



EIB
Europäischer Installationsbus

5BHELI 2008/09

Michael Stocker
Bernhard Wintersperger

Inhaltsverzeichnis

Allgemeines	3
Technische Grundlagen	3
Herkömmliche Installation – EIB Installation	3
Wirtschaftlichkeit	4
Medienzugriffsverfahren	4
Senden.....	5
Empfangen.....	5
Physikalische Aspekte	6
Buslinie	6
Hauptlinie	6
Bereichsline.....	7
Zeitverhalten.....	7
Kommunikationsmodell	8
Anwendungsschicht	8
Transport & Vermittlungsschicht	8
Bitübertragungsschicht	8
Telegramm	9
Wiederholung.....	9
Steuerfeld.....	9
Quelladressfeld / Zieladressefeld.....	9
DRI.....	9
Routingfeld.....	9
Längenangabe	10
TCPI.....	10
APCI	10
Die Nutzdaten.....	10
Prüfsumme.....	10
Adressierung	11
Physikalische Adresse	11
Logische Adresse	11
Topologie	11
Kommunikationsbeispiel.....	12
Physikalische Adresse	12
Logische Adresse	12

Allgemeines

Im Allgemeinen handelt es sich bei dem Europäischen Installationsbus, kurz EIB, um einen Standard zur Automatisierung von Gebäuden. Er wurde in etwa zwischen 1985 und 1990 entwickelt. 1991 kamen die ersten Produkte auf den Markt, die diesen Standard unterstützten. Federführend bei der Entwicklung waren die Firmen der European Installation Bus Association, kurz EIBA. Gründungsmitglieder waren unter anderem Firmen wie Berker, Merten und Siemens. Die Nachfolgeorganisation der EIBA ist die KNX Association, welche heute über 100 Mitglieder zählt.

Technische Grunddaten

Beim einen, nach EIB Standard aufgebauten Netzwerk, handelt es sich um ein dezentrales 2-Draht Bussystem welches üblicherweise mit 24V Gleichspannung versorgt wird. Dabei werden alle Sensoren wie Aktoren an dieses Netzwerk angeschlossen. Es können maximal 11.520 Teilnehmer innerhalb eines EIB Netzwerkes miteinander kommunizieren, siehe Abschnitt: Physikalische Aspekte. Zur Programmierung des Bussystems kommt entweder eine RS232 oder eine USB Schnittstelle zum Einsatz.

Herkömmliche Installation – EIB Installation

Bei einer konventionellen Elektroinstallation werden alle angeschlossenen Geräte direkt über die 230V Wechselspannung „Kraftleitungen“ geschaltet. Dabei wird, um beispielsweise ein Gerät auszuschalten einfach die Kraftleitung zu diesem Gerät mittels eines Schalters unterbrochen. Dadurch ist der Wirkungsbereich eines Schalters durch die physikalische Verkabelung eindeutig definiert.

Bei einer EIB Installation gibt es, anders als bei der konventionellen Installation, zwei getrennte Stromkreise. Einerseits den Steuerstromkreis, welchen der EIB Bus darstellt und andererseits den Stromkreis welcher die Geräte beinhaltet, die über Aktoren gesteuert werden. Die Aktoren wiederum bekommen ihre „Befehle“ vom EIB Bus.

Um nun, wie im Beispiel oben, ein Gerät auszuschalten, muss zuallererst ein Sensor, beispielsweise ein Taster, betätigt werden. Dieser Sensor sendet ein Telegramm über den Bus an den entsprechenden Aktor welcher, das auszuschaltende Gerät kontrolliert. Wenn der Aktor das Telegramm erhält reagiert er entsprechend den Anweisungen und schaltet das Gerät aus. Dies mag im ersten Moment weitaus komplizierter klingen als die Variante der herkömmlichen Installation, bietet allerdings auch immense Vorteile gegenüber dieser. Dadurch, dass alle an den Bus angeschlossenen Teilnehmer miteinander kommunizieren können, definiert sich der Wirkungsbereich eines Schalters nun nicht mehr nur durch seine physikalische Verkabelung.



