

## Topologie und Geräte

**Beim EIB sind die Busteilnehmer hierarchisch angeordnet. Diese Topologie erlaubt von der kleinsten bis zur grössten Anlage eine gute Übersicht über die eingesetzten Geräte und deren Zusammenschaltung. Der EIB ist in Bereiche, Hauptlinien und Linien gegliedert. Dieser Beitrag befasst sich mit der Topologie und den dazugehörigen Geräten.**

Erich Schwaninger

Die Topologie des Europäischen Installationsbusses ist in Bereiche und Linien unterteilt. Die kleinste Einheit ist die Linie. Jede Linie ist an einem Linienkoppler (LK) angeschlossen und umfasst bis zu 64 Busteilnehmer. Je 15 solcher Linien können über einen Bereichskoppler (BK) zu einem Bereich zusammengeschaltet werden. Die Bereichslinie verbindet maximal 15 Bereichskoppler miteinander (Bild 1). Die Teilnehmer tauschen ihre Informationen über Telegramme nach exakt festgelegten Regeln (Busprotokoll) aus. Ausser der Ringstruktur sind die üblichen Topologien wie Bus, Stern und Baum möglich.

### Linie, Hauptlinie und Bereichslinie

In einer EIB-Topologie gibt es die Linie, die Hauptlinie und die Bereichslinie. Die Bereichslinie wird auch Backbone genannt. Die kleinste Ausbaustufe ist die Linie. Eine Linie ist die Strecke nach dem Linienkoppler. Sie besteht in ihrer kleinsten Konfiguration aus einer Spannungsversorgung, einem Sensor und einem Aktor.

Die Hauptlinie oder Linie 0 verbindet die maximal 15 Linienkoppler zu einem Bereich (Bild 2). Für jede Linie, auch für die Hauptlinie, ist eine Spannungsversorgung erforderlich.

Eine Linie kann mit insgesamt 64 Teilnehmern bestückt werden. Es empfiehlt sich aber, am Anfang nur etwa 50 Teil-

nehmer zu belegen. Diese Reserve ermöglicht den nötigen Projektierungsspielraum. Die tatsächliche Teilnehmerzahl ist von der Spannungsversorgung und der Leistungsaufnahme der einzelnen Geräte abhängig.

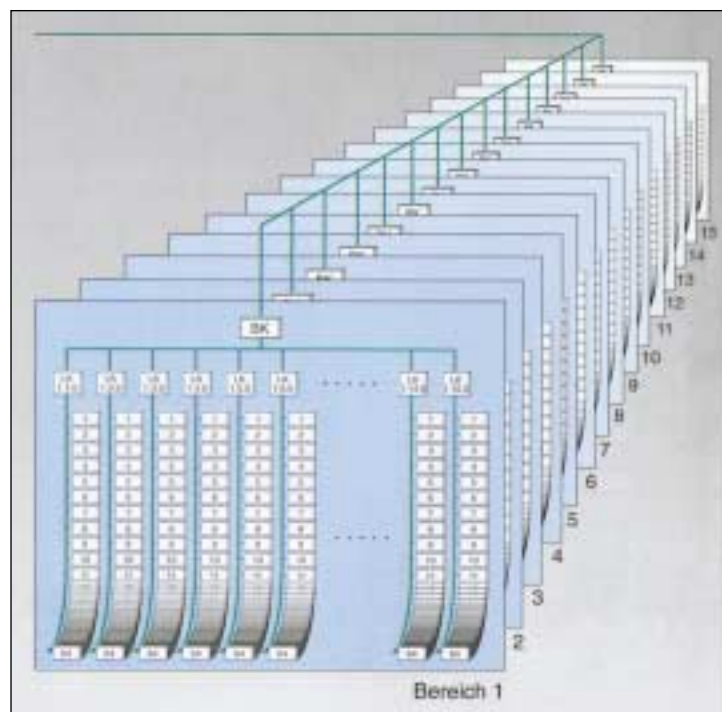
Bestückung der Hauptlinie: Auch die Hauptlinie kann grundsätzlich mit 64 Teilnehmern belegt werden. Das wirkt sich jedoch auf den Systemkomfort nachteilig aus und wird kaum angewendet. Auf der Hauptlinie werden hingegen gerne übergeordnete Funktionen wie ein Zentralaus installiert. Die Teilnehmer auf der Linie 0 verringern sich um die Anzahl der eingesetzten Linienkoppler.

