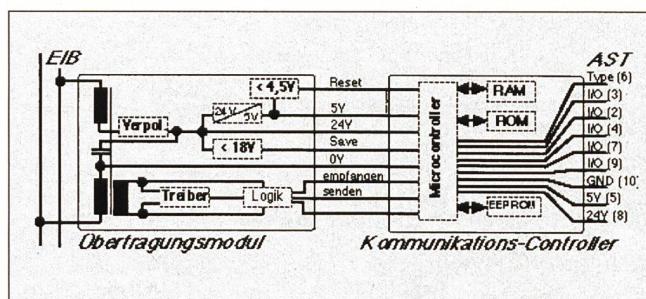


Bild 11 Busankoppler mit seinen beiden Komponenten

und Organisationen mit dem Ziel vereint, technische Empfehlungen und Functional Profiles für ihr bestimmtes Feld von Applikationen zu erarbeiten.

Verschiedene Profile für die Gebäude-technik wurden bereits redigiert (z. B. HLK), andere sind noch in Bearbeitung. Produkte, die sich an diese Richtlinien halten, tragen das Zeichen «LonMark». Wie weit diese Produkte zertifiziert und später im Markt kontrolliert werden, konnte der Autor bis heute nicht in Erfahrung bringen. Sind es reine Absichtserklärungen, oder ist es wirklich eine kontrollierte Vorschrift? Welche Behörde übernimmt die Aufsicht? Hier scheint im Gegensatz zur EIB-Welt in der LON-Welt noch einiges unklar.

## Chip und Kommunikation

### EIB

#### Chip

Das Herz eines EIB-Teilnehmers ist der sogenannte Busankoppler (BA). Jeder Busankoppler (Bild 11), UP oder REG, besteht aus den beiden elektronischen Baugruppen Übertragungsmodul und Kommunikations-Controller. Der Busankoppler ist ein elektronisches, intelligentes Bauteil und enthält einen Mikroprozessor. Es stellt die Verbindung zwischen der Busleitung und dem Anwendungsmodul her. Der Installateur schliesst die Busleitung an den BA entweder mit Hilfe der Busklemme (UP-Modell BCU) oder mittels eines Kontakt-blockes an, der auf der Unterseite der BA plaziert ist, falls es sich um ein Reiheneinbaugerät (REG) zum Einbau in eine Verteilung handelt. In diesem Fall kontaktiert der BA die inneren beiden Leiterbahnen der Datenschiene, die zuvor in die DIN-Hutschiene eingeklebt sein muss.

Jeder Busankoppler besitzt eine rote LED und eine Programmiertaste, auch «Lerntaste» genannt, mit deren Hilfe er zur Aufnahme der physikalischen Adresse vorbereitet wird. Ab Werk ist jede BCU mit der Adresse 15.15.255 gekennzeichnet.

Das Übertragungsmodul hat im wesentlichen die Aufgaben der Erzeugung der Versorgungsspannung von 5 V für den Kommunikations-Controller, der Überwachung von Versorgungsspannungen, des Verpolungsschutzes sowie des Trennens (Empfang) und Mischens (Senden) von Gleichspannung und Information. Der Kommunikations-Controller muss Telegramme vom Bus empfangen und auswerten, Telegramme erstellen und unter Berücksichtigung der Buszugriffssteuerung auf den Bus senden, Anwendungssoftware ausführen und die Anwendungsschnittstelle bedienen.

Da auf einer BCU verschiedene Anwendungsoberflächen zum Einsatz kommen, wird durch Widerstandsmessung nach einem festgelegten Code die Übereinstimmung Applikation/Anwendungsgerät überprüft. Der Firmencode ist ab Werk in die BCU einprogrammiert. In der BCU werden Chips von Motorola verwendet. Bisher kam die BCU1 zum Einsatz. Die neue BCU2, die wesentlich leistungsfähiger ist (mehr flexibler Speicherplatz für Anwendungsprogramme) und dadurch komplexere Anwendungen ermöglicht, wird 1997 in den Produkten eingeführt. Neu ist auch eine Powerline-BCU erhältlich. Sie hat die gleichen physikalischen Masse wie die Normal-BCU, so dass die gleichen Anwendungsgeräte verwendbar sind.