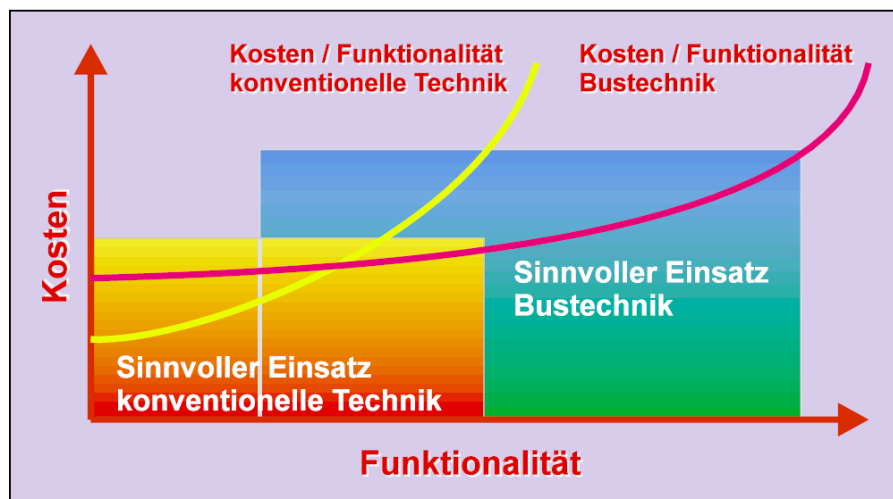
Quelle: EIBA Daten

Des Weiteren können verschiedenste Sensoren an den Bus angeschlossen werden, welche bei entsprechender Programmierung einen hohen Automatisierungsgrad versprechen. Beispielsweise könnten bei sehr starkem Wind die Jalousien automatisch schließen um die Fenster vor herumfliegenden Gegenständen zu schützen.

Wirtschaftlichkeit

Vorteile wie der mögliche Grad an Automation und Flexibilität haben allerdings einen Nachteil. Die Installationskosten für ein EIB Bus System sind sehr hoch.

Die Grafik zeigt relativ deutlich wann sich der Einsatz eines EIB Systems lohnt.



Je höher die Anforderungen an den Funktionsumfang bzw. die Funktionalität einer Installation desto eher zahlt sich ein EIB System aus.

Soll beispielsweise eine Beleuchtung nur zu Schalten oder zu Dimmen sein zahlt es sich sicherlich nicht aus ein EIB System zu installieren. Ist es nun beispielsweise allerdings erforderlich, dass in einem bestimmten Bereich ständig dieselben Beleuchtungsverhältnisse herrschen, wird man wohl zu einem EIB System greifen, da so etwas mit Hilfe der konventionellen Technik, schwer oder gar nicht zu realisieren ist.

Ebenfalls in der Grafik erkennbar ist, dass die Kosten bei einer konventionellen Installation bei höherer Funktionalität relativ schnell ansteigen, wogegen die Kosten der EIB Installation weitaus langsamer steigen. Erst bei fast maximalem Grad an Funktionalität steigen auch hier die Kosten steil an.

Medienzugriffsverfahren

Da es sich bei der Verbindung der Busteilnehmer lediglich um eine einzige Leitung handelt, benötigt man eine Mehrfachzugriffsverwaltung. Beim EIB wird das CSMA/CA-Verfahren (Carrier Sense Multiple Access / Collision Avoidance) eingesetzt. Dieses Verfahren ist dem CSMA/CD-Zugriffverfahren, welches in der Netzwerktechnik bei Ethernet eingesetzt wird, sehr ähnlich. Das Verfahren selbst wird unter anderem bei Wireless Lan Netzwerken eingesetzt.

