

INTERBUS GRUNDLAGEN

Für die Vorbereitung zum INTERBUS-Telepraktikum
<http://www.telepraktikum.de> empfohlen.

Prof. Dr.-Ing. Reinhard Langmann

FH Düsseldorf

Labor Prozeßlenkung

<http://www.teleautomation.de>

Email: R.Langmann@t-online.de

1	<i>INTERBUS-Historie</i>	5
2	<i>Allgemeine Eigenschaften</i>	7
2.1	Hauptaufgabe	7
2.2	Anwendungsbereich	8
2.3	Funktionsweise	10
3	<i>Systemaufbau</i>	13
3.1	Buselemente	13
3.2	Bussegmente	15
3.3	Netzkonfiguration	21
4	<i>Datenübertragung</i>	23
4.1	Protokollstruktur	23
4.2	Bitübertragung	24
4.3	Summenrahmenprotokoll	25
4.4	Prozeßdatenkanal	27
4.5	Parameterkanal	28
4.6	Anwendungsschnittstellen	30
4.7	Netzwerkmanagement	31
5	<i>Elektrischer Aufbau</i>	33
5.1	Protokollchip	33
5.2	Peripheriebussteilnehmer	35
5.3	Fernbusteilnehmer	36
5.4	INTERBUS-Loop-Teilnehmer	37
6	<i>Systemkomponenten</i>	39
6.1	Anschaltbaugruppen für offene Rechnersysteme	39
6.2	Anschaltbaugruppen für SPS	41
7	<i>Gerätemodule</i>	43
7.1	Gerätemodule für Kompaktstationen	43
7.2	Automatisierungsklemmen	44
7.3	Einzelbaugruppen	48
8	<i>Adressierung von INTERBUS-Daten</i>	49
8.1	Adressierungsmethoden	50
8.2	Adressierung in speicherprogrammierbaren Steuerungen	52
8.3	Adressierung in PC-Steuerungen	54
9	<i>Gerätetechnischer Aufbau</i>	55

9.1	Planung und Projektierung	56
9.2	Montage	57
9.3	Anschluß und Verkabelung	57
10	<i>Diagnose in INTERBUS-Systemen</i>	<i>61</i>
10.1	INTERBUS-Diagnosekonzept.....	61
10.2	Optische Anzeigen.....	62
10.3	Software-Diagnose	64
11	<i>Offene Automatisierung mit INTERBUS</i>	<i>65</i>
11.1	Industrie-PC-Technik.....	65
11.2	Datenschnittstellen.....	66
12	<i>Automatisierungssoftware PC WORX.....</i>	<i>69</i>
12.1	INTERBUS-Konfigurator.....	69
12.2	IEC-61131-Programmierung	70
12.3	Visualisierung	71
	<i>Index</i>	<i>73</i>
	<i>Anhang</i>	<i>75</i>
	Anhang A: Wichtige Anschriften.....	75
	Anhang B: INTERBUS-Literatur.....	76

1 INTERBUS-Historie

Bereits 1983 erarbeitete das Unternehmen Phoenix Contact ein Pflichtenheft für einen industriegerechten Feldbus. Darauf aufbauend wurde in einer Kooperation mit Rechnerherstellern und Hochschulen die Protokoll- und Hardwaredefinition für einen echtzeitfähigen Sensor-Aktor-Bus erarbeitet und 1987 auf der Hannover-Messe vorgestellt. Primäres Einsatzgebiet dieses Bussystems – anfangs als *Interbus-S* bezeichnet – sollte die auf Geschwindigkeit optimierte zeitdeterministische Übertragung von Sensor-Aktor-Daten (Prozeßdaten) sein. In den folgenden Jahren entstand durch Phoenix Contact und andere Hersteller ein umfangreiches und vielfältiges Sortiment an Buskomponenten und Feldgeräten. Interbus-S entwickelte sich weltweit zu einem der führenden Feldbussysteme in der industriellen Automatisierung.

Mit dem zunehmenden Einsatz offener Steuerungssysteme und der Entwicklung PC-basierender Automatisierungslösungen ab etwa Mitte der 90er Jahre erfolgte eine Umbenennung des Bussystems in *INTERBUS* und eine verstärkte Ausrichtung auf eine dezentrale Automatisierung mit fabriksweit einheitlichen und standardisierten Kommunikationsstrukturen. Meilensteine auf diesem Weg waren z.B.

- 1995 Entwicklung des INTERBUS-Loop (auch: Sensor-Loop, Installationslokalbus) als konsequente Erweiterung des INTERBUS nach „unten“, in Richtung technischer Prozeß, zum direkten Anschluß von Sensoren/Aktoren über ein zweiadriges Kabel;
- 1996 Vorstellung neuer G4-Baugruppen (G4 = Generation 4) zur Verbindung von INTERBUS mit „oben“, mit der Office-Welt (PC, Ethernet, TCP/IP); Gründung der Nutzergruppe Open Control;
- 1997 Vorstellung von INTERBUS INLINE, einer weiteren Komponente der INTERBUS-Technologie zur Realisierung individueller und vernetzter Automatisierungslösungen.

Ab 2000 wird durch die Bereitstellung industrietauglicher Ethernettechnik verstärkt die Integration von INTERBUS und Ethernet/TCP/IP zur Schaffung konsistenter Kommunikationsstrukturen für die Industrieautomatisierung vorangetrieben.

Parallel zur technischen Entwicklung und Funktionserweiterung von INTERBUS entstanden eine Reihe von unterstützenden Aktivitäten der Hersteller und Anwender. Dazu gehören u.a. 1992 die Gründung der Nutzervereinigung INTERBUS-Club e.V. und die Entwicklung von Anwendungsprofilen (beginnend 1992 mit dem DRIVECOM-Profil für elektrische Antriebe) durch Arbeitsgruppen des INTERBUS-Clubs.

Ab 1993 vergibt der INTERBUS-Club ein Zertifizierungssymbol für INTERBUS-Geräte auf der Grundlage einer bestandenen Konformitäts- und Interoperabilitätsprüfung.

1998 ist INTERBUS weltweit das führende Feldbussystem mit einem Marktanteil von 37,4%. Es sind mehr als 2,5 Millionen Geräte im Einsatz, 2000 Gerätetypen im Handel und 1000 Hersteller im Angebot.

2 Allgemeine Eigenschaften

2.1 Hauptaufgabe

Moderne Automatisierung benötigt den durchgängigen Informationsfluß und eine Unterstützung offener und flexibler Steuerungsarchitekturen. Mit der INTERBUS-Technologie ist ein offenes Feldbussystem verfügbar, das die gesamte Prozeßperipherie einheitlich praktisch für alle Steuerungsfabrikate erschließt.

Mit INTERBUS lassen sich über ein serielles Buskabel Sensoren und Aktoren verbinden, Maschinen und Anlagenteile steuern, Fertigungszellen vernetzen und die Kommunikation mit Leitwarten sowie Betriebsdaten- und Maschinendatenerfassung (BDE/MDE) durchführen. Damit realisiert INTERBUS wesentliche Anforderungen an ein leistungsfähiges Steuerungskonzept wie:

- eine wirtschaftliche Lösung mit Bussystemen, die serielle Datenübertragung ermöglichen und den Aufwand an Parallelverkabelung reduzieren,
- ein offenes und herstellerneutrales Vernetzungskonzept, welches eine einfache Anbindung an vorhandene Steuerungen ermöglicht und
- Flexibilität im Hinblick auf zukünftige Umrüstungen oder Erweiterungen.

INTERBUS wird als kompakter Strang, der einer Richtung folgt, in der zu automatisierenden Anlage verlegt. Eine Anschaltbaugruppe bildet die Schnittstelle zwischen einer Steuerung oder einem Industrie-PC (IPC) und INTERBUS. Das Bussystem verbindet alle in der Anlage vorhandenen Peripheriekomponenten - die auch als *INTERBUS-Teilnehmer* bezeichnet werden - über die Anschaltbaugruppe mit dem Steuerungs- bzw. Rechnersystem.

Das speziell auf die Anforderungen der Automatisierungstechnik optimierte INTERBUS-Protokoll überträgt mit gleicher Effektivität und Sicherheit sowohl Einzelbitinformationen vom Endschalter oder zum Schaltgerät (Prozeßdaten), wie auch komplexe Programme oder Datensätze zu intelligenten Feldgeräten (Parameterdaten). Bild 1 veranschaulicht den prinzipiellen Aufbau einer INTERBUS-Steuerung.

Prozeßdaten werden im starren und zyklischen Zeitraster unter Echtzeitbedingungen übertragen, während *Parameterdaten* azyklisch und bedarfsorientiert die Übertragung größerer Datenmengen übernehmen.

Die Durchgängigkeit einer INTERBUS-Vernetzung für völlig unterschiedliche Aufgaben innerhalb eines Automatisierungssystems - prinzipiell gesichert durch das einheitliche Protokoll - wird durch weitere Maßnahmen unterstützt. Dazu gehören u.a.

- die Anpassung der Übertragungsphysik „nach unten“ zur installationsfreundlichen Anschaltung von Einzelsensoren und -aktoren,

- die Bereitstellung von Schnittstellenkopplern „nach oben“, die eine direkte Anbindung von INTERBUS-Netzwerken an Fabrik- und/oder Firmennetze (Ethernet-Netzwerk) realisieren und
- die Sicherung einer einfachen Konfigurierung, Projektierung und Diagnose mit einheitlichen Software-Bedienwerkzeugen.

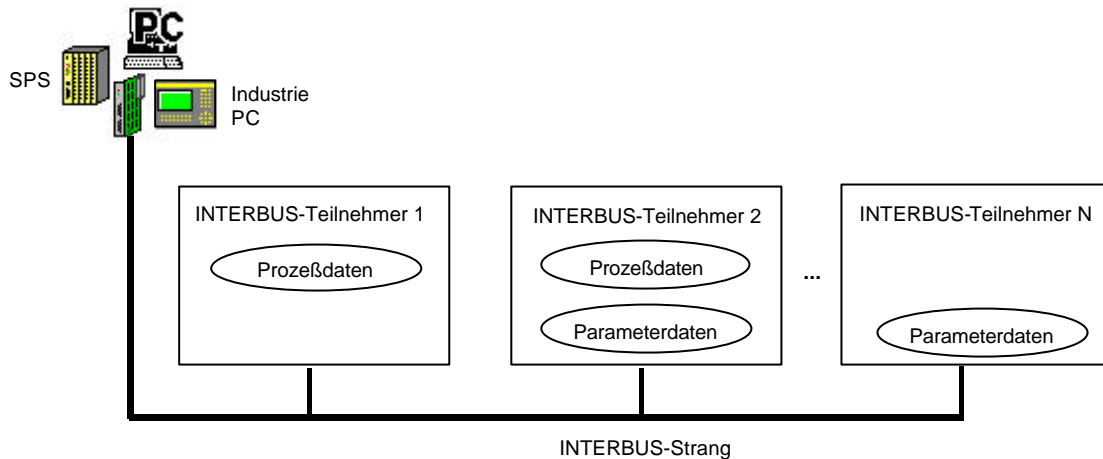


Bild 1: Prinzipieller Aufbau einer INTERBUS-Steuerung

2.2 Anwendungsbereich

Mit seinen besonderen Eigenschaften und dem umfangreichen Produktangebot hat sich INTERBUS erfolgreich in allen Branchen etabliert. Traditionelles Einsatzgebiet ist die Automobilindustrie, aber auch in anderen Bereichen wie z.B. Lager- und Fördertechnik, Papier- und Druckindustrie, Nahrungsmittelindustrie, Gebäudeautomatisierung, Holzverarbeitende Industrie, Montage- und Handhabungstechnik, allgemeiner Maschinenbau und in letzter Zeit auch in der Verfahrenstechnik wird INTERBUS als Automatisierungslösung zunehmend genutzt. Gegenwärtig ist INTERBUS weltweit in über 125 000 Anwendungen eingesetzt.

Neben Standardanwendungen für den Anschluß einer großen Zahl von Sensoren/Aktoren im Feldbereich an die übergeordnete Steuerung durch ein serielles Bussystem, können mit INTERBUS auch eine Reihe spezieller Anwendungsforderungen erfüllt werden. Die folgenden Beispiele verdeutlichen dazu einige charakteristische Einsatzfälle:

Einsatz von Lichtwellenleiter

Für den Einsatz unter kritischen Umgebungsbedingungen oder bei elektromagnetischen Einflüssen kann das serielle INTERBUS-Kabel durch Lichtwellenleiter (LWL) ersetzt werden. Je nach Anforderung kann der Anwender zwischen den Übertragungsmedien Kupfer oder LWL wählen, ohne daß sich die Topologie des Netzwerkes oder der Aufbau des Systems ändert. Dabei ist das beliebige Mischen beider Übertragungsmedien im Netzwerk ohne Einschränkungen möglich.

Dezentrale Energieverteilung

INTERBUS bietet eine dezentrale Energieverteilung, d.h. die gekoppelte Übertragung von Steuerungs- oder Parameterinformationen mit der Leistungsübertragung, an. Es wurden Module entwickelt, die neben der INTERBUS-Funktion auch die dreiphasige Netzspannung von 400 V oder eine Gleichspannung von 24 V über ein zusätzliches Kabel von Modul zu Modul übertragen. Damit entfällt die bisher übliche sternförmige Leistungsverkabelung (Bild 2).

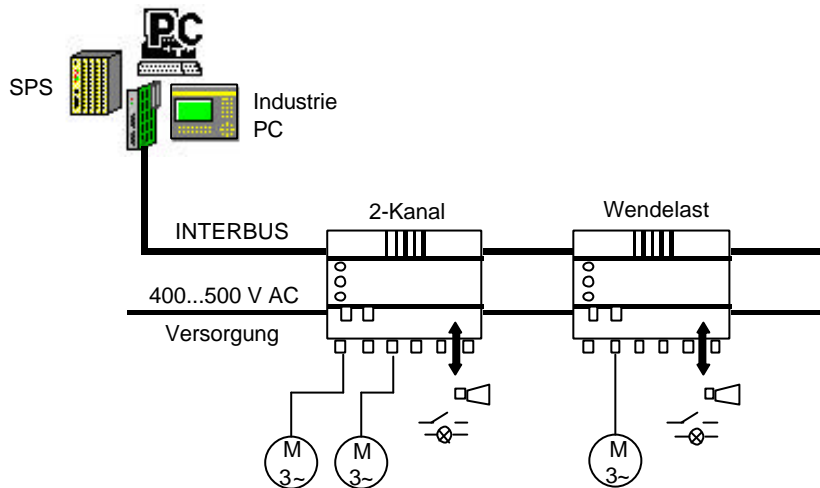


Bild 2: Dezentrale Energieverteilung mit INTERBUS

Synchronisation von Antrieben

In der Verfahrenstechnik wird in vielen Anwendungen der Gleichlauf von Antrieben gefordert. Eine konkrete Anwendung ist z.B. eine Walzstraße mit drei unmittelbar aufeinanderfolgenden Walzen (Bild 3).

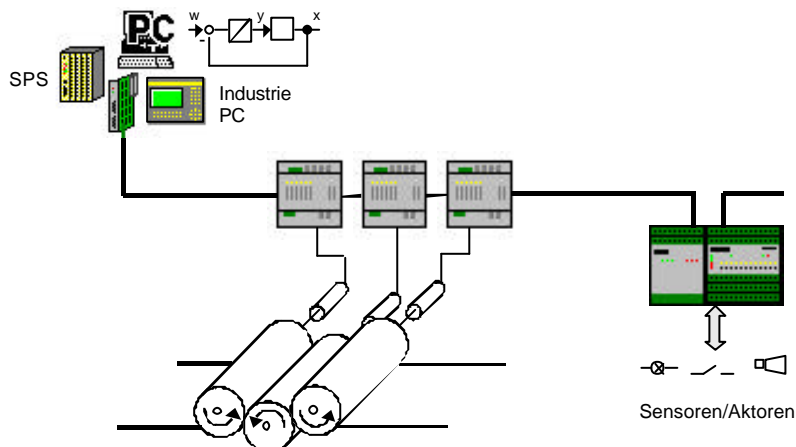


Bild 3: Regelkreisanwendung in einer Walzstraße

Gleichlauf und der damit verbundene gleichmäßige Materialdurchsatz sind hier notwendig. Mittels einer INTERBUS-Regleinrichtung ist dieser Gleichlauf durch Steuerung der Synchronisation von INTERBUS-Zyklus und Steuerungszyklus realisierbar.