Funktion	Aufgabe
EIS1	Schalten
EIS2	Dimmen
EIS3	Zeit
EIS4	Datum
EIS5	Übertragung einer physikalischen Grösse
EIS6	Übertragung eines relativen Wertes (z. B. %)
EIS7	Motorbewegung schrittweise oder Auf und Ab
EIS8	Prioritätssteuerung für einen Schalter vom Typ EIS1
EIS9	Übertragung von Gleitkommazahlen
EIS10	Übertragung von Zählerständen (16 Bit)
EIS11	Übertragung von Zählerständen (32 Bit)

Tabelle I EIBA Interworking Standards (EIS)

### Kommunikation

Als Übertragungsmedien stehen zur Verfügung:

- 2-Draht, verdrillt, im Normalfall nicht abgeschirmt, 0,8 mm Durchmesser, Linienlänge bis 1000 m; 9600 Baud
- Powerline 230 V, Übertragungsrate 1200 Baud; Begrenzung über Filter
- Telefon analog, ISDN und Glasfaser über Schnittstellen
- Funk in Vorbereitung

Die Interoperabilität ist über die EIBA Interworking Standards (EIS) definiert. Die in der Tabelle I aufgeführten EIS sind heute definiert.

### Lon

#### Chip

Das Herzstück des LON-Systems ist der Neuron-Chip (Bild 12). Es gibt ihn als Single Chip (Typ 3120) für einfache

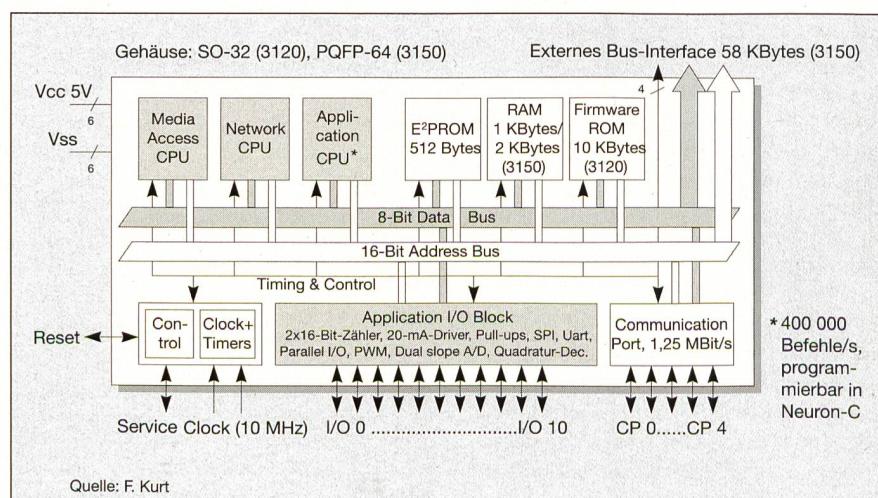


Bild 12 Aufbau des Neuron-Chips

\* 400 000 Befehle/s, programmierbar in Neuron-C

und als Chip mit bis zu 64 KByte externem Speicher (Typ 3150) für komplexere Anwendungen. Beide Chips besitzen drei CPU, von denen zwei mit der Verarbeitung von Telegrammen beschäftigt sind, während die dritte das Anwendungsprogramm abarbeitet.

Jeder Neuron-Chip erhält bei seiner Produktion eine einmalige ID-Nummer. Somit wird jede Verwechslung ausgeschlossen, was eindeutige Vorteile in der Inbetriebsetzung bringt.

#### Kommunikation

Es stehen unter anderem die in Tabelle II angegebenen Übertragungsmedien Verfügung.

### Systemgrundlagen

Im folgenden werden die beiden Systeme EIB und LON miteinander verglichen.

Eine tabellarische Zusammenstellung findet sich in Tabelle IV.

#### EIB

Die Bustopologie wird an die Gebäudestruktur angepasst. Bis zu 64 Geräte können an eine Linie (Bussegment) angeschlossen werden. Jede Linie besitzt eine Spannungsversorgung, welche Systembestandteil ist, und jede Linie ist mit einem Linienkoppler vom übrigen System galvanisch getrennt. Mittels Repeater kann das Bussegment auf max. 256 Teilnehmer ausgebaut werden.