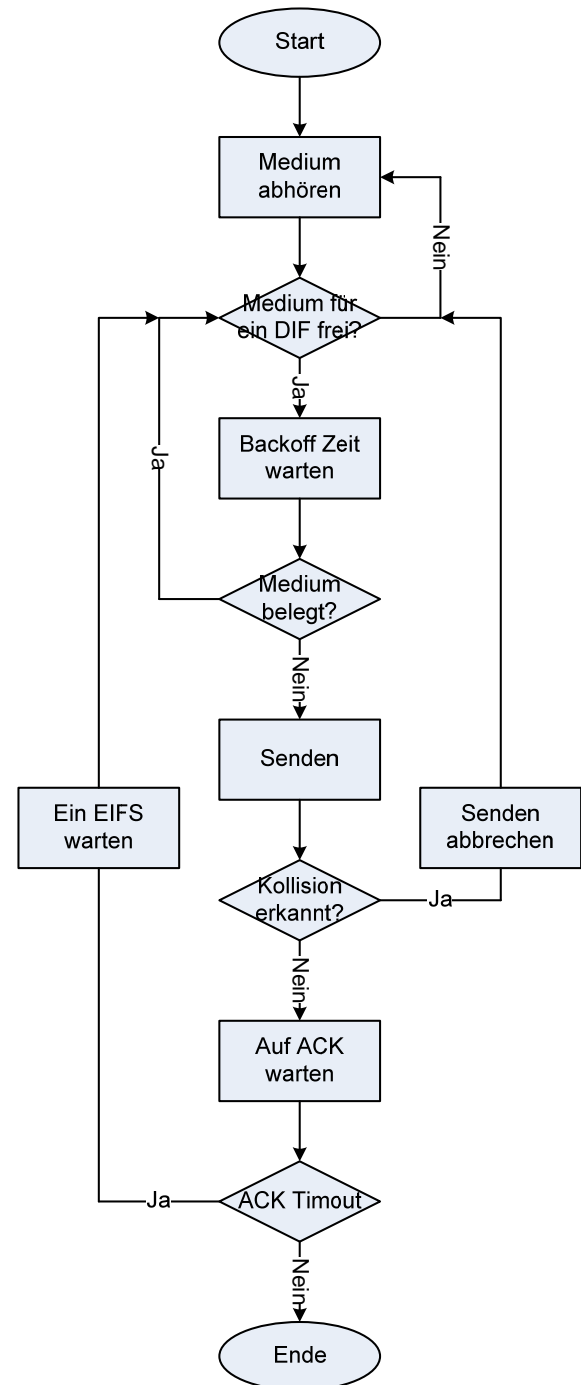
Senden

Vor dem Senden eines Telegramms wird zu allererst die Leitung „abgehört“. Sobald die Leitung für ein DIFS (Distributed Coordination Function Interframe Spacing), der Zeit die vor dem Senden eines Normalen Datenpaketes vergangen sein muss, frei ist, wartet der Teilnehmer eine, nach dem Backoff-Algorithmus berechnete, Zufallszeit ab, überprüft nochmals das Medium und beginnt dann zu senden. Während des Sendens „lauscht“ der Teilnehmer weiterhin auf der Leitung um sicherzustellen, dass eventuelle Kollisionen erkannt werden.

Falls der sendende Teilnehmer eine Kollision erkennt bricht er das Senden ab und kehrt zum Wartezustand auf ein freies DIFS zurück.

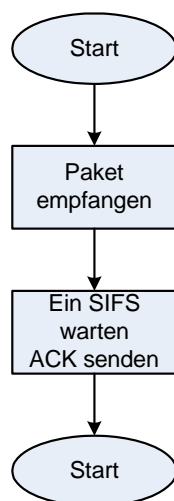
Falls der Teilnehmer während des Sendens keine Kollision erkannt hat, wartet er auf eine Bestätigung, ACK (Acknowledge), des Empfängers. Trifft diese nicht vor Ablauf des ACK Timeouts ein, wird die Übertragung als fehlgeschlagen bewertet, er wartet ein EIFS (Extended Interframe Spacing), die Zeit die nach einer erkannten Kollision vergangen sein muss und kehrt zum Wartezustand zurück.