Dynamische Änderung der Busstruktur

Anwendungsbedingt kann es vorkommen, daß sich der Busaufbau im laufenden technischen Prozeß dynamisch ändert. Beispiel hierfür ist das An- und Abdocken von Werkzeugträgern an ein Bearbeitungszentrum. Hierbei ist es notwendig, an einem Anschlußpunkt unterschiedliche Busteile zu aktivieren (Bild 4).

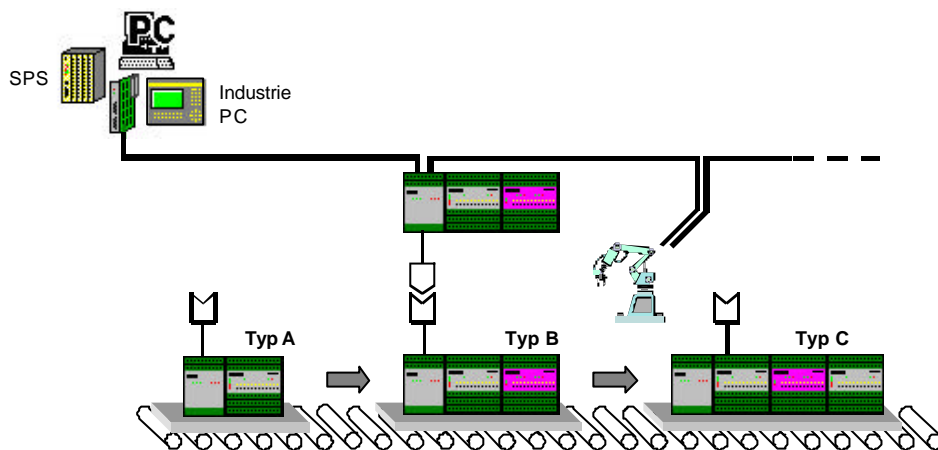


Bild 4: Alternativer und wechselnder Busaufbau in einem Bearbeitungszentrum

Mit INTERBUS wird die Gesamtkonfiguration inklusive aller Alternativen projektiert und in der Anschaltbaugruppe hinterlegt. Die Auswahl der dann zu startenden Alternative wird über das Anwendungsprogramm gesteuert.

2.3 Funktionsweise

INTERBUS arbeitet mit einem *Master-Slave-Zugriffsverfahren*, wobei der Master gleichzeitig die Kopplung an das übergeordnete Steuerungs- oder Bussystem realisiert. Topologisch ist INTERBUS ein *Ringsystem* mit aktiver Kopplung der Kommunikationsteilnehmer.

Ausgehend vom INTERBUS-Master, der Anschaltbaugruppe, sind alle Teilnehmer aktiv an das Ringsystem angeschlossen. Jeder INTERBUS-Teilnehmer (Slave) hat zwei getrennte Leitungen für den Hin- und Rückweg der Datenübertragung. Dadurch wird die im einfachen Ringsystem notwendige Rückleitung vom letzten Teilnehmer zum ersten Teilnehmer vermieden. Die Hin- und Rückleitungen werden in einem Kabel geführt. Aus der Sicht der Installation gleicht INTERBUS daher den Bus- bzw. Linienstrukturen, da nur *ein* Buskabel von Teilnehmer zu Teilnehmer gezogen wird.

Zur Strukturierung eines INTERBUS-Systems können an dem vom Master ausgehenden Hauptring zur Strukturierung Subringsysteme (Bussegmente) gebildet werden. Die Ankopplung solcher Subringsysteme erfolgt durch *Buskoppler* (auch als Busklemmen bezeichnet). Bild 5 zeigt die Basisstruktur eines INTERBUS-Systems mit Hauptring und zwei Subringsystemen.

Von der Anschaltbaugruppe ausgehend wird der *Fernbus* installiert. An den Fernbus werden Fernbusgeräte und Buskoppler angeschlossen. Jeder Buskoppler verbindet den Fernbus mit einem Subringsystem. Es gibt zwei verschiedene Typen von Subringsystemen, die in unterschiedlichen Installationsausführungen vorliegen:

- Der *Lokalbus* (Peripheriebus) besitzt lokale Ausprägung, verbindet *Lokalbusgeräte* und wird typischerweise zur Bildung lokaler E/A-Kompaktstationen, z.B. im Schaltschrank oder als robuste Ausführung zur direkten Montage an Maschinen/Anlagen, genutzt.

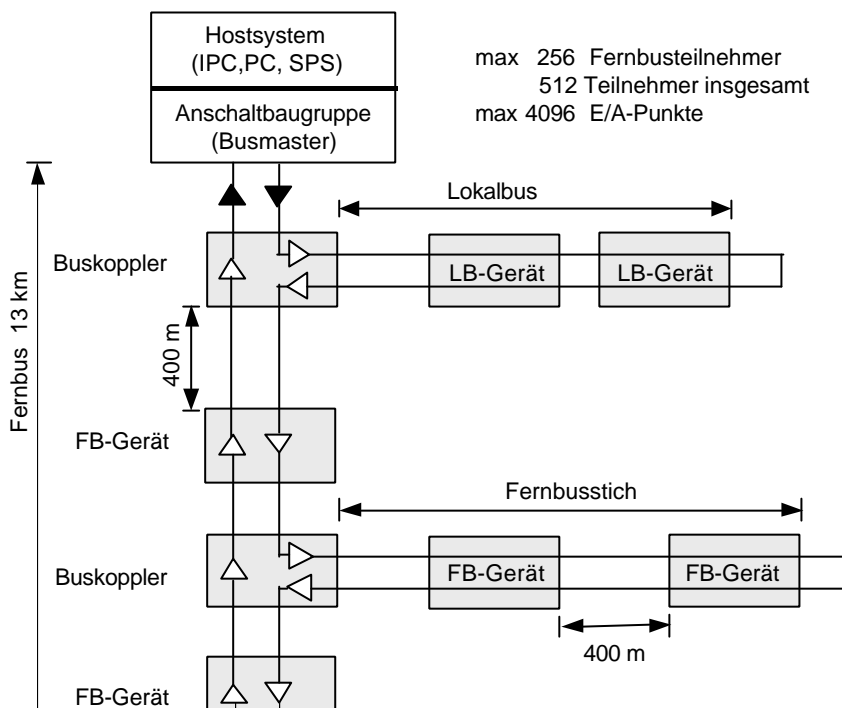


Bild 5: Basisstruktur eines INTERBUS-Systems

- Der *Fernbusstich* verbindet *Fernbusgeräte* und realisiert die Ankopplung dezentraler Teilnehmer über große Distanzen. Mit Fernbusstichen können komplexe Netztopologien aufgebaut werden die sich optimal an die Struktur eines komplexen, weiträumig verteilten technischen Prozesses anpassen.

Das INTERBUS-Fernbuskabel realisiert eine RS-485-Verbindung und benötigt aufgrund der Ringstruktur und des zusätzlichen Mitführens einer Ausgleichsleitung zwischen zwei Fernbusmitgliedern fünf Leitungen.

Den Lokalbus gibt es basierend auf unterschiedlicher Übertragungsphysik mit 9 Leitungen und TTL-Pegel für kurze (bis 1,50 m) und als zweiadriges Kabel mit einer TTY-ähnlichen Stromschnittstelle für mittlere Entfernungen (bis 10 m).

Durch die integrierte Verstärkerfunktion in jedem Fernbusmitglied lässt sich eine Gesamtausdehnung des INTERBUS-Systems von bis zu 13 km erreichen. Die Anzahl der INTERBUS-Teilnehmer wurde, um das System handhabbar zu halten, auf maximal 512 Teilnehmer begrenzt.

INTERBUS arbeitet als ein über alle Busteilnehmer *verteilt*es Schieberegister und nutzt zur Datenübertragung das E/A-orientierte Summenrahmenverfahren. Jedes Busgerät enthält Datenspei-

cher, die über die Ringverbindung des Bussystems zu einem großen Schieberegister zusammengesetzt sind. Bild 6 verdeutlicht das Prinzip der Datenübertragung.

Der Master stellt ein Datenpaket, verpackt im Summenrahmen, im Sendeschieberegister bereit. Das Datenpaket enthält die Folge der an alle Busteilnehmer zu übertragenden Daten (A-Daten). In den Busteilnehmern befinden sich die zum Master zu übertragenden Daten (E-Daten) im entsprechenden Datenregister (Bild 6a).

In einem Datenzyklus werden nun die A-Daten vom Master zu den Teilnehmern und die E-Daten von den Teilnehmern zum Master transportiert. Der Master schiebt zuerst das Loopback-Wort durch den Ring. Am Ende des Datenzyklus ist das Loopback-Wort vom Master empfangen worden. Das Loopback-Wort hat die A-Daten „hinter sich hergezogen“, während die E-Daten vor dem Loopback-Wort „hergeschoben“ wurden. Somit ergibt sich eine Vollduplex-Datenübertragung (Bild 6b).

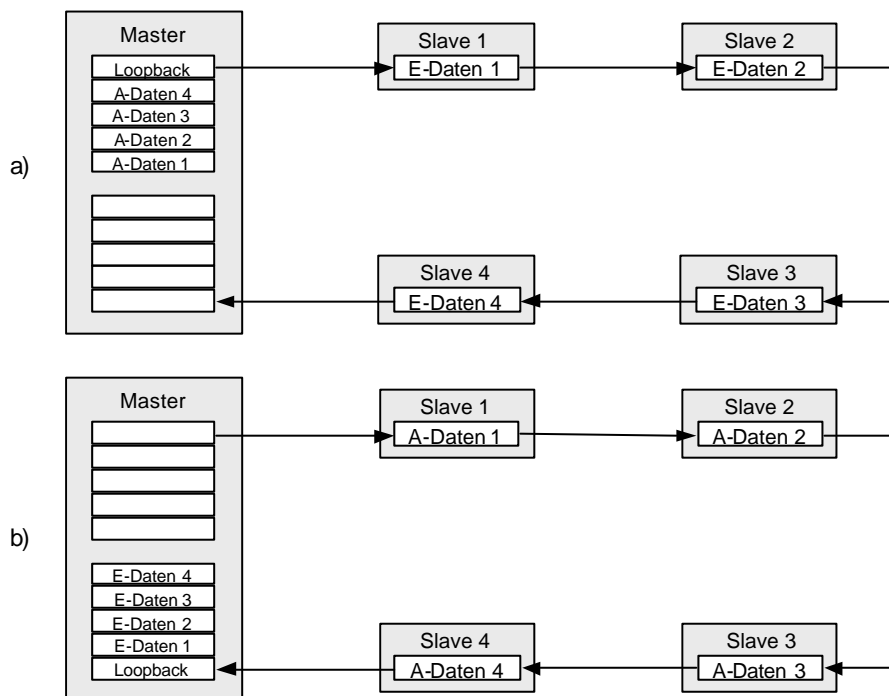


Bild 6: Prinzip der Datenübertragung bei INTERBUS a) Verteilung der Daten vor einem Datenzyklus b) Verteilung der Daten nach einem Datenzyklus

Eine explizite Adressierung der Teilnehmer ist nicht erforderlich, da die physikalische Lage eines Teilnehmers im Ring bekannt ist und der Master die entsprechend zu übertragende Information an diese Stelle im Summenrahmentelegramm positionieren kann. Im Beispiel wird z.B. Slave 4 durch das 1. Datenwort nach dem Loopback-Wort adressiert.

Die durch den Ring zu schiebende Nutzdatenmenge ergibt sich aus der Summe der Datenlängen aller Busgeräte. Buskoppler sind in den Ring eingebunden, liefern aber keine Nutzdaten. In einem INTERBUS-Gerät sind Datenbreiten zwischen 1 Bit ... 64 Byte je Datenrichtung zulässig.

3 Systemaufbau

3.1 Buselemente

Ein INTERBUS-System besteht aus den in Bild 7 dargestellten Buselementen Busmaster, Buskoppler, Busgerät und den Fernbus- sowie Lokalbusverbindungen.

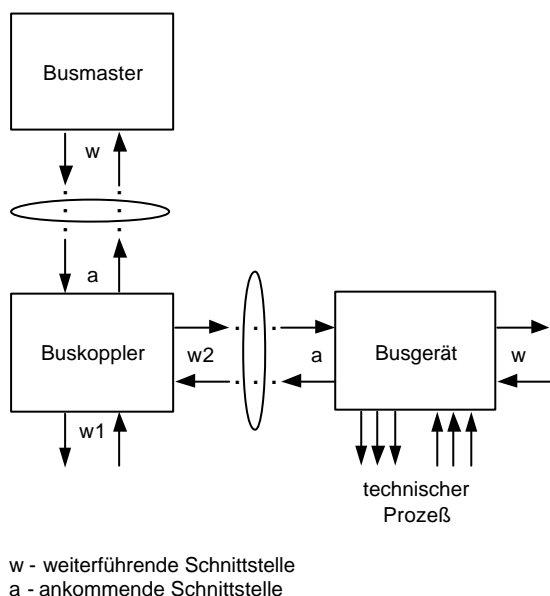


Bild 7: Topologieelemente eines INTERBUS-Systems

Der *Busmaster* ist der einzige Kommunikationsmaster im Ringbussystem von INTERBUS und steuert damit alle Abläufe auf dem Ring. Er besitzt eine weiterführende Schnittstelle (w), an die alle weiteren INTERBUS-Teilnehmer, die als Kommunikations-slaves wirken, angekoppelt sind. Der Busmaster ist als *Anschaltbaugruppe* für unterschiedliche Hostsysteme (Industrie-computer, SPS, VME-Bussysteme, Transputersysteme u.a.) verfügbar und übernimmt folgende Aufgaben:

- Datentransfer zwischen Hostsystem und Busgerät,
- Busmanagement (Konfiguration, Fehlererkennung, Rekonfiguration),
- Kommunikation zwischen Busteilnehmern.

Abhängig vom Typ der Anschaltbaugruppe kann diese auch die Abarbeitung des kompletten Steuerungsprogramms übernehmen.

Die Aufgaben des INTERBUS-Masters erfordern eine entsprechende Rechenleistung. Die Anschaltbaugruppen sind deshalb mit einem leistungsfähigen Mikroprozessor (meist Motorola 68332)

ausgerüstet, der ausschließlich die INTERBUS-Masterfunktionalität ausführt. Die Firmware dieses Masterprozessors bestimmt wesentlich die Funktionalität und Bedienfreundlichkeit des INTERBUS-Systems.

Der *Buskoppler* wird entsprechend Bild 8 an eine ankommende Fernbusverbindung (a) angeschlossen und stellt weiterführende Schnittstellen (w1, w2) bereit. Der Buskoppler, in der Praxis auch als *Busklemme* bezeichnet, untergliedert das INTERBUS-Ringsystem in Bussegmente und arbeitet selbst als Kommunikationslave. Jeder Buskoppler besitzt zumindest eine ankommende und eine weiterführende Fernbusschnittstelle. Darüber hinaus sind weitere Schnittstellen zum Anschluß von Fernbus- oder Lokalbusverbindungen vorhanden. Bild 8 zeigt die beiden verfügbaren Typen von Buskopplern.