Linienkoppler koppeln maximal 15 Linien zu einem Bereich zusammen. Bis zu 15 Bereiche können über Bereichskoppler ein Gesamtsystem sein. Die Koppler dienen neben der galvanischen Trennung auch als Filter für die Kommunikation. Ein Koppler leitet Telegramme nur an andere Linien weiter, wenn sie dort benötigt werden. Damit reduziert sich der Telegrammverkehr.

Die in Bild 13 dargestellte Topologie zeigt den hierarchischen Aufbau der EIB-Systemarchitektur. Die EIB-Geräte besitzen ab Werk keine Adressierung. Die sogenannte physikalische Adresse wird bei der Programmierung dem jeweiligen Gerät entsprechend der EIB-Struktur zugeordnet:

x.y.z:    x = Bereich    y = Linie  
              z = Teilnehmer

Die Adresse wird einmal während des Projektablaufs durch einfachen Druck auf die Programmertaste ins Gerät geladen. Die Applikationen kommunizieren im System mit Hilfe der Gruppenadressen. Die Teilnehmer besitzen verschiedene Objekte (z. B. Schalten Kanal 1, Dimmen

Typ	Medium	kBit/s	Länge/Topologie/Bemerkungen	Anzahl Knoten
TP-RS485	Verdrillte 2-Draht-Leitung	39 bis 625	1200 m bei 39 kBit/s, Bus, mit oder ohne galvanische Trennung	32 pro Bussegment
TPT/XF-78 Trafo	Verdrillte 2-Draht-Leitung	78	1400 m, Bus mit 3 m Stichleitungen, Isolation 277 V RMS	64 pro Bussegment
TPT/XF-1250 Trafo	Verdrillte 2-Draht-Leitung	1250	130 m, Bus mit 0,3 m Stichleitungen, Isolation 277 V RMS	64 pro Bussegment
TP/FT-10	Verdrillte 2-Draht-Leitung	78	2200 m als Bus mit 3 m Stichleitungen, 500 m bei freier Topologie	64 pro Bussegment
PLT-20 Power Line	230 VAC oder DC	4,8	50 m–5 km, BPSK-Modulation Cenelec Band C, 132,5 kHz	je nach Netz, unbegrenzt
PLT-30 Power Line	230 VAC oder DC	2	50 m–5 km, Spread Spectrum Cenelec Band A, 9–95 kHz	je nach Netz, unbegrenzt
RF-100	Funk 400–500 MHz	4,8	50–500 m, je nach Ausbreitungsbedingungen	unbegrenzt
FO-10	Fiberoptik	1250	10 m–50 km, je nach Fiberoptik Modul und Glasfasertyp	je nach Topologie (z. B. Sternkoppler 8fach)
IS-78	Verdrillte 2-Draht-Leitung	78	1000 m, eigensichere Übertragung für Ex-Bereich	je nach Speisung
TP/XF-1250	Twisted Pair	1,25 MBit/s	Transformer Coupled	Bustopologie

Tabelle II Übertragungsarten

Die Interoperabilität ist über die Standard-Netzwerkvariablen (SNVT) definiert. Davon sind bereits über 100 definiert, von denen einige in der Tabelle III dargestellt sind.

SNVT NAME	GRÖSSE	EINHEIT	BEREICH	GENAUIGKEIT
SNVT_temp	Temperatur	Grad Celsius	-274 bis 6271	0,1 Grad
SNVT_angle	Phase/Rotation	Radian	0–65	0,001 Radian
SNVT_speed	Geschwindigkeit	Meter/Sekunde	0–6535	0,1 m/s
SNVT_time_passed	Abgelaufene Zeit	HH:MM:SS:LL	0–10 + Tage	10 ms
SNVT_lev_cont	Analoger Pegel	Prozent	0–100%	0,5%
SNVT_ascii	ASCII-Zeichenkette	Zeichen	30 Zeichen	N/A
SNVT_count	Ereignisse	Anzahl	0–65535	Anzahl 1
:	:	:	:	:

Quelle: F. Kurt

Tabelle III Standard-Netzwerkvariablen

Sie vereinheitlichen den Datenaustausch zwischen Knoten unterschiedlicher Hersteller.