Die Bereichslinie – auch Backbone genannt – verbindet die einzelnen Bereichskoppler miteinander (Bild 2). Auf der Bereichslinie können wiederum Teilnehmer angeschlossen werden. Bezüglich Anzahl und Systemkomfort gelten die Aussagen der Hauptlinie.

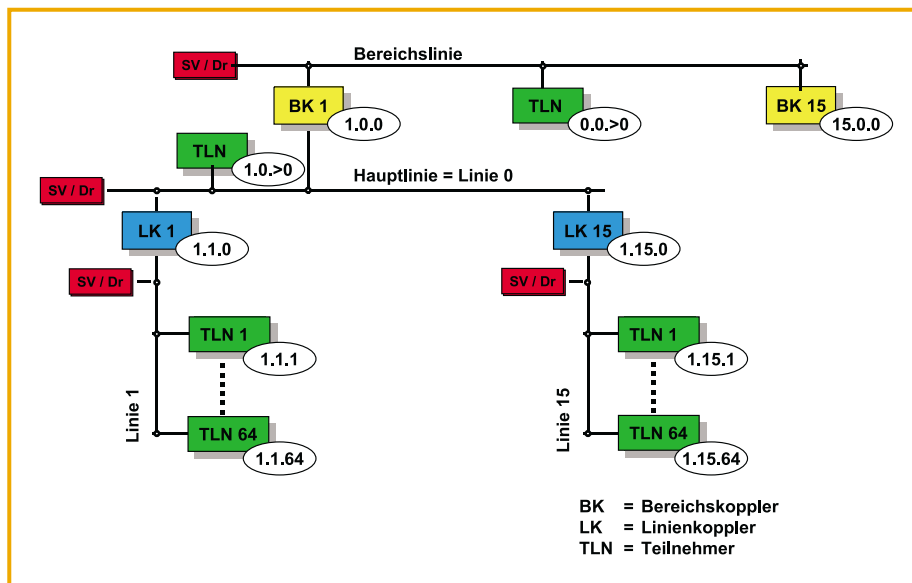
Der EIB ist offen zu anderen Systemen. Die Bereichslinie kann über Schnittstellen (Gateway) mit anderen Systemen der Gebäudeautomation zusammengeschlossen werden. Diese Verbindung ist auch über jede andere Linie möglich.

### Erweiterung mit Linienverstärker

Wenn an eine Linie mehr als 64 Teilnehmer angeschlossen oder grosse Distanzen überbrückt werden sollen, kommt der Linienverstärker (LV) zum Einsatz. Durch den Linienverstärker wird eine zusätzliche Linie mit weiteren möglichen 64 Teilnehmern gebildet. Eine Linie kann mit maximal 3 Linienverstärkern erweitert werden (Bild 3). Jeder Linienverstärker



**Bild 1**  
**Die EIB-Topologie:**  
**15 Linien mit je 64 Teilnehmern sind über 15 Linienkoppler zu einem Bereich zusammengeschaltet. Die Bereichslinie verbindet die maximal 15 Bereiche/Bereichskoppler (Quelle: ZVEI/ZVEH).**



**Bild 2** Ein Bereich umfasst die Hauptlinie mit maximal 15 Linienkopplern à 64 Teilnehmern. Jede Bereichs-, Hauptlinie und Linie benötigt eine Spannungsversorgung (Quelle: EIBA).

benötigt eine Spannungsversorgung. In der Haupt- und Bereichsline sind keine Linienverstärker erlaubt.

Im Zusammenhang mit Linienverstärkern wird eine gesamte Linie in Liniensegmente eingeteilt. Auf Bild 3 übertragen heisst das, dass die Linie mit den Teilnehmern 1.1.0 bis 1.1.53 Liniensegment 1, die Linie 1.1.64 bis 1.1.127 Liniensegment 2, Linie 1.1.128 bis 1.1.191 Liniensegment 3 und Linie 1.1.192 bis 1.1.255 Liniensegment 4 bildet. Pro Linie sind maximal 4 Liniensegmente möglich.