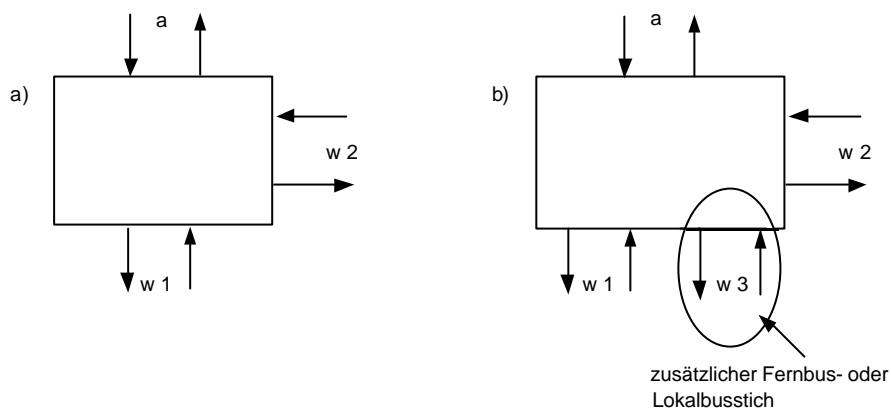


Bild 8: Buskopplertypen a) Standardtyp b) Buskoppler mit zusätzlicher Schnittstelle

Der Standardtyp nach Bild 8a koppelt ein Lokalbus- oder Fernbussegment an den Fernbus. Im angekoppelten Bussegment können keine weiteren Buskoppler eingesetzt werden.

Der Buskoppler mit zusätzlicher, vierter Schnittstelle nach Bild 8b läßt sich für den Aufbau komplexer Netzwerke mit einer optimalen Anpassung an die Anlagenkonfiguration einsetzen.

Zur Unterstützung der Fehlerdiagnose und Konfigurierung des Ringsystems sind Buskoppler in der Lage, die weiterführenden Schnittstellen unter Kontrolle des Busmasters ein- und auszuschalten (Bild 9).

Die *Busgeräte* sind Kommunikationsslaves im Ringbus, die eine ankommende und weiterführende Schnittstelle besitzen und zusätzlich die Verbindung zu den Prozeßsignalen in der jeweiligen Form (binär, analog, digital) herstellen. Abhängig davon, ob das Gerät in einem Fernbus- oder Lokalbussegment arbeiten soll, gibt es *Fernbus-* und *Lokalbusgeräte*.

Über die Buskoppler und Busgeräte wird das Ringsystem konfiguriert. Ist eine weiterführende Schnittstelle eines Buskopplers oder -gerätes nicht beschaltet, d.h. ist keine Busverbindung angeschlossen, schließt dieses Buselement die Schnittstelle intern automatisch kurz (Bild 9).

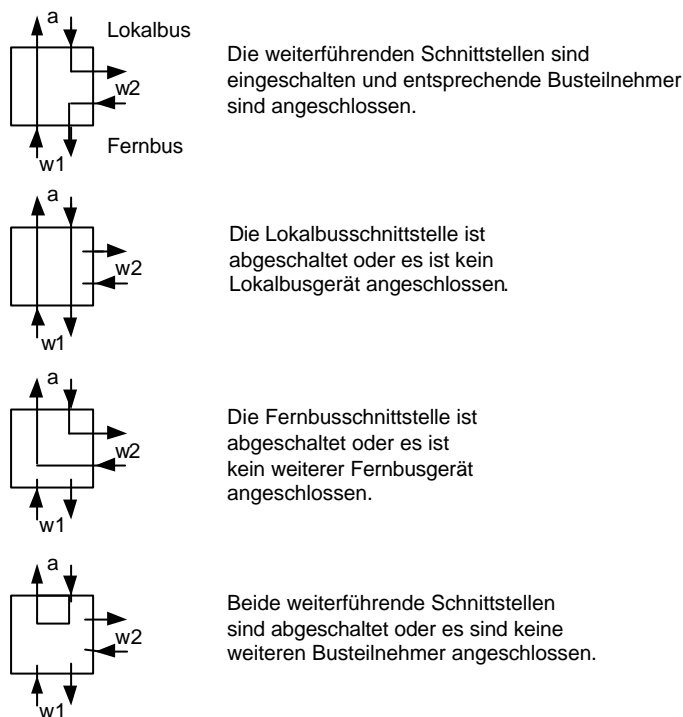


Bild 9: Schaltung der Signalwege durch einen Buskoppler

3.2 Bussegmente

Ein *Bussegment* ist eine Kette von Busgeräten und Busverbindungen, die am Busmaster oder an einem Buskoppler beginnt und am nächsten Buskoppler bzw. am Busgerät ohne weiterführende Schnittstelle endet.

Entsprechend der Übertragungsphysik der jeweiligen Busverbindung unterscheidet INTERBUS folgende grundsätzlichen Arten von Bussegmenten:

- Fernbussegment,
- Lokalbussegment,
- INTERBUS-Loop-Segment.

Fernbussegment

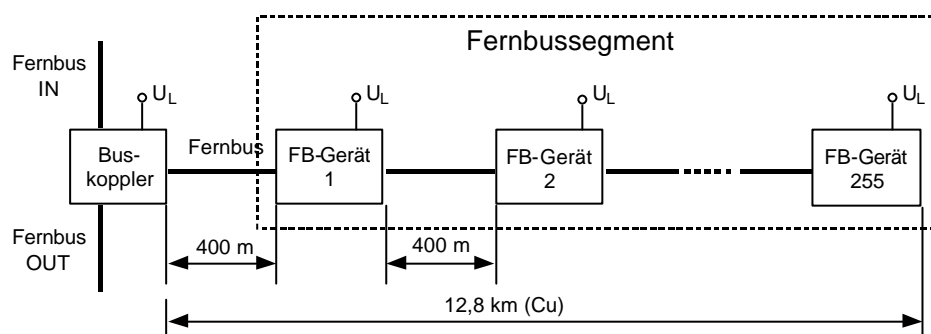
Ein *Fernbussegment* beginnt i.d.R. an einem geeigneten Buskoppler (Busklemme) und besteht aus Fernbusverbindungen und max. 255 Fernbusgeräten (Bild 10). Fernbusgeräte werden auch als *Stationen* bezeichnet.

Eine Sonderform ist das Fernbussegment, welches direkt am Busmaster beginnt und aus max. 256 Fernbusgeräten besteht. Die Eigenschaften eines Fernbussegmentes werden durch die in Tabelle 1 aufgeführten Eckdaten des *Fernbusses* festgelegt.

Die maximale Fernbus-Teilnehmeranzahl ist durch das Protokoll nicht begrenzt, da keine explizite Adressierung der Teilnehmer erforderlich ist. Aus Gründen der Übersichtlichkeit begrenzt die aktuelle Masterfirmware die mögliche Anzahl der angeschlossenen Fernbusteilnehmer auf 256.

Tabelle 1: Eckdaten des Fernbusses

Max. Teilnehmeranzahl	256
Max. Entfernung zwischen den Teilnehmern	400 m bei Cu-Leitungen (80 – 3600) m bei LWL
Max. Ausdehnung des gesamten Systems	12,8 bei Cu-Leitungen > 80 km bei LWL
Versorgung der Teilnehmer	Lokal
Busanschluß	9polig D-SUB



U_L - lokale Spannungsversorgung

Bild 10: Fernbussegment (FB – Fernbus)

Theoretisch könnten im Fernbus 102,4 km bei kupfergebundener Übertragung überbrückt werden. Es wird z.Z. allerdings nur eine maximale Ausdehnung des Systems von 12,8 km garantiert, um den Testaufwand für die Maximalkonfiguration in vertretbaren Grenzen zu halten. Größere Entfernungen können durch den Einsatz von LWL erreicht werden.

Fernbusteilnehmer besitzen jeweils eine lokale Spannungsversorgung sowie eine galvanische Trennung zum weiterführenden Bussegment. Die Fernbussignale werden bei leitungsgebundener Übertragungstechnik nach den elektrischen Eigenschaften der Schnittstelle nach DIN 66 259 Teil 4 (entspricht RS-485) übertragen. Fernbusteilnehmer können neben Fernbusklemmen einfache oder intelligente Ein-/Ausgabegeräte sein.

Lokalbussegment

Ein *Lokalbussegment* beginnt an einem Buskoppler mit einer weiterführenden Lokalbusschnittstelle und besteht aus Lokalbusverbindungen und Lokalbusgeräten. Unter einer *Station* im Lokalbussegment wird das komplette Lokalbussegment gemeinsam mit dem zugehörigen Buskoppler verstanden.

Der *Lokalbus* (auch als Peripheriebus bezeichnet) ist für Übertragungen über kurze Entfernungen ausgelegt. Typischer Einsatzort ist der Schaltschrank oder der Schaltkasten vor Ort. Hier werden alle Signalleitungen der Sensoren und Aktoren zusammengeführt und dann an die Lokalbusgeräte angeschlossen. Aufgrund der geringen Entfernung zwischen zwei Teilnehmern wird in den Lokalbusgeräten bei kupfergebundenen Leitungen auf die RS 485-Schnittstelle verzichtet und die Datenübertragung mit TTL-Pegeln vorgenommen. Damit ergeben sich Einschränkungen bezüglich der räumlichen Ausdehnung eines Lokalbussegmentes. Die maximale Entfernung zwischen zwei Lokalbusgeräten beträgt 1,5 m und die Ausdehnung des gesamten Lokalbussegmentes darf 10 m nicht überschreiten.

Zusätzlich zu den Datenleitungen beinhalten die Lokalbusverbindungen noch die Spannungsversorgungsleitungen für die Modulelektronik der Lokalbusgeräte. Diese Spannungsversorgung wird zentral für alle Busgeräte eines Lokalbussegmentes durch das Netzteil des Buskopplers übernommen. Dadurch benötigen die Lokalbusgeräte nur noch eine Spannungsversorgung für die angeschlossenen Sensoren bzw. Aktoren.

Lokalbussegmente gibt es in verschiedenen installationstechnischen Varianten. Dazu gehören insbesondere

- Lokalbussegmente mit ST-Peripheriebus,
- INLINE-Stationen,
- LWL-Lokalbussegment.

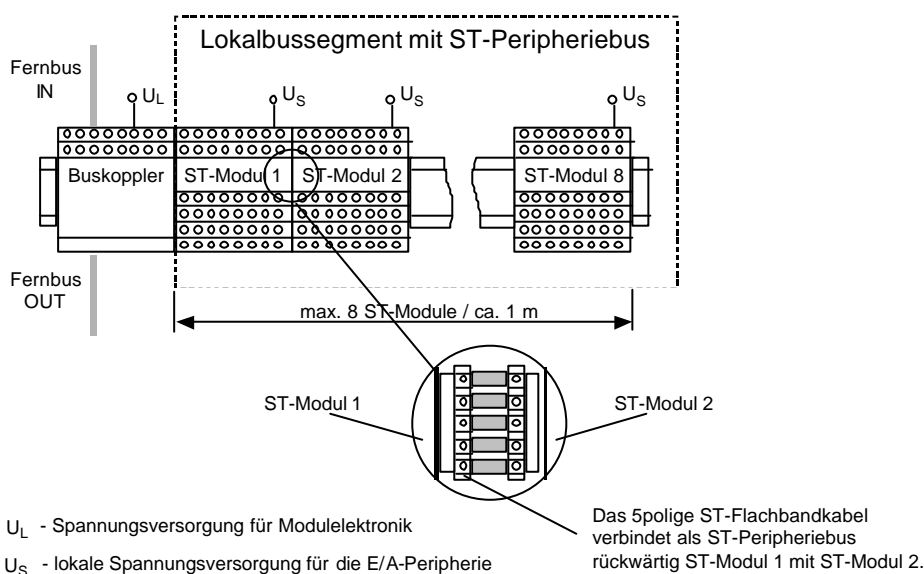


Bild 11: ST-Station

Die installationstechnische Standardvariante für INTERBUS-Teilnehmer sind Lokalbussegmente mit ST-Peripheriebus, aufgebaut gemeinsam mit einer entsprechenden Busklemme als *ST-Station*. Diese Bauart ermöglicht den kompakten und flexiblen Aufbau von E/A-Stationen. Die einzelnen Peripheriebusgeräte sind nach Art der Reihenklemmenteknik aufgebaut und werden auf Tragschienen aufgerastet. Die gesamte Modulelektronik ist steckbar ausgeführt, während die Sensoren/Aktoren am rein passiven Grundklemmenblock angeschlossen werden. Der ST-Peripheriebus

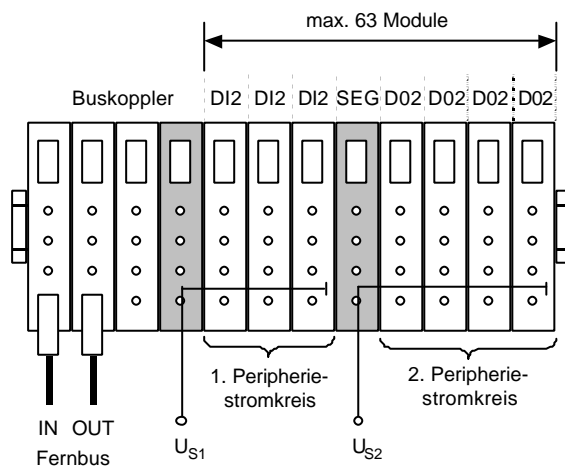
(ST = Smart Terminal) ist ein kurzes Flachbandkabel, welches über rückwärtige Steckverbinder die Lokalbuseräte verbindet. Der Aufbau einer ST-Station ist in Bild 11 dargestellt.

Die Entfernung zwischen den ST-Buseräten und die Ausdehnung einer ST-Station werden durch die Kabellänge des ST-Peripheriebuskabels begrenzt. Die maximale Länge einer ST-Station beträgt deshalb ca. 1 m.

Aufgrund der zentralen Versorgung der Lokalbuseräte und der fehlenden Regenerierung der Datensignale, ist die Anzahl der Busgeräte im Lokalbuss begrenzt. Die physikalische Grenze wird durch den maximalen Strom vorgegeben, den das Netzteil des Buskopplers liefern kann. Außerdem besteht eine logische Grenze durch die Masterfirmware. Aktuell werden für den SL- und ST-Peripheriebus maximal 8 Lokalbuseräte unterstützt.

Die Spannungsversorgung für die E/A-Peripherie (Sensoren und Aktoren) erfolgt lokal über externe Anschlüsse.

Als weitere Variante eines Lokalbusses gibt es *Inline-Stationen*, die wie die ST-Stationen gleichfalls nach dem Reihenklappenprinzip aufgebaut sind. Aufgrund einer feineren Granulierung erlauben sie aber einen wesentlich flexibleren Aufbau kompakter anwendungsangepaßter INTERBUS-Stationen. Die einzelnen Lokalbuseräte werden hier als *Automatisierungsklemmen* bezeichnet und sind in der kleinsten Ausführung als digitale E/A-Module mit 2 Kanälen verfügbar. Bild 12 veranschaulicht am Beispiel den Aufbau einer INLINE-Station mit 7 digitalen E/A-Automatisierungsklemmen, davon 3 zweikanalige Eingabe- (DI2) und 4 zweikanalige Ausgabeklemmen (DO2).



U_{S1} - Spannungsversorgung für die Modulelektronik aller Klemmen und für die E/A-Peripherie des 1. Peripheriestromkreises

U_{S2} - Spannungsversorgung für die E/A-Peripherie des 2. Peripheriestromkreises

Bild 12: Inline-Station mit 7 zweikanaligen Ein- und Ausgabeklemmen

Durch die Verbindung der Automatisierungsklemmen mittels Aufrasten auf eine Tragschiene und Aneinanderstecken baut sich automatisch ein 10poliges Stromschienensystem auf, das die notwendige Querverdrahtung von Busleitung und Stromversorgung übernimmt. Das Stromschienensystem wird als *Inline-Potentialverteiler* bezeichnet und fungiert hier als Lokalbuss (Bild 13).