Kanal 1, Verknüpfung Kanal 1), die mit Gruppenadressen verbunden werden. Alle Objekte der verschiedenen Teilnehmer mit gleichen Gruppenadressen sind logisch verknüpft. Dabei ist die Anzahl Gruppenadressen von der Speicherkapazität des jeweiligen Teilnehmers abhängig.

Übergeordnete Befehle, zum Beispiel Licht zentral aus, Storen gesamt ab, können also durch einfache Vergabe der Gruppenadressen in den jeweiligen Objekten (in beliebiger Menge) programmiert werden. Teilnehmer, die später zu einer Gruppe dazukommen, können so auf einfache Weise adressiert werden, ohne dass dies Auswirkungen auf das übrige System hat. Gruppenadressen können in 15 Hauptgruppen, die je 7 Mittelgruppen mit je 255 Untergruppen enthalten, frei strukturiert werden. Dies ergibt eine Gesamtzahl von über 26775 Gruppenadressen.

Der Ursprung von EIB im Elektrobereich erklärt die angestrebte Einfachheit und Einheitlichkeit. Zum System gehört nicht nur die Kommunikationstechnologie, sondern auch die Montage, die Verkabelung und die Toolunterstützung. Für die Montage der Reiheneinbaugeräte in Verteilungen ist eine einklebbare Datenschiene mit integrierten Busleitungen verfügbar. Sie verbindet jedes Gerät beim Einschnappen automatisch mit der Busleitung. Für die Übertragung wurde absichtlich eine niedrige Datenrate (9600 Baud) gewählt. Damit entfällt die Notwendigkeit von Busabschlusswiderständen zur Vermeidung von Reflexionen auf den Leitungen.

Die UP-Geräte und teilweise auch die Reiheneinbaugeräte sind zweigeteilt: in die Busankopplung und – verbunden über die Anwenderschnittstelle – in das Ein- oder Ausgabegerät. So lässt sich beispielsweise ein Einfach-Taster pro-

Eigenschaft	EIB	LonWorks
Netzwerktopologie	Alle Strukturen	Alle Strukturen
Adressbereich für Busteilnehmer	max. 16129 ohne Repeaters, bei 15 Linien mit Repeaters max. 61249	32385 pro Domain, max. 2 <sup>38</sup> Domains, das heisst uneingeschränkt
Unterstützte Kommunikationsmedien	Twisted-Pair-Kabel Powerline Glasfaser	Twisted-Pair-Kabel Funk Powerline Glasfaser Koaxkabel
Adressierung	Einzel Gruppen an alle	Einzel Gruppen an alle
Sichere End-zu-End-Verbindung	CMSA/CA Repetierte und quittierte Kommunikationsdienste Checksumme	Predictive CSMA Repetierte und quittierte Kommunikationsdienste Checksumme
Datendurchsatz	9,6 kBit/s Variable Telegrammlänge mit 14 Byte Nutzdaten (1 Byte = 8 Bit)	39–1250 kBit/s Variable Telegrammlänge bis zu 228 Byte Nutzdaten (mit Hilfe von Netzwerkvariablen 31 Byte)
Speisung von Komponenten über den Bus	max. 50 mA pro Busteilnehmer	max. 100 mA pro Busteilnehmer
Hersteller des Chips	Motorola	Motorola, Toshiba

Tabelle IV Tabellarische Gegenüberstellung von EIB und LON

mation weiterleiten kann. Neben der logischen Sicht kann das Netzwerk auch physikalisch strukturiert werden. Die verschiedenen physikalischen Übertragungsmedien wie Kabel, Funk, Linkpower, Powerline können innerhalb des gleichen Systems gemischt vorkommen (Bild 14). LonWorks bezeichnet diese Übertragungsmedien als Kanäle. Jeder Kanal hat seine Limiten: Auf Kabel sind beispielsweise höchstens 64 Busteilnehmer mit FTT-10-Bustreibern, mit Linkpower-LPT-10-Bustreibern 32 Busteilnehmer erlaubt. Es ist auch zulässig, LPT-10-Busteilnehmer mit FTT-10-Busteilnehmern zu mischen. Auch die Kabellänge ist beschränkt. Für andere Kanäle wie Funk oder Powerline ergeben sich andere Beschränkungen. Jeder Kanal kann mit einer eigenen Übertragungsrate betrieben werden.