Kommt die Bestätigung jedoch rechtzeitig beim Sender an, so wird die Übertragung als Erfolg bewertet und beendet.



Empfangen

Wenn ein Teilnehmer ein für ihn bestimmtes Paket empfängt, wartet er ein SIFS (Short Interframe Spacing), die Zeit die vor dem Senden eines ACKs vergangen sein muss, ab und sendet danach ein ACK.



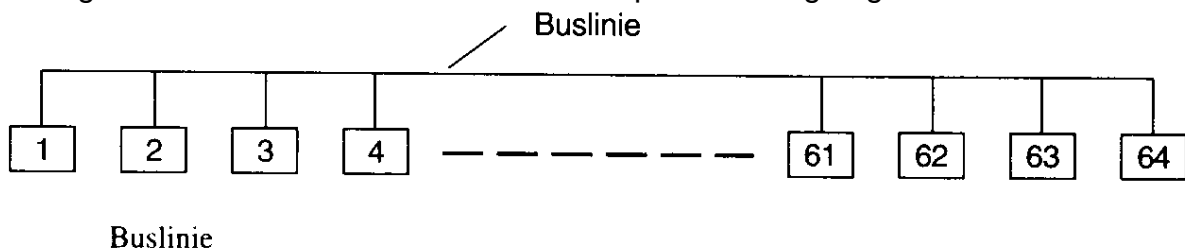
Physikalische Aspekte

Als besonders geeignet für die Gebäudesystemtechnik hat sich die Baumtopologie erwiesen. Diese Topologie kommt den physikalischen Gegebenheiten in einem Gebäude am weitesten entgegen.

Ein typischer EIB-Baum besteht aus drei Linientypen. Der Buslinie, der Hauptlinie und der Bereichslinie.

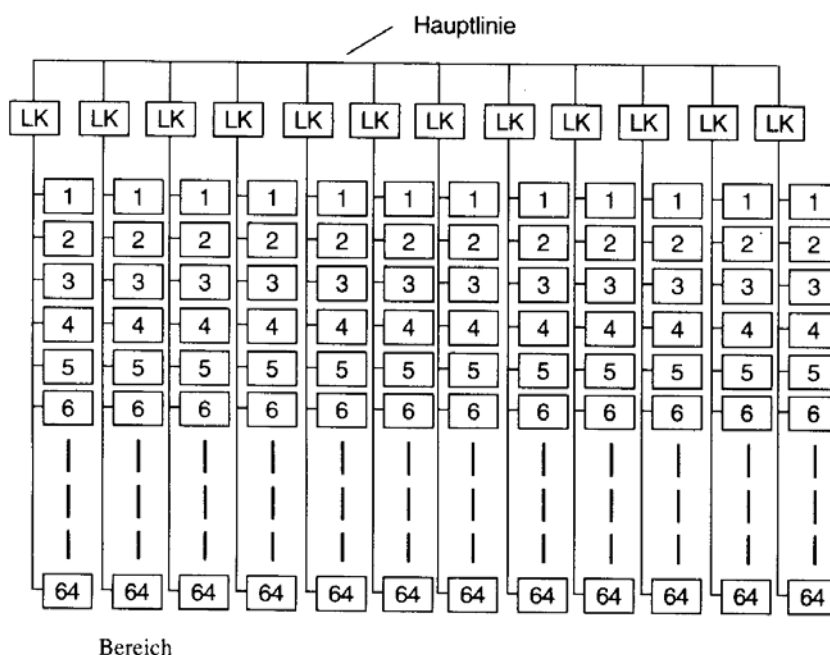
Buslinie

Die Buslinie stellt die kleinste Einheit eines Busses dar. Kleinere Aufgabenstellungen können auch alleine durch Buslinien realisiert werden. Theoretisch können pro Buslinie max. 255 Teilnehmer untergebracht werden. Praktisch können allerdings, begrenzt durch die maximale Sendeleistung der Teilnehmer, nur 64 Teilnehmer untergebracht werden und miteinander kommunizieren. Werden mehr Teilnehmer benötigt muss dem Bus mindestens eine Hauptlinie hinzugefügt werden.