### Wie viele Teilnehmer verträgt der EIB?

An einen EIB können grundsätzlich 14400 Teilnehmer angeschlossen werden: 15 Bereiche  $\times$  15 Linien  $\times$  64 Teilnehmer. Dazu kommen je nach Topologie weitere Teilnehmer auf der Bereichsline, auf den Hauptlinien und auf den zusätzlichen Liniensegmenten der Linienverstärker. Die theoretisch maximale Teilnehmerzahl anzugeben macht allerdings keinen Sinn. Offiziell wird von 14400 Teilnehmern ausgegangen.

### Spannungsversorgung

Jede Linie, Haupt- und Bereichsline benötigt eine eigene Spannungsversorgung (Bild 2). Das erhöht die Sicherheit. Fällt eine Spannungsversorgung (SV) aus, ist die Kommunikation nur in einem Segment gestört. Der Rest der Anlage funktioniert uneingeschränkt weiter.

Eine Spannungsversorgung speist das Bussystem mit Sicherheitskleinspannung

SELV (Safety Extra Low Voltage) von 29 VDC. Eingangsseitig wird die SV an 230 VAC (L, N, PE) angeschlossen. Die Busspannung ist polaritätsabhängig (rot = Plus-, schwarz = Minuspol). Die Stromstärke beträgt 640 mA. Bei einer durchschnittlichen Stromaufnahme von 10 mA pro Teilnehmer ergibt das die 64 Teilnehmer je Linie. Die Teilnehmer sind bis minimal 21 V betriebsbereit.

Die Spannungsversorgung ist spannungs- und stromgeregt, also kurzschlussfest. Netzunterbrüche bis mindestens 200 ms werden überbrückt (Pufferzeit).

**Drosselspule:** Jede Spannungsversorgung benötigt eine in der Regel integrierte Drosselspule. Die Drossel nimmt die von der Spannungsversorgung unverdrosselt auf die äusseren Leiterbahnen der Datenschiene abgegebenen 29 VDC auf und gibt sie als Busspannung verdrosselt auf die mittleren 2 Leiterbahnen, im Bild 4 rot und schwarz dargestellt, ab (Entkopplung). Zudem verhindert die Drosselspule, dass die Telegramme auf die Spannungsversorgung gelangen.

Eine Spannungsversorgung weist somit folgende Funktionseigenschaften auf:

- eine gedrosselte (gefilterte) Spannung von 29 VDC zur Versorgung einer Buslinie auf der Datenschiene;
- eine unverdrosselte (ungefilterte) Spannung von 29 VDC als Hilfsspannung für ein Busgerät oder zur Speisung einer zweiten Buslinie (Bild 4);
- Bus-Reset-Schalter: ermöglicht die gefilterte 29-V-Spannung zu unterbrechen; die ungefilterte Spannung bleibt verfügbar.

- Visualisierung des Betriebszustandes mit LEDs.

### Datenschiene

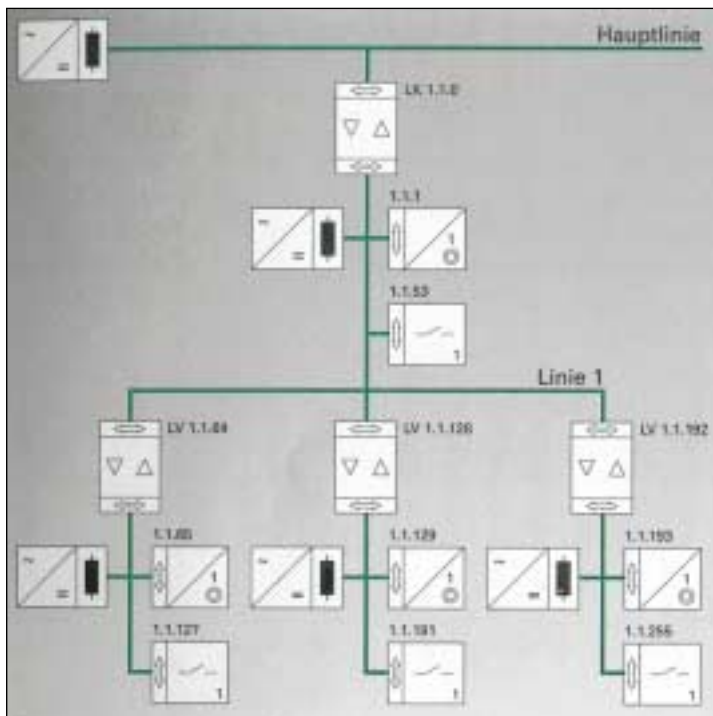
Datenschiene werden benötigt, um die Reiheneinbaugeräte (REG) wie Spannungsversorgung, Drossel, Verbinder, Jalousieaktor oder Binärausgang zu befestigen und miteinander zu verbinden. Die elektrische Verbindung erfolgt über Druckkontakte von den Geräten auf die 4 Leiterbahnen der Datenschiene. Plus- und Minuspol der Spannungsversorgung liegen auf den äusseren Leiterbahnen. Die entkoppelte Busspannung (29 VDC) wird in den mittleren beiden Leiterbahnen geführt (Bild 4).