Die Logikstromversorgung für alle Automatisierungsklemmen erfolgt zentral durch die Busklemme. Über spezielle Inline-Einspeiseklemmen (SEG in Bild 12) können galvanisch getrennte Peripheriestromkreise aufgebaut werden. Durch die Einspeiseklemmen wird der Potentialverteiler unterbrochen und die Möglichkeit geboten, einen neuen Stromkreis einzuspeisen. Die eingespeiste Spannung kann zwischen 24 und 230 V liegen. Über Inline-Segmentklemmen lassen sich innerhalb eines Peripheriestromkreises weitere Stromkreisgruppen (Segmentstromkreise) aufbauen.

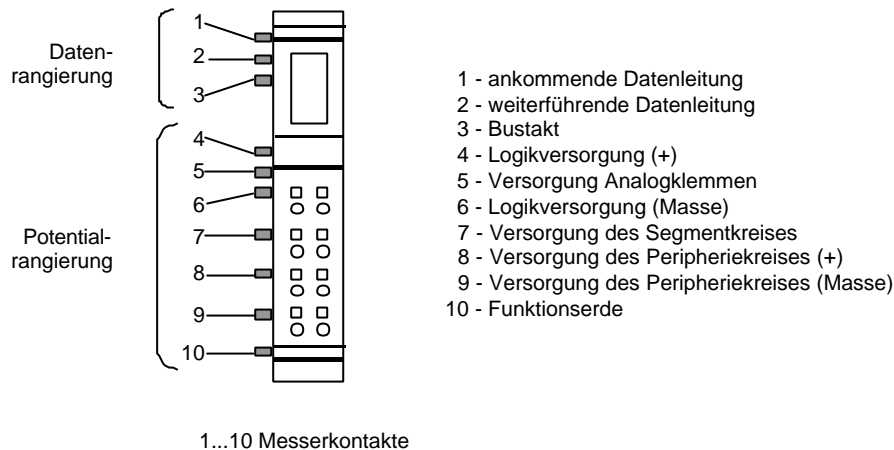


Bild 13: Potential- und Datenrangierung mit dem Inline-Potentialverteiler

Durch den Einsatz spezieller Inline-Lokalbusklemmen läßt sich eine Inline-Station mit folgenden Bussegmenten erweitern:

- INTERBUS-Loop-Segment,
- LWL-Lokalbussegmente,
- Fernbussegment.

An eine Inline-Busklemme können bis zu 63 Automatisierungsklemmen angeschlossen werden. Diese Zahl beinhaltet alle Teilnehmer nach der Busklemme, das heißt sowohl die Inline-Klemmen als auch Module angeschlossener INTERBUS-Loop- und LWL-Lokalbussegmente.

Inline-Automatisierungsklemmen gibt es in universeller Ausführung für den Kleinleistungs- und Leistungsbereich. Interessant ist die Verfügbarkeit modularer Pneumatikklemmen, mit denen direkt aus der Inline-Station heraus pneumatische Aktorik geschaltet werden kann.

Eine zusammengefaßte Übersicht zu den Eckdaten der einzelnen Ausprägungen eines Lokalbussegmentes beinhaltet Tabelle 2.

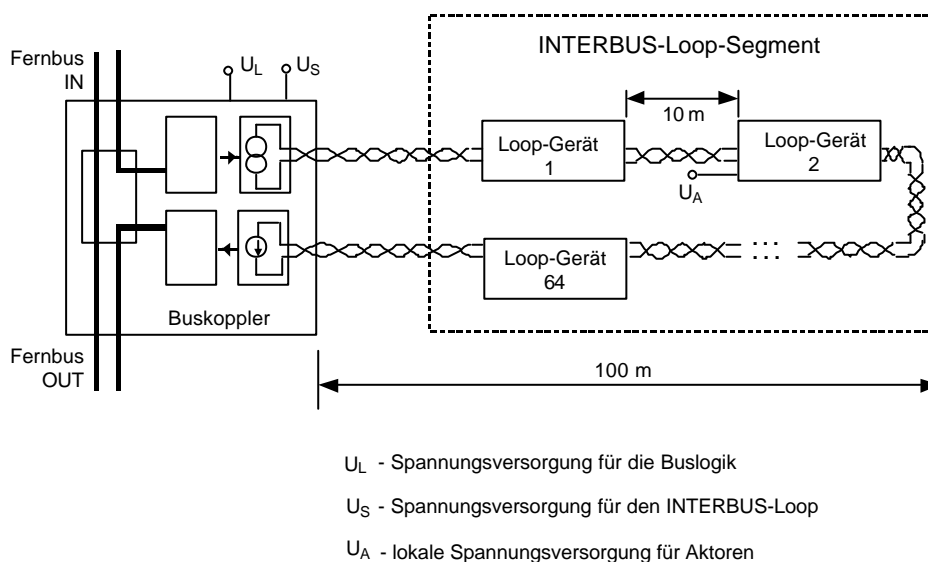
In Lokalbussegmenten ist im Gegensatz zu Fernbussegmenten eine programmierbare Abschaltung einzelner Lokalbusgeräte nicht möglich. Ist ein Busgerät im Lokalbussegment defekt, kann nur das ganze Bussegment über den Buskoppler abgeschaltet werden.

Tabelle 2: Eckdaten der Lokalbusegmente

	Lokalbusegment mit ST-Peripheriebus	Inline-Station	LWL-Lokalbusegment
Max. Teilnehmeranzahl	8	63	63
Max. Entfernung zwischen den Teilnehmern	aneinander gereiht	aneinander gereiht	5 m
Max. Ausdehnung des gesamten Systems	ca. 1 m	ca. 4 m	25 m
Versorgung der Teilnehmer	zentral über Buskoppler	zentral über Buskoppler	lokal
Busanschluß	ST-Flachbandkabel	Inline-Potentialverteiler	2-Leiter-Polymer-LWL

INTERBUS-Loop-Segment

Im Unterschied zu Lokalbusegmenten, deren Ausprägungen sich im wesentlichen nur installationstechnisch voneinander unterscheiden, bietet der *INTERBUS-Loop* (Sensor-Loop, IP65-Lokalbuse) eine qualitativ neue Übertragungsphysik. Die einzelnen Teilnehmer werden über ein einfaches, zweiadriges, ungeschirmtes Kabel zu einem Ring verbunden. Über das Kabel erfolgt gleichzeitig die Versorgung mit Daten und die 24 V-Versorgung für bis zu 32 Sensoren. Bild 14 zeigt den Aufbau eines INTERBUS-Loop-Segmentes.

**Bild 14:** INTERBUS-Loop-Segment

Die Übertragung der Daten erfolgt in Form eingepprägter Stromsignale, wodurch sich die Störsicherheit gegenüber den üblicherweise eingesetzten Spannungssignalen erheblich erhöht. Die zu übertragenden Daten werden auf die 24 V-Versorgungsspannung mittels Manchester-Code aufmoduliert (üblicherweise verwendet INTERBUS den NRZ-Code). Die Umsetzung der Busphysik

übernimmt eine entsprechende Busklemme, die an beliebiger Stelle in einem Fernbussegment an den INTERBUS-Ring angekoppelt werden kann.

Der INTERBUS-Loop besitzt folgende charakteristische Eigenschaften:

Ausdehnung:	max. 100 m
Entfernung zwischen zwei Teilnehmern:	max. 10 m
Anzahl der Teilnehmer:	max. 32
Stromaufnahme der Teilnehmer:	max. 1,5 A
Verbindungsmedium:	ungeschirmte Zweidrahtleitung, 2 x 1,5 mm ²

Ein Haupteinsatzgebiet des INTERBUS-Loop ist die Verbindung von Einzelteilnehmern mit IP 65 und IP 54-Anschluß direkt in der Anlage. Als Busgeräte stehen ein umfassendes Angebot an Funktionen und Geräten zur Verfügung.

Im INTERBUS-Loop erfolgt keinerlei Umsetzung des INTERBUS-Protokolls, so daß aufwendige Gateways entfallen und ein INTERBUS-Loop-Segment mit allen anderen INTERBUS-Geräten gemischt eingesetzt werden kann. Es besteht im gesamten INTERBUS-System absolute Synchronität der Datenabtastung. Ebenso bleibt die hohe Abtastgeschwindigkeit erhalten.

3.3 Netzkonfiguration

Die Konfiguration eines INTERBUS-Systems erfolgt durch Hintereinanderschaltung aller Busteilnehmer in einem Ring. Buskoppler segmentieren den Ring entsprechend den Einsatzanforderungen.

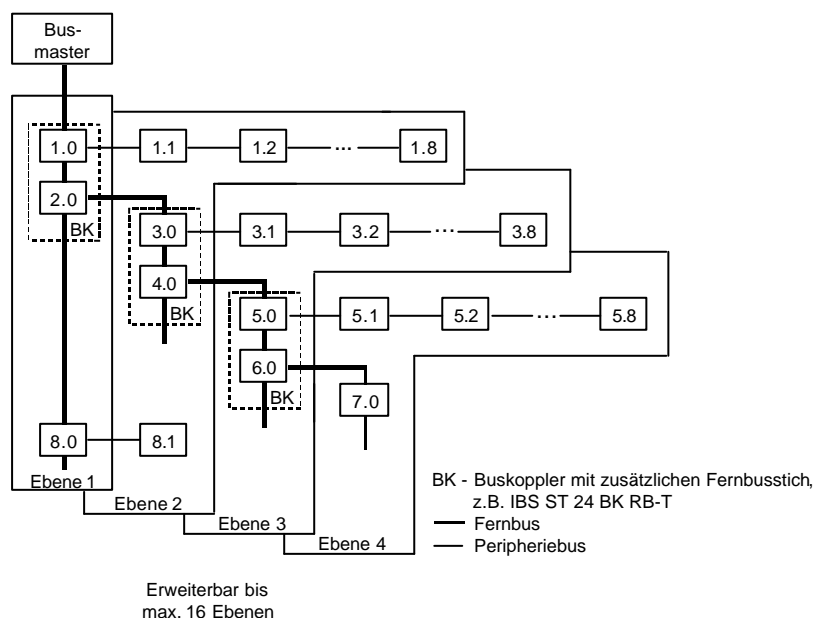


Bild 15: INTERBUS-Netzkonfiguration mit vier Ebenen

Durch die Einbeziehung von Buskopplern mit einem zusätzlichen Busanschluß lassen sich ab INTERBUS-G4 (Generation 4) komplexe Netztopologien realisieren, die sich optimal an die

Struktur der Automatisierungsanlage anpassen. Zur strukturierten Projektierung einer solchen INTERBUS-Netzkonfiguration werden zwei Wege beschriften:

1. Gliederung des Gesamtnetzes in verschiedene Ebenen
2. Vergabe von segmentabhängigen Teilnehmernummern

Anhand des in Bild 15 dargestellten Beispiels einer INTERBUS-Netzkonfiguration mit vier Ebenen sollen beide Projektierungswege erläutert werden.

Die *Gliederung des Gesamtnetzes in verschiedene Ebenen* erfolgt beginnend beim Busmaster am Fernbus-Hauptstrang als erste Ebene. Den abzweigenden Nebensträngen wird nun eine zweite Ebene zugeordnet. Die hier angeschlossenen Teilnehmer können weitere Unterstrukturen bilden usw. Auf diese Weise ist eine Schachtelungstiefe von bis zu 16 Ebenen erreichbar. Das Ordnungsschema ist so, daß ein Lokalbus (Peripheriebus) in einem Fernbussegment immer der nächsten Ebene zugeordnet wird.

Die *Vergabe von segmentabhängigen Teilnehmernummern* erfolgt entweder automatisch entsprechend dem physikalischen Aufbau oder sie wird durch den Anwender frei vergeben. Die Nummerierung besteht aus zwei Stellen:

<Teilnehmernummer> = <Bussegmentnummer >. <Positionsnummer im Bussegment>

Mit diesem Schema erhalten alle Fernbusteilnehmer in der zweiten Stelle der Teilnehmernummer eine Null, z.B. 1.0. Die zweite Stelle wird erst bei den nachgeschalteten Lokalbusgeräten (z.B. E/A-Module) besetzt, z.B. 1.1.

Buskoppler mit einem zusätzlichen Fernbusstich werden als zwei separate Fernbusteilnehmer mit einem Lokalbus- bzw. Fernbusstich dargestellt, z.B. Buskoppler 1.0/2.0. Bei der physikalischen Zuordnung eines solchen Fernbusteilnehmer hat der Fernbusstich die erste folgende Nummer, z.B. 3.0. Folgen in diesem Stich weitere Verästelungen, dann erhalten diese die nächsten Nummern, z.B. 4.0, 5.0, ... Der von der abzweigenden Stelle weiterführende Fernbus wird als letzter gezählt, z.B. 8.0

Die Form der Teilnehmernummerierung ist ein Strukturierungsmittel und sollte nicht mit der Adressierung der Busteilnehmer verwechselt werden. Die Adressierung kann zwar auch die Teilnehmernummern verwenden, dies ist aber nicht unbedingt erforderlich.

4 Datenübertragung

4.1 Protokollstruktur

Das INTERBUS-Protokoll ist entsprechend dem OSI-Referenzmodell aufgebaut und berücksichtigt aus Effizienzgründen nur die Schichten 1, 2 und 7 (Bild 16). Bestimmte Funktionalitäten aus den Schichten 3 bis 6 sind zur Anwendungsschicht 7 hinzugenommen.

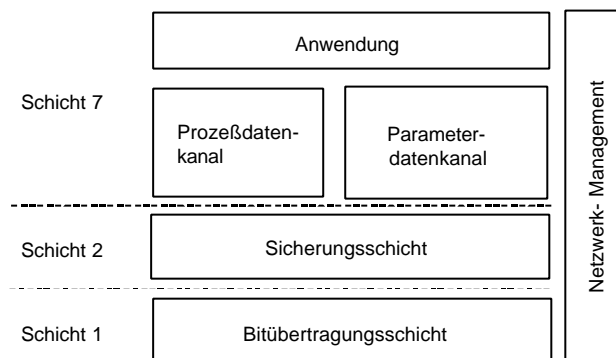


Bild 16: INTERBUS-Protokollstruktur

In der *Bitübertragungsschicht* (Schicht 1) werden sowohl die Zeitbedingungen, wie Baudrate, zulässiger Jitter usw., als auch die Formate für die Informationscodierung festgelegt. Die *Sicherungsschicht* (Schicht 2) stellt die Integrität der Daten sicher und realisiert den zyklischen Datentransfer über den Bus mittels des Summenrahmenprotokolls. Die Übertragungsverfahren und -protokolle über die Schichten 1 und 2 sind in der DIN 19 258 veröffentlicht.

Aufbauend auf der Sicherungsschicht erfolgt der Datenzugriff zu den INTERBUS-Teilnehmern in der Anwenderschicht bedarfsweise über zwei unterschiedliche Datenkanäle:

- Der *Prozeßdatenkanal* dient dem vorrangigen Einsatz von INTERBUS als Sensor/Aktor-Bus. Über diesen Kanal erfolgt der zyklische Austausch von E/A-Daten zwischen der übergeordneten Steuerung und den angeschlossenen Sensoren und Aktoren.
- Der *Parameterkanal* ergänzt den zyklischen Datenaustausch mit den einzelnen E/A-Punkten durch den verbindungsorientierten Austausch von Nachrichten. Diese Kommunikationsart erfordert eine zusätzliche Paketierung der Information, da größere Informationseinheiten zwischen einzelnen Kommunikationspartnern ausgetauscht werden. Die Übertragung erfolgt mit Hilfe von Kommunikationsdiensten auf der Basis eines Client-Server-Modells.