Zusätzlich gibt es eine Gruppenstruktur im LonWorks-Netz. Telegramme an eine Gruppe von Busteilnehmern werden mit einer Gruppenzieladresse versandt. Innerhalb einer Domain können 256 verschiedene Gruppen gebildet werden. Jeder Busteilnehmer kann 15 verschiedenen Gruppen angehören. In der Praxis zeigt sich, dass die Zahl von 256 Gruppen pro Domain je nach Komplexität der Funktionen bereits bei 400 bis 1000 Busteilnehmern erreicht wird. Diese und andere Einschränkungen sind deshalb bei der Auslegung der Netzwerkarchitektur zu berücksichtigen.

Ähnlich wie bei der Bustechnologie verfolgt Echelon auch bei der Softwaretechnologie eine flexible, offene Strategie. Echelon bietet ein Client-Server-Softwarepaket an, auf das verschiedene Tool-Entwickler ihre Windows-basierten Softwareapplikationen aufsetzen können. Das Client-Server-Paket liefert die Tech-

blemlos gegen einen Zweifach-Taster auswechseln. Alle Unterputz- und Einbaugeräte werden über die gleiche zweipolige Klemme, die bis zu vier Kabel verbinden kann, an den Bus gekoppelt. Beim Auswechseln eines Gerätes entsteht deshalb kein Busunterbruch.

Bis heute laufen alle Buskomponenten mit derselben Übertragungsrate und mit einheitlichem Busankoppler. So sind keine Umschaltungen von Busparametern notwendig. Allerdings hat dieser Vorteil auch eine Schattenseite. Bei komplexen Applikationen machen sich nämlich Einschränkungen bemerkbar, wenn man gewisse Linien mit einer höheren Übertragungsrate oder mit einem anderen physikalischen Übertragungsmedium betreiben möchte (z. B. Backbone mit zentraler Visualisierung und Abfrage).

### LON

LonWorks bietet bei der Systemarchitektur eine grösse Flexibilität. Das System wird zunächst in sogenannte Domains aufgeteilt. Die Einteilung in Domains erlaubt eine saubere Isolierung von System zu System. Es können keine Telegramme ohne Einsatz eines Gateways von einer Domain zur anderen gelangen, selbst dann nicht, wenn die Geräte am selben Kabel angeschlossen sind. Innerhalb einer Domain können maximal 256 Subnets gebildet werden. Jedes Subnet besteht aus bis zu 127 Busteilnehmern.

Diese Struktur spiegelt sich in der Adressstruktur wider. Die Absenderadresse besteht immer aus der Subnet- und der Knotenadresse des sendenden Busteilnehmers. Aus Sicht der Adressierbarkeit ergeben sich pro Domain deshalb 127 Knoten mal 255 Subnets, also 32 385 Busteilnehmer. Intelligente Router verbinden jeweils 2 Subnets, ähnlich wie beim EIB, der die Zonen via Bereichskoppler verbindet. Der Router wird bei der Installation mit einer Routingtabelle geladen, so dass er weiß, welche Subnets sich auf welcher Seite befinden, und die Telegramme entsprechend dieser Infor-