Die selbstklebende Datenschiene wird dauerhaft in der  $35 \times 7,5$  DIN-Hutprofil-schiene befestigt. Die Datenschiene (EN 50022) sind in genormten Längen erhältlich, welche den Normverteilern (Schaltgerätekombinationen) angepasst sind. Die Längen der Datenschiene sind begrenzt und entsprechen einem Vielfachen einer Modulbreite von 17,5 mm. Den Normlängen liegen 10, 12, 13 und 24 Module zugrunde.

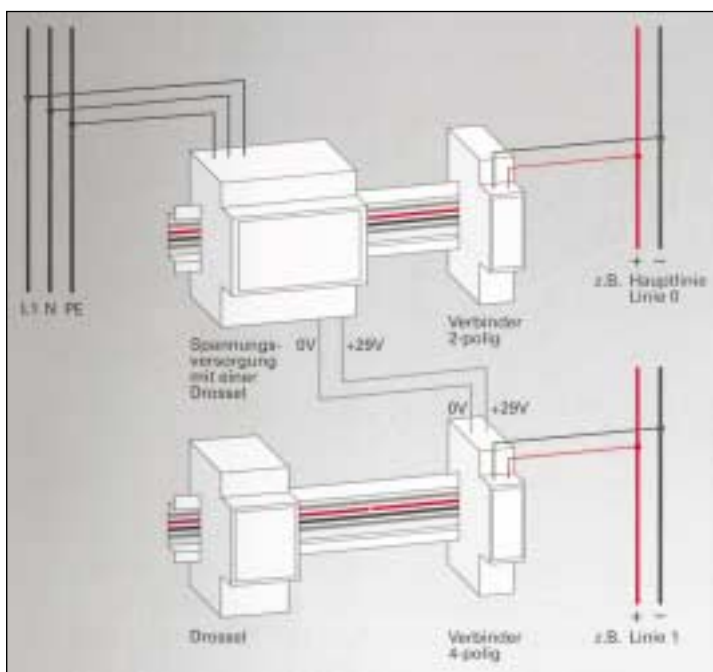
Freie Abschnitte müssen durch Abdeckungen geschützt sein. Im Gegensatz zu den Busleitungen sind die Schienen nicht verdreht. Das kann zu EMV-Problemen führen. Daher die Längenbeschränkung. Datenschiene dürfen nicht selbst gekürzt werden, weil dann die geforder-

### Antworten auf die Kontrollfragen von Teil 1

1. Sammelbegriff für die Vernetzung der Feld- (Raum-), Automations- und Managementebene zum Messen, Steuern, Regeln und Leiten von gebäudetechnischen Anlagen.
2. EIBA, EIBA Swiss, Userclub.
3. CAN, LON, PROFIBUS.
4. Einsatzbereich, Herkunft des Bussystems, Verbreitung am Markt u. a. m.
5. Installationsbus, Home Electronic System (HES), Powernet, EIB-Funk.
6. EIB ist ein Standard und kein Produkt. Busgeräte verschiedenster Hersteller, welche die EIBA-Bedingungen erfüllen, können eingesetzt werden.
7. Powernet und EIB-Funk.
8. Flexible Nutzung, Energieoptimierung, Verknüpfung der Gewerke, Betriebsoptimierung.
9. 9600 bit/s
10. Grosse Flexibilität, hohe Funktionalität, kleiner Verkabelungsaufwand, gute Übersichtlichkeit, keine Sternpunkte.



**Bild 3** Zur Erweiterung einer Linie oder Überbrückung grosser Distanzen können pro Linie maximal 3 Linienverstärker eingesetzt werden (Quelle: ZVEI/ZVEH).