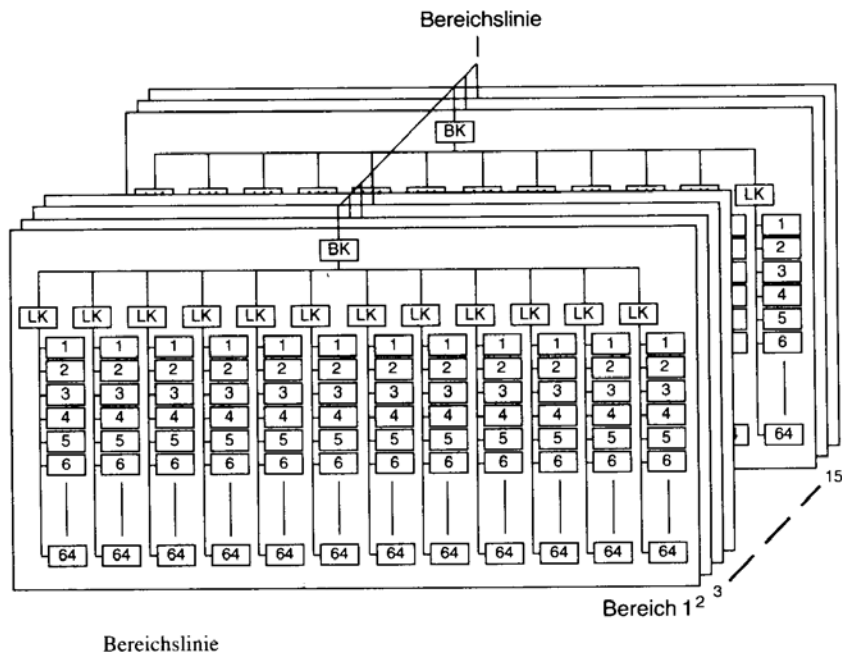
Hauptlinie

Über Linienkoppler (LK) können maximal 12 Buslinien zu einer Hauptlinie zusammengeführt werden, welcher Bereich genannt wird. Dabei können auch Teilnehmer in unterschiedlichen Buslinien über die Hauptlinie miteinander kommunizieren. Somit können maximal $12 \cdot 64 = 768$ Teilnehmer miteinander kommunizieren. Falls mehr Teilnehmer benötigt werden muss dem Bus mindestens eine Bereichslinie hinzugefügt werden.



Bereichslinie

Über Bereichskoppler (BK) können maximal 15 Hauptlinien (Bereiche) zusammengeführt werden. Durch diesen Zusammenschluss können maximal $12 \cdot 64 \cdot 15 = 11520$ Teilnehmer miteinander kommunizieren.

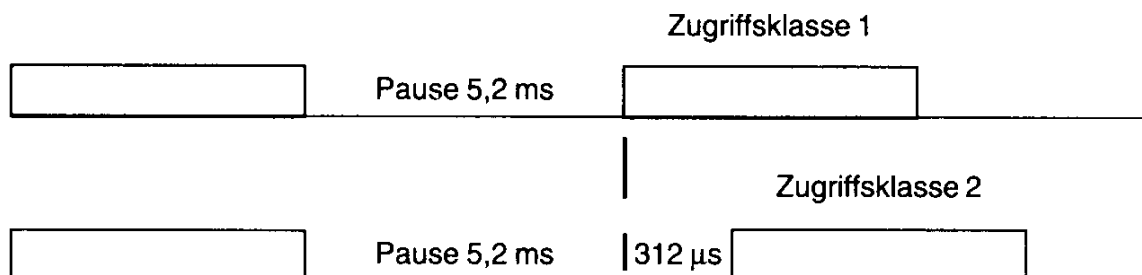


Zeitverhalten

Beim EIB gibt es für die verschiedenen Arten von Telegrammen verschiedenen Prioritätsstufen, welche in zwei Zugriffsklassen zusammengefasst sind. Die Prioritätsstufen lauten wie folgt:

- Zugriffsklasse 1
 - o System-Funktion
 - o Alarmfunktion
 - o Telegrammwiederholungen
- Zugriffsklasse 2
 - o Hohe Betriebspriorität
 - o Niedrige Betriebspriorität

Das entscheidende bei den Zugriffsklassen ist, dass Telegramme der Zugriffsklasse 1 312 Mikrosekunden vor Telegrammen der Zugriffsklasse 2 gesendet werden.



Zusätzliche Wartezeit für Telegramme der Zugriffsklasse 2

Kollisionen können dadurch nur zwischen Alarm- und Systemfunktionen, sowie Prioritätstelegrammen auftreten. Des Weiteren ist dadurch sichergestellt, dass bei einer Kollision zwischen einem System- und einem Prioritätstelegramm, sich das Systemtelegramm durchsetzt, da der Sender des Prioritätstelegramms die Kollision als erster erkennt und das Senden einstellt.

Kommunikationsmodell

Das Kommunikationsmodell setzt sich im Wesentlichen aus vier verschiedenen Schichten zusammen und kann in gewissen Punkten mit dem des DoD-Schichtenmodells verglichen werden.

EIB		DoD	
Anwendung(APC)		Process	HTTP, SMTP, FTP, DNS
Telegramm	Transport (TPC)	Host-to-Host	TCP, UDP
	Vermittlung	Internet	IP, IPX
Bitübertragung		Network Access	Ethernet, ATM

Anwendungsschicht

Die Oberste Schicht stellt die jeweilige Anwendung dar. Sie entscheidet welche Informationen an Teilnehmer verschickt werden und ist für das Interpretieren von eingehenden Nachrichten zuständig. Auch beim DoD Schichtmodell ist die oberste Schicht die Anwendungsschicht und repräsentiert Applikationen wie Webbrowser, E-Mail Client,

Transport & Vermittlungsschicht

Die Transport und Vermittlungssicht ist für das korrekte Übertragen von Daten zuständig. Beim EIB wird aus den von der Anwendungsschicht erhaltenen Informationen ein sogenanntes Telegramm gebildet. Ein Telegramm enthält sowohl Informationen zur Vermittlung als auch Informationen die dazu benötigt werden um eine Verbindung auf- bzw. abzubauen. Daher lassen sich diese beiden Schichten im EIB-Schichtmodell nicht ganz voneinander trennen. Hingegen ist beim DoD Schichtmodell eine klare Trennung zwischen der Transportschicht (TCP/UDP) und der Vermittlungsschicht (IP) zu erkennen.

Bitübertragungsschicht

Die Bitübertragungsschicht ist die letzte Schicht im EIB Kommunikationsmodell. Sie ist für das Aussenden der erstellten Telegramme über den Bus zuständig. Das zur Übertragung verwendete Medium ist dabei frei wählbar. Beispielsweise gibt es Implementierungen die das Stromnetz als Übertragungsmedium benutzen.

Das Empfangen

Das Empfangen solch eines Telegramms findet in die genau entgegengesetzte Richtung statt. Der Empfänger lauscht ständig auf dem Übertragungsmedium.

Sobald im Header eines Telegramms die eigene Adresse als Zieladresse entdeckt wird, beginnt der Empfänger die Daten auszuwerten und an die darüber liegende Schicht zu übergeben.