INTERBUS-Teilnehmer besitzen praktisch immer einen Prozeßdatenkanal und können darüber hinaus optional mit einem Parameterkanal ausgerüstet sein.

Der Betrieb eines INTERBUS-Systems erfordert Einstellinformationen und es fallen eine Vielzahl von Diagnoseinformationen an. Diese Informationen werden durch das *Netzwerk-Management* der jeweiligen Schicht verarbeitet und bieten die Möglichkeit, genauere Aussagen über die Betriebsfähigkeit, Fehlerzustände und statistische Informationen aufzuzeichnen und auszuwerten sowie Konfigurationen im Netzwerk vorzunehmen.

Die *hybride Protokollstruktur* bei INTERBUS für die beiden unterschiedlichen Datenklassen Prozeßdaten und Parameterdaten und ihre unabhängige Datenübertragung über zwei Kanäle ist entscheidend für die Leistungsfähigkeit des INTERBUS-Protokolls. Damit gelingt es, ein durchgängiges Netzwerk von den Steuerungen und intelligenten Feldgeräten bis herunter zum einzelnen Sensor und Aktor zu realisieren.

Im folgenden wird die Arbeitsweise der einzelnen Protokollkomponenten näher betrachtet.

4.2 Bitübertragung

Die Bitübertragung in der Schicht 1 erfolgt standardmäßig mit einer Datenübertragungsrate von 500 kBit/s nach dem NRZ-Verfahren (Non-Return-to-Zero). Die Datenleitung wird in den INTERBUS-Teilnehmern mit einem 16mal höheren Takt abgetastet, um eine möglichst hohe Laufzeitdifferenz zwischen der steigenden und der fallenden Flanke eines Bits innerhalb eines Telegramms zuzulassen.

Bei der standardmäßigen Nutzung einer INTERBUS-Zwei-Draht-Leitung wird kein Taktsignal übertragen. In jedem Teilnehmer arbeitet ein 16-MHz-Taktgenerator, der den internen 500-kHz-Takt vorgibt. Die Taktsynchronisierung in den Teilnehmern erfolgt durch eine gemeinsam vereinbarte Synchronisationsstelle in den einlaufenden INTERBUS-Telegrammen.

Die Datenübertragung bei INTERBUS erfolgt durch codierte Informationsoktets. Dabei wird das gesamte Summenrahmenprotokoll in 8-Bit-Portionen aufgeteilt, und in Form von UART-ähnlichen Telegrammen zwischen zwei INTERBUS-Teilnehmern übertragen.

Für die Leitungscodierung werden die in Bild 17 dargestellten zwei Telegrammformate genutzt:

- *Statustelegamm*: Dieses Telegramm besteht aus 5 Bit und wird dazu benutzt, in Übertragungspausen Aktivität auf dem Busmedium zu erzeugen und den Status des SL-Signals (SL - Select) zu übertragen.
- *Datentelegamm*: Mit Datentelegammen werden die Nutzdaten zwischen zwei Teilnehmern übertragen. Es besteht aus 5-Bit Header-Information und 8-Bit Nutzdaten. Zusätzlich zum Statustelegamm besitzt das Datentelegamm im Header noch ein Bit zur Statusanzeige des CR-Signals (CR - Control).

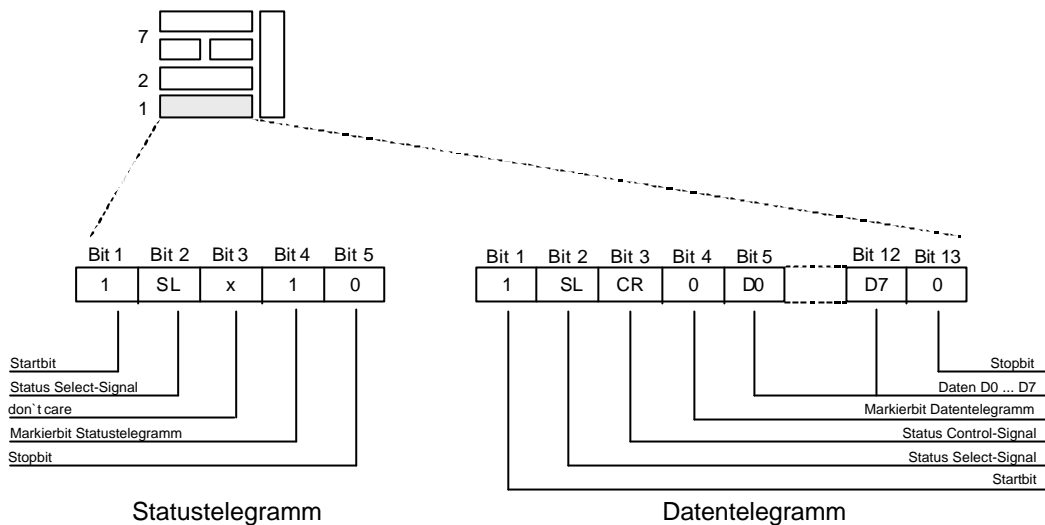


Bild 17: Leitungscodierung in der Bitübertragungsschicht

Einlaufende Telegramme werden in den INTERBUS-Teilnehmern über eine Protokolllogik und verschiedene Schieberegister verarbeitet.

4.3 Summenrahmenprotokoll

Die Realisierung des zyklischen INTERBUS-Protokolls erfolgt im wesentlichen in der Datensicherungsschicht (Schicht 2). Das Protokoll kennt verschiedene Arbeitsphasen, die durch die Codierung der SL- und CR-Signale in den Status- und Datentelegrammen festgelegt werden (Bild 18).

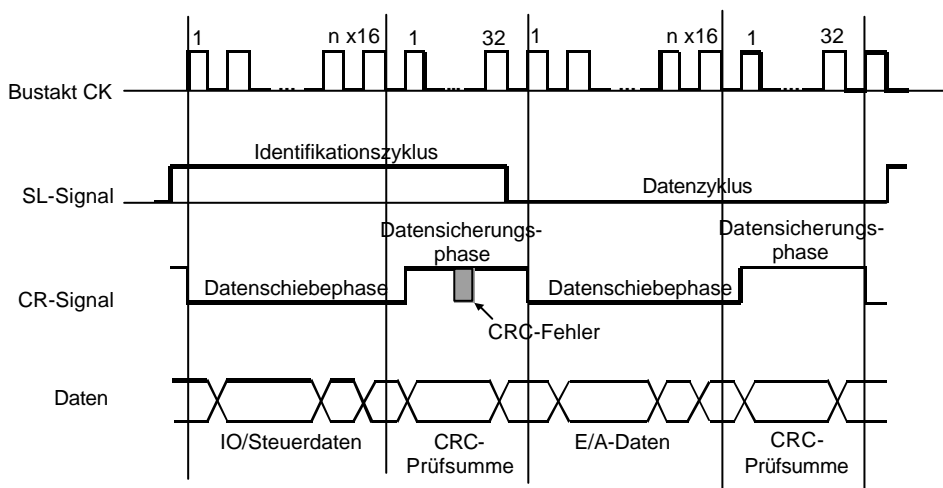


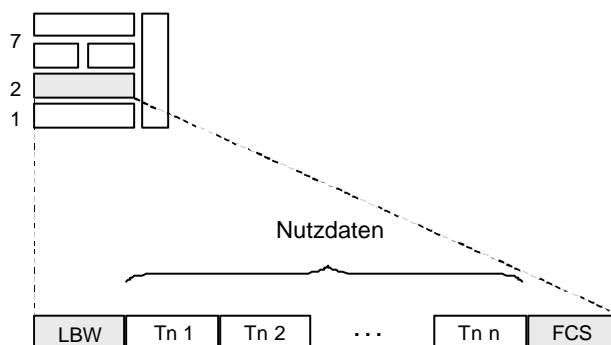
Bild 18: Arbeitsphasen im INTERBUS-Protokoll

Man unterscheidet grundsätzlich zwischen Identifikations- und Datenzyklus, und innerhalb dieser Zyklen zwischen der Datenschiebe- und der Datensicherungsphase. Während des *Identifikations-*

zyklus (ID-Zyklus) schalten die INTERBUS-Teilnehmer über die Protokollsteuerung die ID-Register in den INTERBUS-Datenring und der Busmaster kann alle Teilnehmer identifizieren. Im *Datenzyklus* setzt der Master das SL-Signal = 0 und der INTERBUS-Ring ist dann über die Datenschieberegister geschlossen. Vom Protokollablauf her gibt es keinen Unterschied zwischen Daten- und ID-Zyklus. Nur der Zustand des SL-Signals und die Anzahl und Art der Daten bzw. die Register, aus denen die Daten übertragen werden, sind während der beiden Zyklustypen unterschiedlich. Die Nutzdatenübertragung erfolgt im jeweiligen Zyklus in der *Datenschiebephase* (CR-Signal = 0).

Nach dem Ende der Nutzdatenübertragung wird mit dem CR-Signal auf die *Datensicherungsphase* oder *FCS-Phase* (FCS - Frame Check Sequence) umgeschaltet. In dieser Arbeitsphase erfolgt die Datensicherung durch ein Prüfsummenverfahren mit einem CRC-Polynom nach CCITT.

Anhand der Informationen aus dem ID-Zyklus weiß der Busmaster, wieviel Daten insgesamt im INTERBUS-System vorhanden sind. Zur Kontrolle, ob diese Datenanzahl, und damit die Anzahl der Schieberegister noch im Ring vorhanden ist, sendet der Master zu Beginn jedes Zyklus zuerst ein *Loopback-Wort*. Das Loopback-Wort ist ein spezielles 16-Bit-Datum und wird im ID-Zyklus dazu benutzt, das Ende einer Datenschiebephase zu erkennen. Als INTERBUS-Summenrahmen wird damit in jedem Zyklus das in Bild 19 dargestellte Telegramm übertragen.



LBW - Loopback-Wort (16 Bit)
 Tn - Teilnehmer (4...64 Bit)
 FCS - Frame Check Sequence (32 Bit)

Bild 19: Summenrahmentelegramm in der Datenschichtung

Das bei INTERBUS eingesetzte *Summenrahmenverfahren* gehört zur Klasse der kollisionsfreien TDMA-Übertragungsverfahren (TDMA - Time Division Multiple Access). Über das Ein- bzw. Auslesen der Schieberegister in den Teilnehmern wird quasi jedem Teilnehmer im Summenrahmen ein seiner Funktion angepaßter Zeitschlitz zugeordnet. Die Übertragungszeit ist als Summe aller Zeitschlitz einfach berechenbar und für das jeweilige INTERBUS-System garantiert. Durch das Summenrahmenverfahren wird darüber hinaus sicher gestellt, daß das Prozeßabbild aller Teilnehmer zueinander konsistent ist, da alle Eingangsdaten vom gleichen Abtastzeitpunkt stammen und alle Ausgangsdaten von den Teilnehmern zeitgleich übernommen werden.

Ein Datenaustausch mit dem Summenrahmenprotokoll läuft bei INTERBUS entsprechend Bild 20 in folgender Schrittfolge ab:

1. Zurücksetzen aller Teilnehmer und laden des Identifikationscodes einschließlich der letzterkannten Fehler in das ID-Schieberegister.
2. Bearbeitung eines ID-Zyklus durch den Master, bei dem alle Teilnehmer mit Steuerinformationen versorgt und ihre momentanen ID-Codes abgeholt werden.
3. Auswertung der Identifikationscodes durch den Master und Abarbeitung von Datenzyklen zur Übertragung von E/A-Daten von bzw. zu den Busgeräten.
4. Werden in den Datenzyklen durch den Master oder einen Teilnehmer Fehler erkannt, schließt der Master einen ID-Zyklus an, um die Fehlerquelle zu lokalisieren.
5. Zur Umgehung erkannter Fehler folgen evtl. weitere ID-Zyklen, die die Netzkonfiguration umprogrammieren (z.B. Abschaltung defekter Bussegmente).

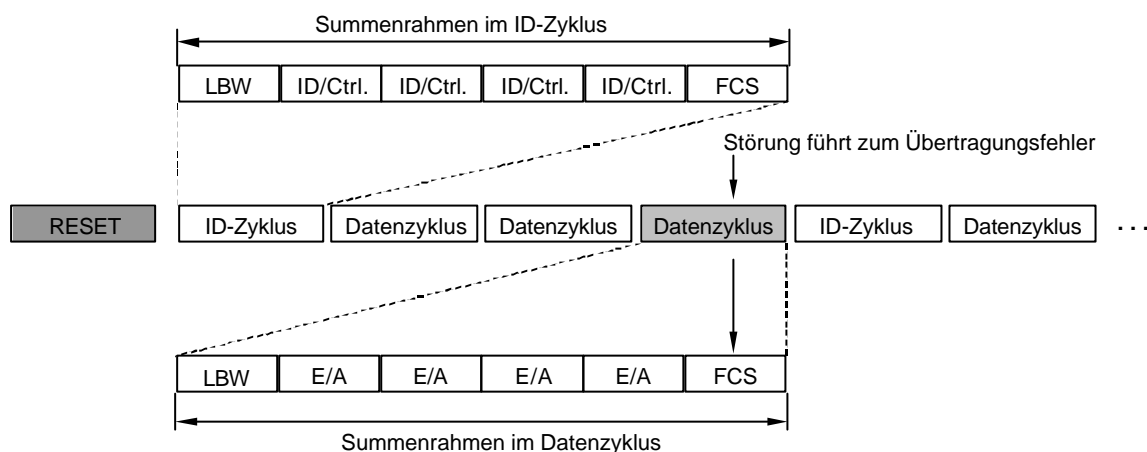


Bild 20: Datenaustausch mit dem Summenrahmenprotokoll

4.4 Prozeßdatenkanal

Alle Komponenten zur verbindungslosen, E/A-orientierten Datenübertragung sind beim INTERBUS-Protokoll im *Prozeßdatenkanal* (Process Data Channel - PDC) zusammengefaßt. Dieser Kanal erlaubt den direkten und schnellen Zugriff auf zyklisch übertragene Prozeßdaten.

Prozeßdaten sind durch ihre unmittelbare Auswirkung auf den technischen Prozeß gekennzeichnet. Es sind z.B. Schalterzustände, Ansteuersignale für Schütze und Ventile oder Soll- und Istwerte von Meßfühlern.

Die Komplexität der Prozeßdaten pro Endgerät (Sensor/Aktor) ist sehr gering und liegt im typischen Fall bei wenigen Bits. Der Trend zur Dezentralisierung erfordert, daß die Prozeßdaten möglichst am Entstehungsort erfaßt und über ein Busgerät in das INTERBUS-System eingespeist werden. Hierdurch resultiert eine sehr große Anzahl von Busteilnehmern, die durchaus im Bereich von $n \times 100$ liegen kann. Lag die Informationsmenge pro Teilnehmer vor kurzem noch typ. bei 8 - 16 Bit, so ist heute bereits die Vernetzung von Einzelsensoren mit 1 oder 2 Bit wirtschaftlich möglich und wird bei INTERBUS z.B. durch die feinere E/A-Abstufung für die Busgeräte der Inline-Baureihe berücksichtigt.

Prozeßdaten sind praktisch immer eindeutig durch ihre Adresse bzw. den durch sie repräsentierten Sensor/Aktor beschrieben. Eine zusätzliche Beschreibung dieser Daten zur Übertragung ist nicht erforderlich. Die Darstellung der Prozeßdaten zum Anwendungsprogramm erfolgt deshalb über den Prozeßdatenkanal in Form eines ständig aktualisierten E/A-Prozeßabbildes. Im INTERBUS-Protokoll repräsentiert sich der Prozeßdatenkanal als Summe aller E/A-Daten des Summenrahmentelegramms während der Datenzyklen (Bild 21).