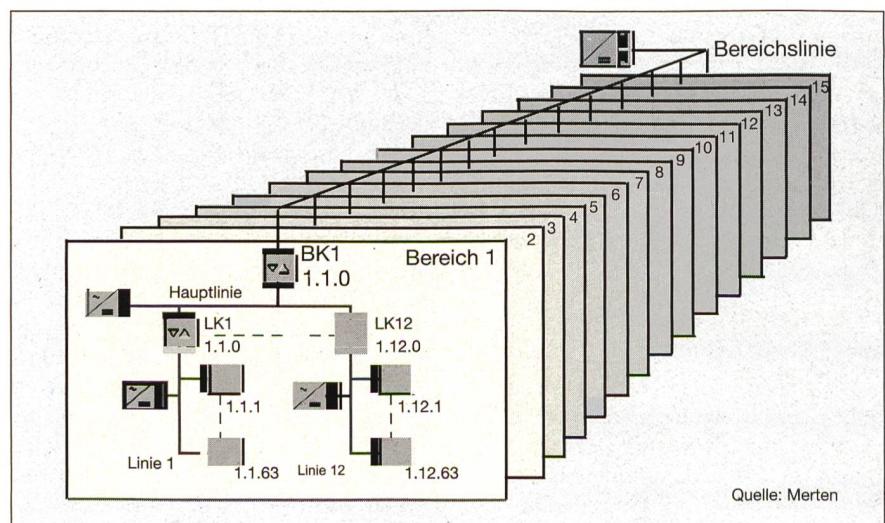


Bild 13 Struktur des EIB-Systems

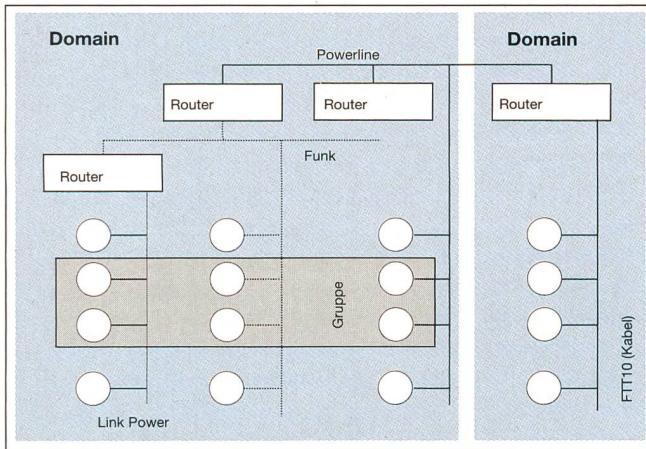


Bild 14 Physikalische Struktur eines Netzwerkes mit verschiedenen Übertragungsmedien

nologiegrundlage, damit die Entwickler unterschiedlichster Applikationen interoperable Software erstellen können.

Das Bild 14 zeigt zwar ein eher realitätsfremdes Beispiel, aber es veranschaulicht die Flexibilität im Systemarchitekturen. Das System enthält zwei Domänen, welche über das 230-V-Netz (Powerline-Busankoppler) miteinander verbunden sind. Die beiden Domänen könnten für zwei Gebäude stehen, die untereinander keine Daten austauschen dürfen. Die Aufteilung in separate Domänen verunmöglicht einen Datenaustausch, obwohl beide Gebäude über denselben Kanal, nämlich das 230-V-Netz, betrieben werden. Über einen Router erreicht man den Kanal, der über Funk betrieben wird. Ein weiterer Router führt zum LinkPower-Kanal. Die an diesem Kanal angeschlossenen Geräte werden direkt über die Busleitungen gespeist.

Die Komplexität der Applikationen verlangt ein einfaches Update-Verfahren bei neuen Softwareversionen und Applikationen. Solche Updates können bei LonWorks über das Netzwerk in den Flash-Speicher geladen werden. Die Neuron-Chip-Firmware stellt die dafür nötigen Kommunikationsdienste in jedem Neuron-Chip zur Verfügung.

## Tools

### EIB

Das Tool wird als Bestandteil des Systems verstanden. Deshalb wird es von der EIBA entwickelt und vertrieben. Dies hat den Vorteil, dass es eine grosse Verbreitung findet und damit den Pay-Back für die Weiterentwicklung schafft. Das Tool steht auch den Produkteentwicklern zur Verfügung. Alle Produkteapplikationen sind als Datenbanken vorhanden und können vom Systemintegrator nach seinen Bedürfnissen in die Software geladen werden.

Schwedisch), die Online-Hilfe in allen Arbeitsschritten und vorkonfigurierte Komponenten und Kombinationen.

Die ETS 2 ist als offene Software aufgebaut und basiert auf dem ETE (EIB Tool Environment). Alle Module, auch solche, die später von anderen Herstellern angeboten werden, greifen auf diese Basis zu. Für die Übernahme von Projekten aus der ETS 1 in die ETS 2 besteht ein Konvertierungsprogramm.

### Lon

Im Gegensatz zu EIB hat Echelon als Systementwickler nach der Entwicklung des LON-Makers keine Weiterentwicklung mehr getätigt. Diese wird dem freien Markt überlassen. Der LON-Maker ist nur für kleinere Netzwerke geeignet und unterstützt die neue Systemarchitektur LNS nicht.