**Bild 4** Diese Spannungsversorgung speist 2 Buslinien. Der Linienkoppler für die Linie 1 auf der unteren Datenschiene ist nicht eingezeichnet. Die verdrosselte Busspannung wird auf den beiden inneren Leiterbahnen geführt. Anstelle der 2. Buslinie könnte auch ein Busgerät mit 29 VDC gespiesen werden (Quelle: ZVEI/ZVEH).

ten Werte bezüglich Kriechstromfestigkeit und Isolation nicht mehr eingehalten werden. Nicht benutzte Teile der Datenschiene sind mit einem Abdeckstreifen vor Verschmutzung und Berührung zu schützen.

## Koppler

Die Koppler werden als Linienkoppler, Bereichskoppler und Linienverstärker eingesetzt. Ihre Funktion erhalten die Koppler durch den Einbauort und die entsprechend definierte physikalische Adresse. Die Adresse 9.3.0 bestimmt z.B. einen Koppler als Linienkoppler im Bereich 9 und Linie 3. Technisch sind die Geräte identisch. Linien- und Bereichs-

koppler haben allgemein die Aufgabe, Linien untereinander galvanisch zu trennen und Filtertabellen anzuwenden. Die galvanische Trennung hat den Vorteil, dass ein Kurzschluss der Versorgungsleitungen nur eine Linie ausser Funktion setzen kann. Daneben wirken die Koppler als Bustelegrammverstärker (Repeater).

Linienkoppler, Bereichskoppler und Linienverstärker benötigen eine Spannungs-

versorgung. Eine Kleinstinstallation von weniger als 64 Teilnehmern benötigt keinen Linienkoppler, aber eine Spannungsversorgung.

## Filtertabellen

In die Koppler werden Filtertabellen geladen. Diese leiten nur diejenigen Telegramme weiter, die in anderen Linien benötigt werden. Dadurch arbeitet jede Linie selbständig. Die weiterzuleitenden oder zu sperrenden Telegramme erkennt die Filtertabelle an der Gruppenadresse. Im Gegensatz zu den Linien- und Bereichskopplern sendet der Linienverstärker alle Telegramme weiter. Die Filtertabellen werden bei der Projektierung mit der ETS automatisch erstellt.

## Adressierung der Busteilnehmer

Die Adressierung der Busteilnehmer erfolgt mit der physikalischen Adresse und der Gruppenadresse.

- **Physikalische Adresse:** Die physikalische Adresse identifiziert die einzelnen Busteilnehmer. Sie dient der Programmierung, Diagnose und Fehlersuche und gibt an, in welchem Bereich und in welcher Linie das Gerät installiert ist. Die physikalische Adresse wird einmal vergeben und dann beibehalten (vergleichbar mit dem Namen einer Person). Die Vergabe der physikalischen Adresse geschieht normalerweise bei der Projektierung mit der ETS.

Die physikalische Adresse ist nach Bereich, Linie und Gerät gegliedert und formal durch Punkte getrennt. Die Ziffernfolge 2.4.7 hat also folgende Bedeutung: Im 2. Bereich der 4. Linie Teilnehmer Nummer 7.

- **Gruppenadresse:** Die Gruppenadresse, auch logische Adresse genannt, legt fest, welche Busgeräte zusammenwirken (welcher Sensor steuert welchen Aktor). Aktoren können auf mehrere Gruppenadressen hören. Sensoren hingegen können nur eine Gruppenadresse senden. Jede Gruppenadresse kann den Teilnehmern beliebig zugeordnet und wieder geändert werden, gleichgültig, in welcher Linie sie sich befinden.

Hauptgruppe	Mittelgruppe	Untergruppe	Gruppenadresse
1 Beleuchtung	2 Erdgeschoss	4 Verkaufsbüro	1/2/4
3 Jalousie	3 Obergeschoss	1 Empfang	3/3/1

**abelle 1** Unterteilung der Gruppenadressen: Bewährt hat sich: Die Hauptgruppen nach Gewerken, die Mittel- und Untergruppen nach Orten und Räumen.

Die Gruppenadressen sind in einer Zweiebenen- oder Dreiebenenstruktur ausgeführt. Dadurch besteht die Möglichkeit, die Funktionen in Haupt- und Untergruppen oder in Haupt-, Mittel- und Untergruppen einzuteilen. Die Gruppenadressen werden durch Schrägstriche getrennt geschrieben, z.B. 1/4/18. Es stehen 16 Hauptgruppen mit je 2048 Untergruppen (zwei Ebenen) oder 16 Haupt-, 16 Mittel- und 256 Untergruppen (drei Ebenen) zur Verfügung. Die Wahl zwischen zwei oder drei Ebenen kann in der ETS vorgenommen werden.