Vergleicht man aus der Sicht eines Programmierers den Zugriff auf Prozeßdaten, die über INTERBUS übertragen werden, mit dem Zugriff auf Daten paralleler E/A-Karten, kann man keinen prinzipiellen Unterschied erkennen. Nach einer Initialisierungsphase, in der die aktuell zu übertragenden Prozeßdaten in der Anwendung registriert werden, können diese mit einfachen Lese- und Schreibauffrufen aktualisiert werden.

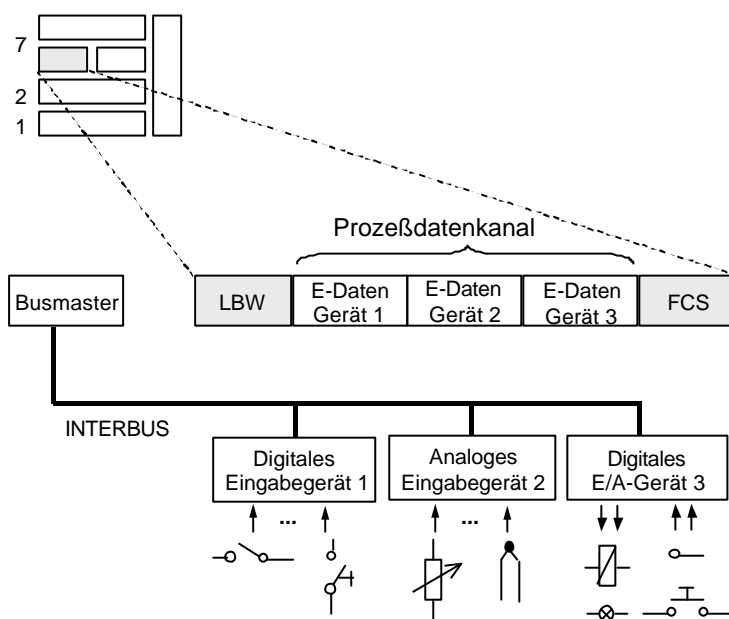


Bild 21: Prozeßdatenkanal im Summenrahmenprotokoll

4.5 Parameterkanal

Der *Parameterkanal* ist dafür da, komplexere Parameterinformationen mit INTERBUS herstellerunabhängig und standardisiert zu übertragen. Im automatisierten Produktionsprozeß dienen die *Parameter* zur Einstellung, Programmierung, Beobachtung und Bedienung intelligenter Geräte in der Prozeßperipherie. Im Gegensatz zu den Prozeßdaten haben Parameterinformationen grundsätzlich einen azyklischen Charakter. Die Information wird nur bei Bedarf übertragen und ist dadurch einmalig. Die Komplexität eines Parameterblockes im Bereich der Sensorik/Aktorik reicht von einigen 10 Byte ... 100 Byte für die Parametrierung von Geräten bis hin zu einigen 100 kByte Programminformation.

Aufgrund der o.g. Eigenschaften der Parameterinformationen realisiert der Parameterkanal eine verbindungsorientierte bzw. nachrichtenorientierte Datenübertragung zwischen genau zwei INTERBUS-Teilnehmern. Struktur und Arbeitsweise des Parameterkanals orientieren sich am Automatisierungsprotokoll MAP/MMS.

Mittels des Parameterkanals ist es z.B. auch möglich, TCP/IP-Anwendungsprotokolle wie FTP (Dateitransfer) über INTERBUS zu übertragen

Typische INTERBUS-Geräte mit Parameterkanal sind Frequenzumrichter, Servoverstärker, Positioniersteuerungen sowie Bedien- und Anzeigeegeräte.

Parameterkanal im Summenrahmenprotokoll

Die Basis für die Übertragung von Parameterdaten bildet gleichfalls das standardisierte INTERBUS-Summenrahmenprotokoll nach DIN 19 258. Im Summenrahmen werden dazu an bestimmten Stellen „Lücken“ gelassen, die sich an den Stellen befinden, an denen Teilnehmer angesprochen werden, die Parameterdaten austauschen. Die Lücken besitzen im INTERBUS-Protokoll eine Breite von wenigen Byte und sind damit praktisch immer kleiner als ein zu übertragender Parameterblock. Zur Übertragung wird deshalb jeder Parameterblock in einzelne Pakete zerlegt und scheinbar, entsprechend der Breite der Lücken Zyklus für Zyklus übertragen und beim empfangenden Teilnehmer wieder zusammengesetzt. Die Parameterdaten belasten damit den INTERBUS-Zyklus lediglich wie ein entsprechend großer Prozeßdatenteilnehmer. Die für die Parameterübertragung erforderlichen Lücken im nun *erweiterten* Summenrahmenprotokoll einschließlich der zugehörigen Übertragungsprozeduren, bilden den Parameterkanal. Bild 22 illustriert diesen Sachverhalt.

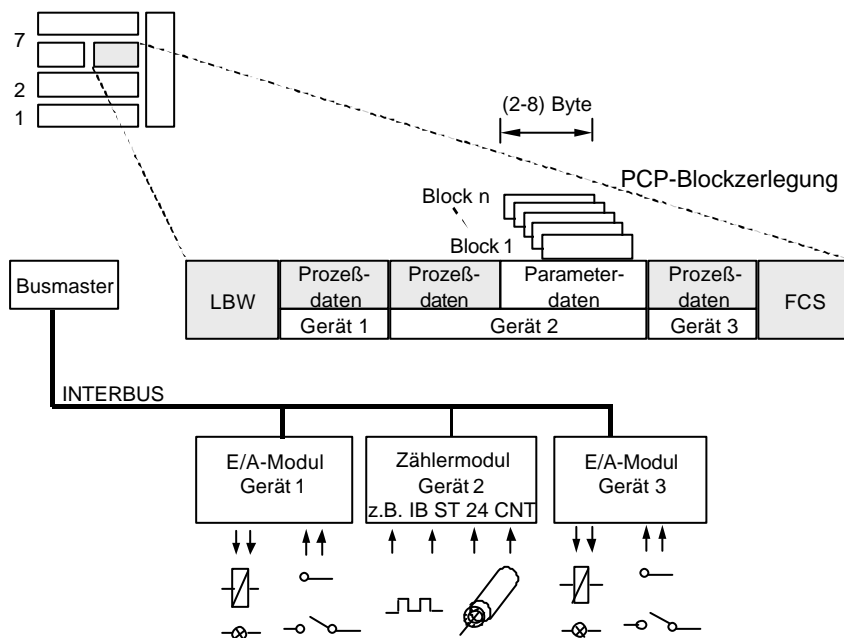


Bild 22: Parameterkanal im erweiterten Summenrahmenprotokoll

Die Parameterübertragung erfolgt immer bedarfsorientiert. Die erforderlichen Protokollstellen (Lücken) im erweiterten Summenrahmenprotokoll der entsprechenden INTERBUS-Teilnehmer sind

reserviert. Nur wenn der Teilnehmer Parameterdaten auszutauschen hat, werden an den jeweiligen Protokollstellen Parameterdaten eingefügt. Ansonsten bleiben diese Stellen unbenutzt.

Das hybride Zugriffsverfahren mit dem erweiterten Summenrahmenprotokoll bei INTERBUS bietet den entscheidenden Vorteil, daß Prozeß- und Parameterdaten nebeneinander übertragen werden können, ohne sich gegenseitig zu beeinflussen. Im Gegensatz zu anderen Feldbuslösungen bleiben auch bei der Übertragung größerer Parametersätze Deterministik und Zeitäquidistanz der Prozeßdaten erhalten. Das echtzeitnahe Kommunikationsverhalten eines INTERBUS-Systems für Prozeßdaten wird praktisch nicht beeinträchtigt.

Arbeitsweise des Parameterkanals

Der Parameterkanal nutzt als Kommunikationsprinzip das *Client-Server-Modell*:

- Ein Teilnehmer einer Kommunikationsbeziehung ist der Initiator einer Kommunikation, indem er eine *Forderung* (request) absendet. Dieser Teilnehmer ist der Client.
- Ein zweiter Kommunikationsteilnehmer erhält diese Forderung als *Anzeige* (indication) und reagiert darauf. Er ist der Server. Eine Forderung kann eine Reaktion des Servers umfassen. Diese sendet der Server als *Antwort* (response) ab.
- Der Client erhält die Antwort des Servers als *Bestätigung* (confirmation). Damit ist eine Kommunikation beendet.

INTERBUS bietet im Client-Server-Modell die Möglichkeit, Parameterdaten zwischen Busmaster und INTERBUS-Teilnehmer oder auch nur zwischen zwei INTERBUS-Teilnehmern auszutauschen.

4.6 Anwendungsschnittstellen

Für Prozeßdatenkanal und Parameterkanal stehen der Steuerungsanwendung die in Bild 23 dargestellten Schnittstellen als API (Application Program Interface) zur Verfügung. In der Standard-INTERBUS-Anschaltung basieren die Schnittstellen auf einem Multiport-Memory (MPM) als Hardwareschnittstelle zwischen Hoststeuerung und INTERBUS-Anschaltbaugruppe.

Zyklische Prozeßdaten tauscht die Anwendung über das *Data Interface* (DTI) aus. Die Steuerung enthält dazu einen fest definierten Speicherbereich im MPM, der dem E/A-Abbild entspricht. Außerdem realisiert das DTI den Zugriff auf spezielle Register (Diagnoseregister, Steuerregister). In der Projektierungsphase erfolgt die Zuordnung zwischen Hostadreibraum und erforderlichem MPM-Adreibraum. Das DTI ermöglicht damit ohne Zugriffsprotokoll den wahlfreien Zugriff auf die vordefinierten und projektierten Datenbereiche.

Über das *Signal Interface* (SGI) aktiviert die Anwendung durch Signale zuvor definierte Service-Request-Sequenzen, z.B. zum Starten des Systems, zur Abschaltung von Bussegmenten u.a. Damit kann eine Host-SPS durch einfache Bitbelegung Daten und Kommandos mit den INTERBUS-Teilnehmern austauschen. Das SGI erfordert ein Zugriffsprotokoll, welches aus der festgelegten zeitlichen Abfolge von drei Signalbits besteht.

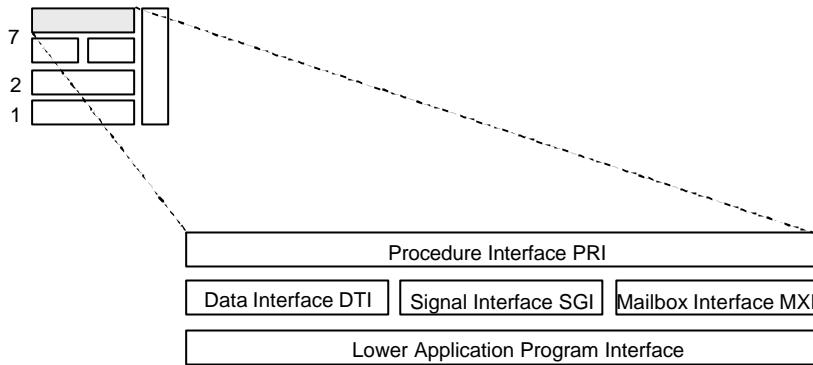


Bild 23: Anwendungsschnittstellen (API)

Sollen komplexere Informationen ausgetauscht werden, so muß das *Mailbox Interface* (MXI) genutzt werden.

Unterhalb von DTI, SGI und MXI kann sich eine weitere Schnittstelle befinden, die die Weiterleitung aller Informationen an einen Protokollcontroller zur Abwicklung der kanaltypischen Übertragung vornimmt. Auf der höheren Ebene ist meist noch ein *Procedure Interface* (PRI) definiert, mit dem eine optimale Anpassung an das Host-Betriebssystem und an seine Programmierumgebung erfolgt.

4.7 Netzwerkmanagement

Die für die Komplexität eines INTERBUS-Systems anfallenden Aufgaben zur Konfiguration, Fehlerbehandlung und Leistungsoptimierung übernimmt das Netzwerkmanagement PNM (Peripheral Network Management).

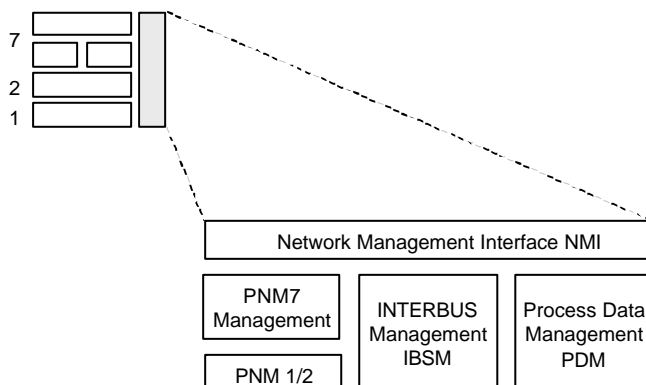


Bild 24: Komponenten des Netzwerkmanagment

Das PNM besteht aus folgenden Komponenten (Bild 24):

- INTERBUS-Management (IBSM) zur Realisierung globaler Managementaufgaben,

- Process Data Management (PDM) für die Verwaltung des Prozeßdatenkanals,
- PNM7 für Managementaufgaben des Parameterkanals in der Schicht 7.

Das *INTERBUS-Management IBSM* übernimmt alle Aufgaben, die mit dem Betrieb, der Konfiguration, der Fehlererkennung und -meldung, der Statistik und der Sicherheit des gesamten INTERBUS-Systems in Beziehung stehen. Hierbei wird keine Unterscheidung zwischen dem Prozeßdatenkanal und dem Parameterkanal getroffen.

Für den praktischen Betrieb eines INTERBUS-Systems werden im Regelfall nur einige wenige IBSM-Dienste benötigt.

Die Inbetriebnahme eines INTERBUS-Systems erfolgt im einfachsten Fall in drei Schritten:

- | | | | |
|------------|------------------------------|---|---|
| Schritt 1: | <code>Clear-Display</code> | - | Löschen aller Fehleranzeigen auf dem Masterboard. |
| Schritt 2: | <code>Configure-Bus</code> | - | Der Bus wird durch den Master neu konfiguriert. |
| Schritt 3: | <code>Start-Bus-Cycle</code> | - | Die Datenzyklen werden gestartet. |

Die Schnittstelle zur Anwendung liefert das *Network Management Interface NMI*. Dieses ist über das API entsprechend Bild 23 erreichbar.

5 Elektrischer Aufbau

5.1 Protokollchip

Wichtigstes Element des elektrischen Aufbaus eines INTERBUS-Teilnehmers ist der INTERBUS-Protokollchip, der das komplette Summenrahmenprotokoll abwickelt und die physische Anschaltung an den INTERBUS-Ring vornimmt. Busmaster und INTERBUS-Slave-Teilnehmer verwenden dabei entsprechend ihrer unterschiedlichen Funktion in einem INTERBUS-System auch unterschiedliche Protokollchips. Sowohl für INTERBUS-Master- als auch für Slavelösungen gibt es dabei je nach anwendungstechnischer Forderung angepaßte Hardwarelösungen.

Protokollchips für INTERBUS-Slaves

Der eindeutig wichtigste Baustein für Hersteller von INTERBUS-Geräten ist der *INTERBUS-Slave-Protokollchip IBS SUPI 2/3* (SUPI – Serial Universal Protocol Interface). Schätzungsweise 90 % aller INTERBUS-Teilnehmer sind mit diesen Chips ausgerüstet.

Der SUPI 3 ist ein ASIC mit ca. 15 000 Gatteräquivalenten, ausgeführt in 0,7- μm -Technologie und verfügbar im 84-poligen PLCC oder 100-poligen QFP-Gehäuse. Bild 25 zeigt das vereinfachte Blockschaltbild des Bausteins.