Dem Autor ist es nicht möglich, das momentane Angebot an LON-Software-Tools für die Systemintegration zu überblicken. Es scheint, dass sich noch vieles im Entwicklungsstadium befindet, auch die Anpassung an LNS. Bis zum März 1997 wurde dem Autor kein Tool mit LNS-Architektur für das Binding einer unbegrenzten Anzahl Knoten angeboten, einige jedoch auf bald in Aussicht gestellt.

Wir verzichten daher hier auf eine nähere Beschreibung einzelner Tools. Zu erkennen ist ein deutliches Bestreben der Softwareentwickler, diese Tools als benutzerfreundliche, mit möglichst einfachen Binding-Werkzeugen ausgerüstete Anwender-Tools zu gestalten. So kann auch LON handwerkergerecht werden. Als zweiter wichtiger Schritt wird die Architektur von LON-System auf LONworks Networks Services (LNS) umgebaut. Die LONworks-Networks-Services-Architektur bildet das Fundament für die Entwicklung von interoperablen LonWorks-Installations-, -Wartungs-, -Überwachungs- und -Bedienungs-Tools.

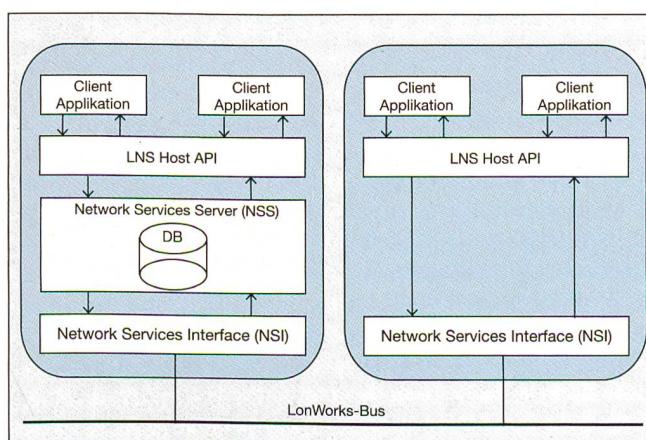


Bild 15 Interaktionen zwischen Client-Applikationen und dem Network Services Server (NSS)

Auf ähnliche Weise, wie das LonTalk-Protokoll ein Set von Diensten für die Kommunikation zwischen LonWorks-Knoten zur Verfügung stellt, sorgt die LNS-Architektur für Interoperabilität zwischen den verschiedenen Tools am Netz. Die LNS-Architektur basiert auf dem Client-Server-Modell. Während der Server die zentrale Datenbank des LonWorks-Netzes unterhält und für ihre Konsistenz sorgt, greifen die Clients über das Netz auf diese Datenbank zu. Dadurch können am gleichen LonWorks-Netz mehrere Installations-Tools gleichzeitig LonWorks-Knoten installieren.

Für eine Client-Applikation spielt es keine Rolle, ob sie auf dem Server mit der Datenbank oder auf einem Client abläuft, weil die Applikation entweder direkt zur Datenbank kommuniziert oder transparent über das Netzwerk (Bild 15).

Durch die Darstellung der LNS-Objekte als Microsoft-ActiveX-(OLE-)

Objekte ermöglicht die LonWorks-Component-Architektur (LCA) eine gemeinsame Schnittstelle zwischen dem LNS-Host-API und den Client-Applikationen einerseits und unter den verschiedenen Client-Applikationen andererseits. Sie bildet damit die Basis für den standardi-

sierten Zugriff der Client-Applikationen auf die Netzwerkressourcen und einen einheitlichen Datenaustausch unter den Client-Applikationen.

(Der dritte und letzte Teil dieses Beitrages folgt in der Ausgabe 17/97)

## Les systèmes de bus standard en domotique

### Caractéristiques essentielles des réseaux LON et EIB (2<sup>e</sup> partie)

Dans la technique domotique moderne, l'interconnexion des installations domestiques gagne de plus en plus de terrain. En Europe centrale, EIB et LON sont considérés comme les principaux systèmes standards pour cette technologie. Après la description des bases de la technique domotique moderne dans la première partie de cet article, la seconde partie expose maintenant les principales caractéristiques des réseaux LON et EIB tels qu'ils se présentent actuellement, afin d'offrir des possibilités concrètes de comparaison et de choix.