Die Gruppenadressen können nach verschiedenen Kriterien geordnet werden. Bewährt hat sich folgende Unterteilung: Die Hauptgruppen nach Gewerken, die Mittel- und Untergruppen nach Orten und Räumen. Ein Beispiel zeigt Tabelle 1.

## Vergabe der physikalischen Adresse

Die physikalische Adresse wird den Teilnehmern bei der Programmierung mit der ETS vergeben. Idealerweise werden die Adressen pro Linie lückenlos zugeteilt. Das ergibt eine gute Übersicht. Die Vergabe der physikalischen Adressen erfolgt nach einem festen System (Bild 2).

- *Bereich (B)*:  
B = 1 bis 15; Adressen für die Bereiche 1 bis 15.  
B = 0; Adresse für die Teilnehmer an der Bereichslinie. Die 15 Bereichskoppler erhalten die Nummern 1.0.0 bis 15.0.0.
- *Linie (L)*  
L = 1 bis 15; Adressen für die Linien 1 bis 15; innerhalb der definierten Bereiche.  
L = 0; Adresse für die Hauptlinie.  
T = 1 bis 256; Adressen für die Teilnehmer an einer Linie bzw. Liniensegmenten.  
T = 0; Adresse für den Linienkoppler. Die 15 Linienkoppler an der Hauptlinie vom Bereich 1 erhalten die Adressen 1.1.0 bis 1.15.0.

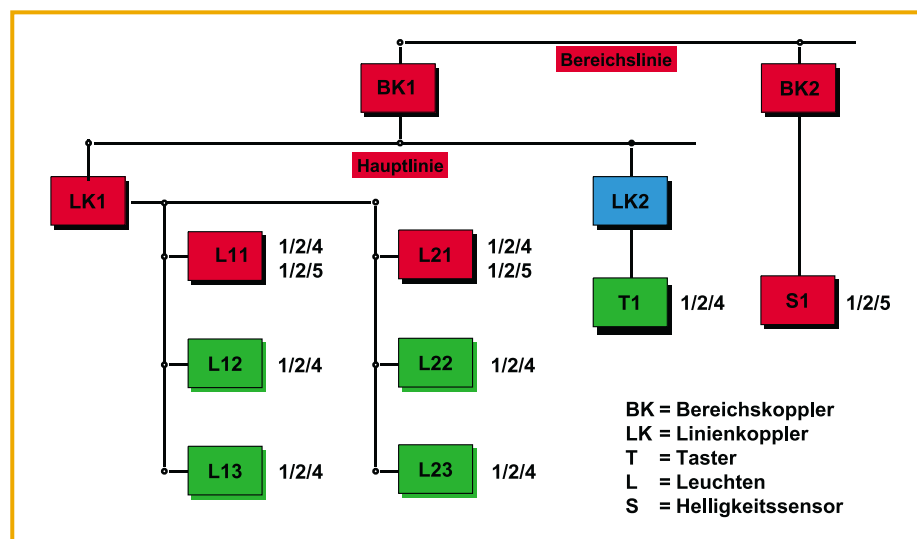
Die Linienverstärker werden wie die übrigen Teilnehmer numeriert (Bild 3).

## Telegramme

Die Informationen zwischen den einzelnen Busteilnehmern werden über Telegramme ausgetauscht. Das Telegramm des EIB besteht aus einer Folge von 1- und 0-Signalen, sogenannten Zeichen. Die Zeichen mit zusammengehörendem