Telegramm

Der Informationsaustausch zwischen den einzelnen Busteilnehmern findet über sogenannte Telegramme statt. Jedes Telegramm besteht aus folgenden Informationen.

Octet 0	1	2	3	4	5	6	7	8	...	N-1	N<=22
Kontrollbyte	Quelladresse		Zieladresse	DRL	TPCI	APCI	Daten / APCI	Daten		Checksumme	

Wiederholung

W = 1 bezeichnet ein neu gesendetes Telegramm. Bei einer Telegramm wiederholung (im Fehlerfall) wird dieses Bit auf null gesetzt. Damit wird verhindert, dass Empfänger in einer Gruppe, die das Telegramm richtig empfangen haben den Befehl zweimal ausführen.

Steuerfeld

Über das, zwei Bit lange Steuerfeld oder auch Kontrollbyte wird die Priorität einer Nachricht festgelegt. Man unterscheidet dabei zwischen folgenden Prioritätsstufen:

- 00 = System (höchste Priorität)
- 10 = Alarm (zweithöchste Priorität)
- 01 = Normal (hohe Operationspriorität)
- 11 = Auto (niedere Operationspriorität)

Aufgrund der Dominanz der 0 gegenüber der 1 nach der Kodierung wird so sichergestellt, dass nach einer Kollision eine Nachricht mit einer höheren Priorität vor einer Nachricht mit einer niedrigeren Priorität übertragen wird.

Quelladressfeld / Zieladressfeld

Siehe Kapitel Adressierung

DRI

Das DRI Byte enthält sowohl das Routingfeld als auch die Längenangabe

Routingfeld

Das Routingfeld stellt einen Zähler dar, der bei einer Weiterleitung durch einen Bereichs- oder Linienkoppler inkrementiert wird. Wenn der Wert im Routingfeld gleich null ist, wird das Telegramm nicht mehr weitergeleitet. Standardmäßig wird er Zähler mit 6 initialisiert. Wird der Routing wert mit 7 initialisiert wird eine Dekrementierung verhindert.

Längenangabe

Dieses Feld gibt aufschluss über die Länge der Nutzinformationen

TCPI

Gibt Aufschluss über das Kommunikationsverfahren; Grundsätzlich kann zwischen verbindungsorientierten und verbindungslosen Übertragungen unterschieden werden.

- 00 = Unnumbered Data Packet (UDT)
Es handelt sich um ein Datenpaket, welches zum Beispiel an eine Gruppe verschickt wird.
- 10 = Unnumbered Control Data (UCD)
Ist ein sogenanntes Kontrolldatenpaket und dient zur Quittierung eines UDT Paketes.
- 01 = Numbered Data Packet (NDT)
Wie der Name Numbered Data Packet erahnen lässt, handelt es sich hierbei um eine Übertragung von Daten über mehrere Telegramme. Dabei wird jedem Telegramm eine Nummer beigefügt.
- 11 = Numbered Control Data (NCD)
Ein NCD Paket wird benutzt um ein zuvor über NDT erhaltenes Telegramm zu quittieren.

APCI

APCI bedeutet Application Layer Protocol Control Information und sind standardisierte Befehle die mit in diesem Feld eingetragen werden können.

Die Nutzdaten

Die Nutzdaten beziehungsweise die Befehle werden in das Nutzdatenfeld geschrieben.

Prüfsumme

Als letztes Element wird dem Telegramm eine errechnete Prüfsumme beigefügt um die Integrität der Daten zu sichern.

Die Prüfsumme wird errechnet indem von allen Bytes eines Telegramms alle Bits gleicher Stelle addiert werden. Ist das Ergebnis solch einer Addition geradzahlig wird an der entsprechenden Stelle im Prüfbyte das Bit auf 1 gesetzt, ansonsten auf 0.

Beispiel:

BC 1011 1100

11 0001 0001

01 0000 0001

11 0001 0001 < - Prüfbyte

Somit werden alle Informationen übergeben die benötigt werden um eine Aktion erfolgreich auszuführen.