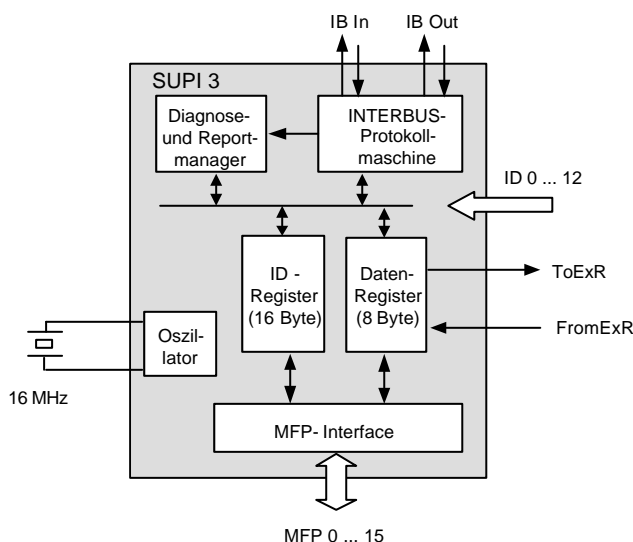


Bild 25: Blockschaltbild des INTERBUS SUPI 3 Protokollchips

Das INTERBUS-Protokoll nach Schicht 1 und 2 des OSI-Referenzmodells wird vollständig in der *Protokollmaschine* abgearbeitet. Einfache Busgeräte (z.B. digitale EA-Module) können deshalb

ohne weitere Software oder Prozessorleistung mit dem SUPI als INTERBUS-Interface ausgerüstet werden. Die Protokollmaschine realisiert auch den physikalischen Zugang zur ankommenden (IB In) und weiterführenden (IB Out) INTERBUS-Schnittstelle.

Die beiden Schieberegister - *ID-Register* und *Datenregister* - arbeiten als Sendepuffer im Identifikations- und Datenzyklus. Auf diese Puffer haben die Anwendung bzw. die höheren Protokollschichten über das MFP-Interface Zugriff (MFP – Multi-Funktions-Pin). Das MFP-Interface ist entsprechend den Schnittstellenerfordernissen einstellbar.

Die Datenregister lassen sich über externe Register erweitern (ToExR, FromExR). Für diese Registererweiterung gibt es die INTERBUS-Registerchips SRE 1, mit denen die Schieberegisterlänge eines INTERBUS-Teilnehmers bei Bedarf auf 64 Byte erweitert werden kann. Standardmäßig hat der SUPI 3 eine Registerbreite von 8 Byte.

Der *Diagnose- und Reportmanager* sorgt für eine ständige Kontrolle der Arbeit des SUPI (On-Chip-Diagnose). Auftretende Fehlerbilder, wie z.B. CRC-Fehler, kurzzeitiger Mediumverlust, Spannungseinbrüche u.ä., werden im ID-Sendepuffer gespeichert und können vom Master zeitunkritisch ausgelesen werden. Damit ist es möglich, auch schwierig zu diagnostizierende sporadische Fehler eindeutig dem Fehlerort zuzuordnen.

Mit dem SUPI als INTERBUS-Slave-Chip lassen sich außer für den INTERBUS-Loop alle INTERBUS-Teilnehmer-Varianten für den Fern- und Lokabus realisieren. Der INTERBUS-Loop arbeitet gleichfalls mit dem INTERBUS-Protokoll, verwendet aber eine andere Übertragungsphysik, so daß der Protokollchip an den physikalischen Schnittstellen entsprechend ausgelegt sein muß.

Protokollchips für INTERBUS-Busmaster

Der für INTERBUS-Master standardmäßig angewendete Master-Protokollchip ist der Mikrocontroller *IPMS*. Der IPMS ist so ausgelegt, daß er mit sehr unterschiedlichen Prozessoren zusammenarbeiten kann. Häufig wird der Master-Chip gemeinsam mit der Motorola-CPU 68332 eingesetzt. Das Blockschaltbild eines solchen INTERBUS-Master zeigt Bild 26.

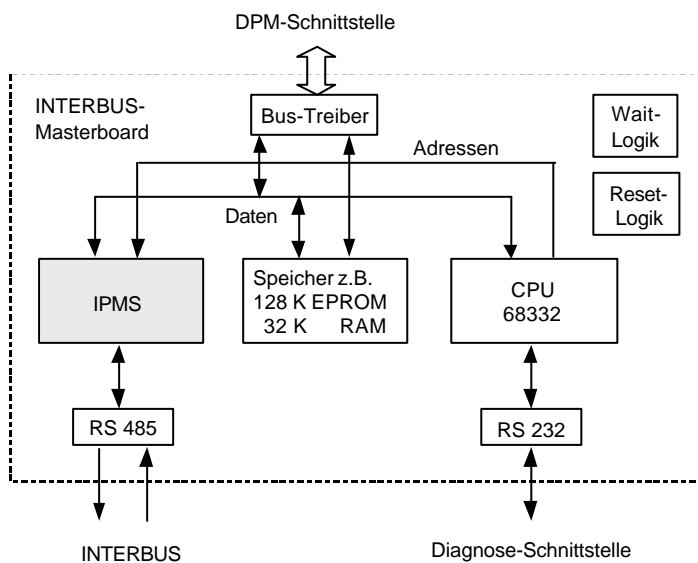


Bild 26: Blockschaltbild eines INTERBUS-Masters mit Master-Protokollchip IPMS

Die Masterfirmware ist im EPROM abgelegt und gewährleistet die INTERBUS-Funktionalitäten. Über den IPMS wird nur die eigentliche Bitübertragung (Schicht 1, Teile der Schicht 2) abgewickelt. Die Ankopplung an das jeweilige Hostsystem erfolgt über einen gemeinsamen Speicherbereich, der im einfachsten Fall als DPM (Dual Port Memory) oder MPM (Multi Port Memory) ausgelegt ist.

INTERBUS-Master mit IPMS gibt es entsprechend der gewünschten Funktionalität in unterschiedlichen Ausführungen.

5.2 Peripheriebussteilnehmer

Bild 27 zeigt eine Peripheriebusanschlusung für das 2-Leiter-Protokoll mit dem SUPI 3. Diese Anschaltung wird für den Aufbau eines ST-Peripheriebusses genutzt.

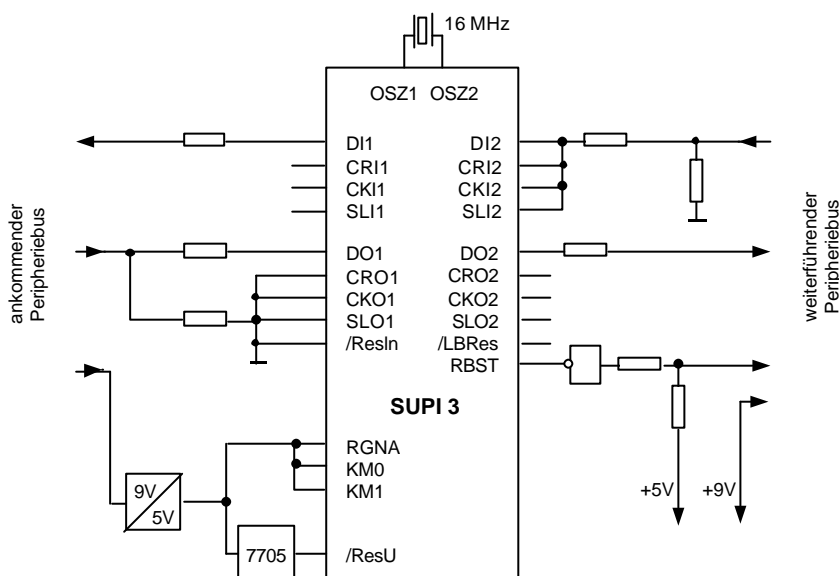


Bild 27: Peripheriebusanschlusung mit SUPI 3 (2-Leiter-Protokoll)

Die Konfiguration der INTERBUS-Schnittstelle wird über die Beschaltung der Pins KM0, KM1 und RGNA gewählt:

KM0	KM1	RGNA	Betriebsart
0	0	1	SL-Peripheriebus 8-Leiter-Protokoll
1	1	1	ST-Peripheriebus 2-Leiter-Protokoll
1	1	0	Fernbus 2-Leiter-Protokoll

Der *ST-Peripheriebus* arbeitet mit vier Übertragungssignalen, die wegen des Ringcharakters von INTERBUS jeweils an der ankommenden und weiterführenden Peripheriebusschnittstelle doppelt als IN- und OUT-Signalleitungen vorhanden sind (Bild 28). Zusätzlich wird noch eine ein- und ausgehende Resetleitung im Peripheriebus mitgeführt.

Die Bussignale können direkt mit den Peripheriebussteckern verbunden werden, da der SUPI 3 auch ohne externe Treiber und Empfänger die INTERBUS-Spezifikation für den Peripheriebus einhält. Gegenüber dem SUPI 2 sind hier die Abblockkondensatoren an allen Bussignaleingängen entfallen.

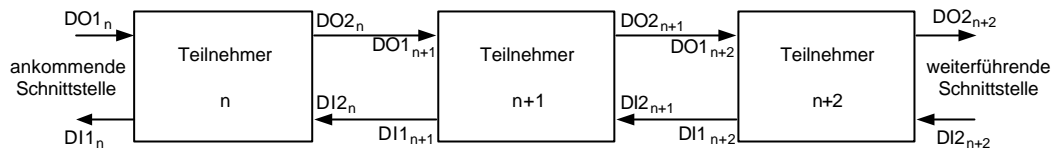


Bild 28: Signalführung im INTERBUS-Peripheriebussegment (Beispiel: Datenleitungen)

Die Spannungsversorgung von 5 V für die Teilnehmerlogik wird aus den 9 V des Bussteckers gewonnen. Der Überwachungsschaltkreis Typ 7705 überwacht die 5-V-Versorgungsspannung und bildet das Initialisierungs-Reset.

RBST sorgt für die Schließung des INTERBUS-Rings, wenn der Teilnehmer der letzte im jeweiligen Peripheriebussegment ist. Das Signal RBST wird im Ausgangsstecker nach +5 V gebrückt. Bei fehlendem Ausgangsstecker (RBST = 0) schließt der SUPI dann intern den Signalfuß und leitet die weiterführende Schnittstelle auf den Rückweg um.

Kennzeichnend für den *ST-Peripheriebus* ist der Verzicht auf RS 485-Treiber und die Übertragung des Protokolls mit TTL-Pegeln. Als Buskabel kommt ein fünfadriges Flachverbinder zwischen den Modulen zum Einsatz.

5.3 Fernbusteilnehmer

Als Fernbusteilnehmer muß der SUPI um die notwendigen Treiber und Empfänger für die Differenzsignalübertragung nach RS 485 ergänzt werden (Bild 29).

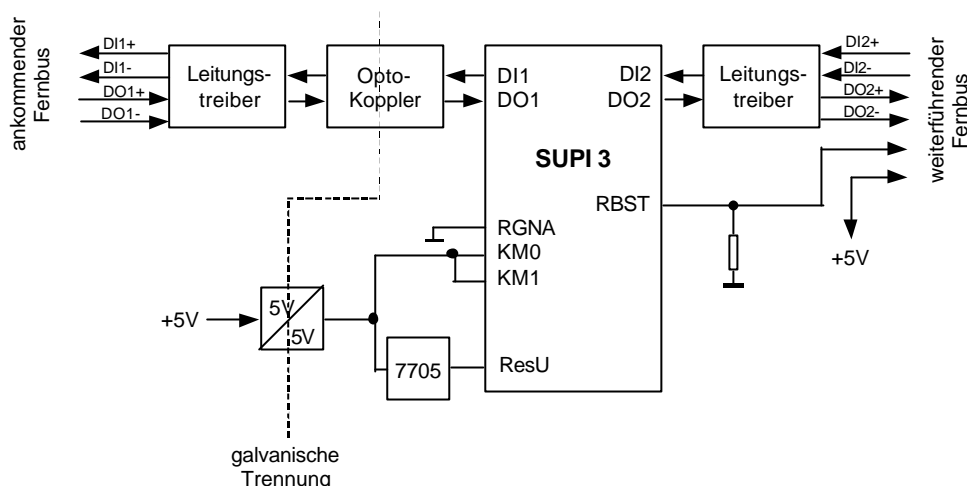


Bild 29: Fernbusanschlusung mit SUPI 3 (Fernbusgerät)

Die Übertragung erfolgt beim Fernbus über zwei paarig miteinander verdrehte Leitungen (DO+/DO-, DI+/DI-). Im Unterschied zum Peripheriebus benötigen die Fernbus Teilnehmer eine eigene Spannungsversorgung für die Teilnehmerlogik, da diese nicht mit über das Buskabel übertragen wird.

Zwei Optokoppler in der ankommenden Seite und ein DC/DC-Wandler in der Gerätestromversorgung sorgen für eine ordnungsgemäße galvanische Trennung (gestrichelte Linie in Bild 28). Die CR-, CK- und SL-Signale werden beim 2-Leiter-Fernbus aus dem Übertragungstelegramm generiert und können deshalb auf Masse gelegt werden.

Bei einer Konfiguration des SUPI als Buskoppler, stellt dieser neben der ankommenden und weiterführenden Fernbusschnittstelle noch eine weiterführende Peripheriebusschnittstelle über die MFP-Pins zur Verfügung. Die Beschaltung dieser Peripheriebusschnittstelle entspricht der in Bild 27.

5.4 INTERBUS-Loop-Teilnehmer

INTERBUS-Loop-Teilnehmer arbeiten zwar mit dem standardisierten INTERBUS-Protokoll, nutzen aber nicht die sonst bei INTERBUS übliche Spannungssignalübertragung nach RS 485, sondern verwenden eingepreßte Stromsignale und die Manchester-Codierung zur Übertragung von Datenstrom und Versorgungsspannung über einundieselbe Busleitung (Loop).

Aufgrund der unterschiedlichen Übertragungsphysik gibt es für INTERBUS-Loop den speziellen *Protokollchip IBS LPC*. Dieser Chip ist ein ASIC mit ca. 7000 Gatteräquivalenten und wird im QFP-44-Gehäuse geliefert. Zur Ergänzung der aus dem SUPI 3 bekannten Diagnosefunktionen ist im LPC 2 eine spezielle Loop-Diagnose integriert. Außerdem enthält der Chip zur Vereinfachung der äußeren Beschaltung einen 16-MHz-Quarzoszillator, Übertemperaturschutz, 5-V-Spannungsregler und Resetgenerator mit Unterspannungsüberwachung.

Bild 30 verdeutlicht die Struktur eines INTERBUS-Loop-Busgerätes mit dem Protokollchip LPC (schattiert gekennzeichnet im Bild).

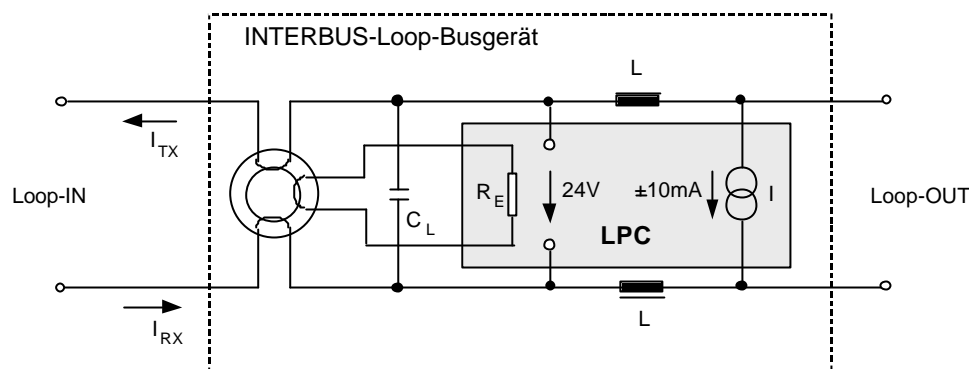


Bild 30: Struktur eines INTERBUS-Loop-Busgerätes

Der INTERBUS-Datenstrom wird, ähnlich wie bei einer TTY-Schnittstelle, als Stromsignal auf die Leitung gegeben (I_{TX} , I_{RX}). Dieses Stromsignal wird im Eingang des folgenden Loop-Teilnehmers über einen Ringkerntransformator mit R_E gemessen und danach mit dem Kondensator C_L kurzgeschlossen. Am Kondensator steht dann die reine 24-V-Gleichspannung als Versorgungsspannung zur Verfügung. Die beiden Induktivitäten in den Loop-Leitungen entkoppeln Ausgangs- vom Eingangssignal und leiten die 24-V-Gleichspannung an den Loop-Ausgang des Teilnehmers. Nachdem die Daten im Protokollchip LPC die INTERBUS-Schieberegister durchlaufen haben, werden sie in Form eines Stromsignals (± 10 mA) hinter den Induktivitäten auf die Loop-Ausgangsleitung aufmoduliert, auf der schon die Versorgungsspannung liegt.