**Bild 5 Ein EIB-Telegramm besteht aus einem Kontroll-, Adressen-, Daten- und Sicherungsfeld (Quelle: ZVEI/ZVEH).**



**Bild 6** Der Weg eines bereichsübergreifenden Telegrammes führt über die Bereichs- und Linienkoppler (Quelle: EIBA).

## Kontrollfragen, Teil 2

1. Beschreiben Sie den Aufbau einer physikalischen und einer Gruppenadresse.
2. Wie viele Teilnehmer können grundsätzlich an einen EIB angeschlossen werden? Rechnung.
3. Welche Felder beinhaltet ein EIB-Telegramm?
4. Welche Busteilnehmer haben die Adressen 14.7.0 bzw. 11.0.0?
5. Skizzieren Sie umfassend die EIB-Topologie.
6. Wie hoch ist die Ausgangsspannung und die Stromstärke einer Spannungsversorgung?
7. Welches ist die kleinste Einheit in der EIB-Topologie?
8. Was ist die Aufgabe einer Filtertabelle?
9. Was ist die Aufgabe der Quell- und Zieladresse eines Telegramms?
10. Nennen Sie 2 Aufgaben der Drosselspule einer Spannungsversorgung.
11. Nennen Sie 2 Merkmale einer Daten-schiene.
12. Was gilt beim EIB bezüglich Polarität?

*Antworten: siehe nächste Elektrotechnik*

Informationsgehalt werden zu Feldern zusammengefasst. Dadurch entsteht ein Telegrammaufbau, wie in Bild 5 dargestellt.

Die Daten des Kontroll- und Sicherungsfeldes sorgen für einen reibungslosen Telegrammverkehr. Sie werden von den angesprochenen Teilnehmern ausgewertet. Das Adressfeld beinhaltet die Quelladresse und die Zieladresse. Die Quelladresse entspricht der physikalischen Adresse. Sie gibt an, in welchem Bereich und in welcher Linie das sendende Gerät angeordnet ist.

Die Zieladresse definiert die Kommunikationspartner. Dies kann ein Einzelgerät oder eine Gerätegruppe sein. Ein Gerät kann mehreren Gruppen angehören.

Das Telegramm besteht aus verschiedenen Übertragungsblöcken. Die einzelnen Daten werden asynchron und seriell übertragen. Durch Start- und Stop-Bits wird die Übertragung synchronisiert. Die einzelnen Telegramme können verschieden lang sein. Dies ist abhängig von der Grösse des Nutzsignals. Das Nutzsignal ist im Datenfeld eingebettet und kann eine Grösse von 2 bis 16 Byte besitzen. Die Übertragungsgeschwindigkeit beträgt 9600 bit/s, die Übertragungszeit von 1 Bit demnach 104 Mikrosekunden. Pro Sekunde können rund 50 Telegramme übertragen werden.

Telegramme können linienintern, linienübergreifend und bereichsübergreifend gesendet werden. Ein Beispiel einer bereichsübergreifenden Informationsübermittlung zeigt Bild 6. Der Helligkeitssensor S1 sendet mit der Gruppenadresse 1/2/5 eine Information an die Aktoren der Leuchten L11 und L21 im Bereich 1, Linie 1. Das Telegramm gelangt über die Bereichskoppler BK2 und BK1 und den Linienkoppler LK1 zu den Empfängern.

### Buszugriff nach dem CSMA/CA-Verfahren

Der Zugriff auf den Bus muss eindeutig geregelt sein. Das Übertragungsprinzip erfolgt nach dem CSMA/CA-Verfahren

(Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance). Beim CSMA/CA-Verfahren hören alle Teilnehmer mit, aber nur die mit ihrer Adresse angesprochenen Akteure reagieren. Will ein Teilnehmer senden, muss er zuerst den Bus abhören und warten, bis kein anderer Teilnehmer mehr sendet (Carrier Sense). Ist der Bus frei, kann prinzipiell jeder Teilnehmer mit dem Sendevorgang beginnen (Multiple Access).

Beginnen zwei Teilnehmer gleichzeitig zu senden, setzt sich der Teilnehmer mit höherer Priorität verzögerungsfrei am Bus durch (Collision Avoidance). Der andere Teilnehmer zieht sich zurück und startet den Sendevorgang zu einem späte-

ren Zeitpunkt erneut. Haben beide Teilnehmer die gleiche Priorität, setzt sich derjenige mit der kleineren physikalischen Adresse durch. ET08

Erich Schwaninger  
eidg. dipl. Elektroinstallateur  
Feldstrasse 23, 8902 Urdorf

### Literatur:

*Handbuch Gebäudesystemtechnik, ZVEI und ZVEH*, 4. überarbeitete Auflage, Frankfurt a.M.

*EIB planen und installieren*, Rainer Scherg, Vogel Buchverlag, Würzburg.

*EIB-Grundausbildungskurs*, EIBA/EIBA Swiss.