Adressierung

Wie bei jedem Bussystem lauschen auch beim EIB alle Teilnehmer auf einer Leitung. Um die einzelnen Teilnehmer identifizieren zu können, werden zwei Byte lange Adressen verwendet. Man unterscheidet zwischen zwei verschiedenen Adressierungsverfahren.

Physikalische Adresse

Die physikalische Adresse kennzeichnet einen Teilnehmer eindeutig und wird bei der Installation des Bussystems vergeben. Die physikalische Adresse setzt sich aus der Bereichsnummer (max 15), der Hauptliniennummer (max 15) und der Teilnehmernummer zusammen (max 255) zusammen. Die hier aufgeführte Anzahl von Teilnehmern kann nur Theoretisch erreicht werden, da die tatsächliche Anzahl durch die Sendeleistung der einzelnen Teilnehmer begrenzt ist.

Bit 15	Bit 14	Bit 13	Bit 12	Bit 11	Bit 10	Bit 9	Bit 8
B3	B2	B1	B0	L3	L2	L1	L0

Bereichsadresse B3...B0
Linienadresse L3...L0
Teilnehmeradresse T7...T0

Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
T7	T6	T5	T4	T3	T2	T1	T0

Logische Adresse

Bei der logischen Adressierung werden verschiedene Teilnehmer über eine Gruppenadresse adressiert. Die Gruppenadresse ist ortsunabhängig und ermöglicht daher beispielsweise eine gleichzeitige Abschaltung aller Lichter in verschiedenen Gebäuden. Die Logische Adresse wird nach dem Einbau softwareseitig zugewiesen und kann jederzeit geändert werden.

Da eine Differenzierung zwischen physikalischen und logischen Adressen nötig ist, wird der logischen Adresse ein zusätzliches 17 Bit hinzugefügt.

Als Absenderadresse wird immer die physikalische Adresse des Absenders eingetragen.

Topologie

Unter Topologie versteht man die Anordnung der verschiedenen Teilnehmer. Man kann dabei zwischen physikalischer und logischer Topologie unterscheiden. Die physikalische Topologie beschreibt den Aufbau der Verkabelung, hingegen beschreibt die logische Topologie die Zuordnung der Teilnehmer zu den unterschiedlichen Gruppen.

Beim EIB System hat sich die Baumstruktur als besonders gut erwiesen. Da sie sich mit ihrem Aufbau (bestehend aus einer Wurzel mehrern Links und an den Links angeschlossenen Teilnehmern) der einer Gebäudestruktur ähnelt.

Kommunikationsbeispiel

Physikalische Adresse

Teilnehmer 1 befindet hat die physikalische Adresse 1.2.1 und sendet eine Anfrage an den Sensor mit der Adresse physikalischen Adresse 1.1.2. Das gebildete Telegramm wird auf dem Bus des von Teilnehmer 1 ausgesendet. Der Linienkoppler 1.2.0 erkennt dass sich der Teilnehmer an den sich diese Anfrage richtet nicht auf dieser Linie befindet und leitet die Anfrage eine ebene höher an die Hauptlinie. Der ebenfalls mit der Hauptlinie verbunden Linienkoppler 1.1.0 erkennt, dass sich der Teilnehmer innerhalb seiner Linie befindet und leitet das Telegramm seinen Bus weiter.

Logische Adresse

Während der Programmierung wird jedem Linien- oder Bereichskoppler zugewiesen ob sich ein Gerät mit einer bestimmten Gruppenadresse innerhalb seines „Verwaltungsbereiches“ liegt. Wird nun ein Paket mit einer bestimmten Gruppenadresse ausgesandt wird es von jedem Bereichs oder Linienkoppler weitergeleitet wenn sich ein Gerät mit entsprechender Gruppenadresse in einer anderen Linie oder Bereich befindet.