Zur Realisierung einer Geräteschnittstelle hat der LPC, ähnlich wie der SUP1, eine konfigurierbare 4-Bit-MFP-Schnittstelle, die für Sensoren und Aktoren den Zugang zum INTERBUS-System schafft..

Die Ankopplung eines Loop-Bussegmentes an den INTERBUS-Fernbus erfolgt über spezielle INTERBUS-Loop-Buskoppler, die auch die Versorgungsspannung für den Loop bereitstellen.

6 Systemkomponenten

Zu den INTERBUS-Systemkomponenten für einfach strukturierte INTERBUS-Systeme gehören im wesentlichen Anschaltbaugruppen für offene Rechnersysteme und Anschaltbaugruppen für speicherprogrammierbare Steuerungen.

6.1 Anschaltbaugruppen für offene Rechnersysteme

INTERBUS bietet verschiedene Anschaltbaugruppen mit abgestuftem Leistungsspektrum für standardisierte und herstellerunabhängige PC-Technik sowie für VMEbus-Systeme. Beide Rechnersysteme können je nach Anschaltbaugruppe als INTERBUS-Busmaster arbeiten oder als Slave-Teilnehmer in ein INTERBUS-System integriert werden.

Anschaltbaugruppen für PC

Als repräsentatives Beispiel für Anschaltbaugruppen, die als Busmaster arbeiten, wird im folgenden die Baugruppe IBS ISA FC/486DX/I-T für Anwendungen im oberen Leistungssegment näher betrachtet.

Tabelle 3: Technische Daten IBS ISA FC/486DX/I-T

Steuerungssystem	IBM-kompatible PCs, ISA-Steckplatz
Abmessungen	(222 x 99 x 35) mm, 2 Slots
INTERBUS-Schnittstelle	2-Leiter-Fernbus, 9polige DSUB-Buchse
Diagnose-Schnittstelle	RS-232C, 9poliger DSUB-Stecker
Versorgung	typ. 5V DC \pm 5%, typ. 2 A
Speicher-Adreßbereich	4 kBytes, 8000 ... FF000h
I/O-Adreßbereich	8 Bytes, 100 ... 3F8h
Anzahl Teilnehmer	512
Anzahl Prozeßdaten	256 Worte (= 4096 binäre I/O)
PC/104-Baugruppe	
Coprozessor	80486DX/4, 100 MHz
Speicher	4MB DRAM, 1 MB Flash
Betriebssystem	VxWorks, IEC 1131-Laufzeitsystem
Anzahl PCP-Teilnehmer	62

Die Anschaltbaugruppe *IBS ISA FC/486DX/I-T*, auch als *Field Controller* bezeichnet, ist ein leistungsfähiger INTERBUS-Master, auf dem unabhängig vom Host-PC Steuerungs- und Automati-

sierungsprogramme nach IEC 1131 laufen können. Der Field Controller nutzt ein Embedded-PC-Board nach dem PC/104-Standard als integriertes Coprozessor-Board. Für die durchgängige Konfiguration und Programmierung unter IEC 1131 wird bei allen Field Controllern die Automatisierungssoftware PC WORX eingesetzt. Die allgemeinen technischen Daten für die IBS ISA FC/486DX/I-T sind in Tabelle 3 aufgeführt.

Im Field Controller IBS ISA FC/486DX/I-T ist die zentrale Schnittstelle zum Host-PC entsprechend Bild 31 als Multi Port Memory (MPM) ausgelegt, damit auch der Coprozessor Zugriff auf die Prozeßdaten hat. Es gibt damit drei MPM-Teilnehmer: IBS-Master, Coprozessor-Board und Host-PC.

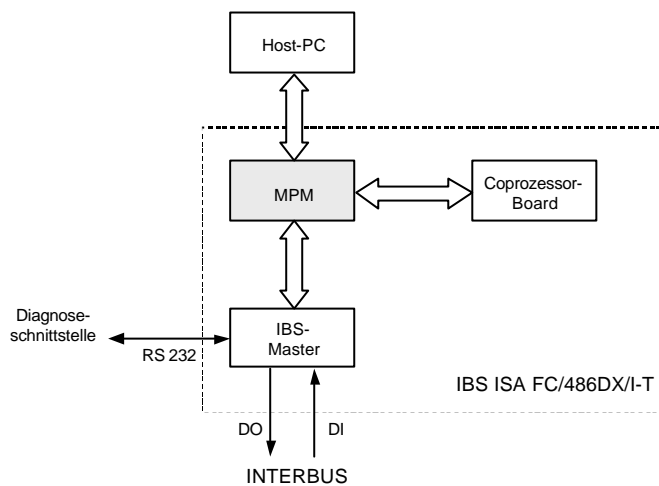


Bild 31: Prinzipstruktur der PC-Master-Anschaltbaugruppe IBS FC/486DX/I-T (Field Controller)

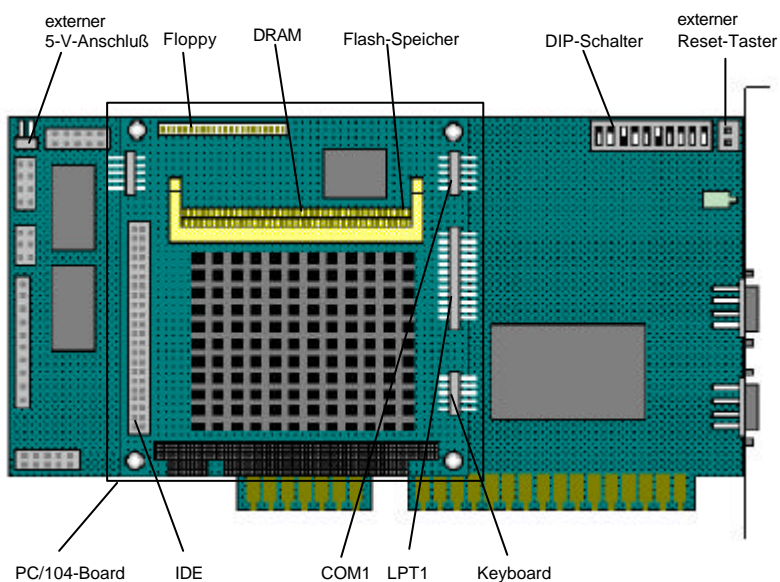


Bild 32: Draufsicht auf den Field Controller IBS ISA FC/486DX/I-T

Der Field Controller besitzt zusätzlich ein *Coprozessor-Board* als aufsteckbares Rechnermodul im PC/104-Format. Es sind alle PC/AT-Rechnerfunktionen (ohne Graphik) enthalten. Bild 32 zeigt in der Draufsicht das Board und die Anschlüsse für Tastatur, Floppy, HD (IDE-Schnittstelle), DRAM- und Flash-Speicher, COM1, COM2 und LPT1.

On-Board befinden sich 4 MB DRAM, der über Dual-SO-DIMM-Sockel auf 16 MB erweitert werden kann. Als integrierte, bootfähige Harddisk sind bis 9 MB Flash-Speicher auf dem Board möglich (1 MB On-Board). Auf dieser Flash-Harddisk ist das Echtzeit-Betriebssystem VxWorks und eine IEC 61131-Laufzeitumgebung vorinstalliert.

Die Steuerungsprogramme werden auf dem Host-PC entwickelt, ausgetestet und anschließend auf das Coprozessor-Board herunter geladen. Der Host-PC ist damit frei für andere Aufgaben, z.B. für die Visualisierung der über INTERBUS angeschlossenen Prozeßsignale- und -parameter.

Der Field Controller IBS ISA FC/486DX/I-T besitzt eine *externe 5-V-Spannungsversorgung* zur Realisierung sicherer und autarker Steuerungslösungen. Bei Ausfall der Spannungsversorgung des Host-PC wird der Field Controller weiter betrieben und die Host-Schnittstelle hochohmig geschaltet.

Für Standardanwendungen ist der Field Controller als IBS ISA FC/I-T auch ohne Coprozessor-Board verfügbar.

6.2 Anschaltbaugruppen für SPS

INTERBUS-Anschaltbaugruppen sind als Busmaster und Slave-Teilnehmer für die meisten im Markt angebotenen speicherprogrammierbaren Steuerungen (SPS) verfügbar.

Als repräsentatives Beispiel soll im folgenden auf die SPS-Master-Anschaltbaugruppe für SIMATIK S7 400-Steuerungen näher eingegangen werden.

SPS-Anschaltbaugruppe IBS S7 400 DSC/I-T

Die wichtigsten technischen Daten der Baugruppe beinhaltet Tabelle 4.

Tabelle 4: Technische Daten IBS S7 400 DSC/I-T

Steuerungssystem	Siemens SIMATIC S7 400
Abmessungen	(210 x 290 x 50) mm, 2 Slots
INTERBUS-Schnittstelle	2-Leiter-Fernbus, 9polige DSUB-Buchse
Diagnose-Schnittstelle	RS-232C, 9poliger DSUB-Stecker
Versorgung	5V DC aus Host-System, typ. 1 A
Adreßbelegung in der SPS	24 Byte I/O, davon 16 Byte INTERBUS-spezifische Register
Anzahl Teilnehmer	512
Anzahl Prozeßdaten	256 Worte (= 4096 binäre I/O)

Emulierte S7-Baugruppe	FM451 FIX SPEED, Positionierbaugruppe für Antriebe
-------------------------------	--

Die Anschlagbaugruppe IBS S7 400 DSC/I-T verbindet die SIMATIC S7 400-Steuerung mit INTERBUS. Nach dem Einschalten der Spannungsversorgung wird die INTERBUS-Konfiguration automatisch gelesen und mit der im Flash-Parametrierungsspeicher abgelegten Parametrierung gestartet. Die Baugruppe unterstützt als INTERBUS-Busmaster folgende Funktionalitäten:

- Aufbau von INTERBUS-Netzwerken mit bis zu 16 Ebenen,
- Synchronisierung von SPS-Programm und INTERBUS-Zyklus,
- Prozeßdaten-Vorverarbeitung,
- Parametrierung alternativer und wechselnder INTERBUS-Teilsegmente,
- Umfangreiche Diagnose und einfache Bedienung.

Eine schematische Darstellung der Frontansicht der IBS S7 400 DSC/I-T findet sich in Bild 33.

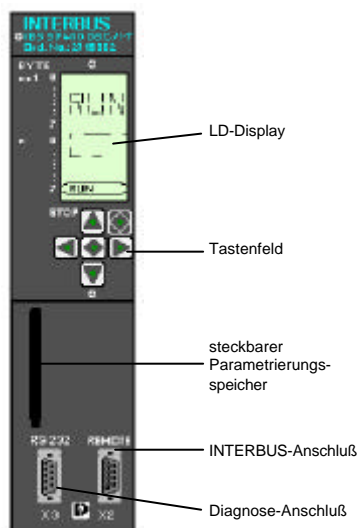


Bild 33: Frontansicht der SPS-Master-Anschlagbaugruppe IBS S7 400 DSC/I-T

Zur Darstellung der umfangreichen INTERBUS-Systemdiagnose bietet die Anschlagbaugruppe ein vierzeiliges LC-Display, auf dem Betriebs- und Fehlerzustände im Klartext angezeigt werden. Angezeigt wird die Art der Meldung sowie ein Parameter mit zusätzlicher Information. Außerdem zeigt das Display den Status der E/A-Daten an. Über das Tastenfeld auf der Frontblende erfolgt die einfache und intuitive Bedienung des LC-Displays. Die vier Pfeiltasten steuern den Cursor - wie vom PC gewohnt - durch das Menü.

Die Basisparametrierung (Anordnung im S7-System) für die Anschlagbaugruppe erfolgt mit dem STEP-7-Parametrierungstool. In diesem emuliert die Anschlagbaugruppe die Siemens-Peripheriebaugruppe FM 451. Für die INTERBUS-Parametrierung steht das leistungsfähige INTERBUS-CMD-Werkzeug zur Verfügung. Der steckbare Flash-Parametrierungsspeicher kann beliebig oft überschrieben werden und ist als nullspannungsfester (residenter) Speicher ausgelegt.

7 Gerätemodule

Als Gerätemodule werden INTERBUS-Busgeräte bezeichnet, die in Schaltschränken oder Klemmenkästen eingebaut werden und die Schutzart IP 20 besitzen. Im wesentlichen gibt es hier die in Tabelle 5 aufgeführten drei installationstechnischen Varianten.

Tabelle 5: Installationsvarianten von INTERBUS-Gerätemodulen

Installationsvariante	Charakteristik	INTERBUS-Schnittstelle	Produktbeispiel
Gerätemodule für Kompaktstationen	Module mit mehreren E/A-Punkten (bis 32 digitale E/A), Funktionsmodule, aufreihbar auf Tragschienen, wechselbare Modulelektronik, Potentialrangierung	Peripheriebus	ST-Familie von Phoenix Contact, WINbloc IPS Familie von Weidmüller
Automatisierungsklemmen	E/A-Module mit 1 ... 4 digitalen E/A, Funktionsmodule, aufreihbar auf Tragschienen, interner Potentialverteiler	Peripheriebus	INTERBUS-Inline von Phoenix Contact, IBS-Module der WAGO Baureihe 750
Einzelbaugruppen	versch. Kompaktbauformen unterschiedlicher Hersteller, einzeln oder auf Tragschienen montierbar, bis 32 digitale E/A, Sonderfunktionen	Fernbus	RT-Module von Phoenix Contact, RIO Stand-Alone-Module von Schleicher,

7.1 Gerätemodule für Kompaktstationen

Diese Gerätemodule gibt es mit verschiedener E/A-Funktionalität und von unterschiedlichen Herstellern. Allen Modulen ist gemeinsam, daß sie problemlos auf einer Tragschiene aneinandergereiht montiert werden können. Pro Modul können mehrere E/A-Punkte bzw. E/A-Kanäle angeschlossen werden. Mehrere Module werden meist gemeinsam auf eine Tragschiene als *Kompaktstation* installiert, die dann mit einer separaten Busklemme an den INTERBUS-Fernbus angeschlossen wird (Bild 34).

Die Gerätemodule nutzen den Peripheriebus mit 2-Leiter-Protokoll in TTL-Technik. Die INTERBUS-Verbindung zwischen den Modulen erfolgt mit speziellen kurzen Buskabeln.

Die meisten Gerätemodule für Kompaktstationen besitzen nur einen Prozeßdatenkanal (PD-Kanal), über den entsprechend der festgelegten modulinternen Signalverarbeitung das Prozeßabbild übertragen wird. Einige Analog-E/A-Module sowie komplexere Funktionsmodule wie z.B. Zähler, V.24-Module sind aber auch über einen Parameterkanal (PCP-Kanal) begrenzt parametrierbar.

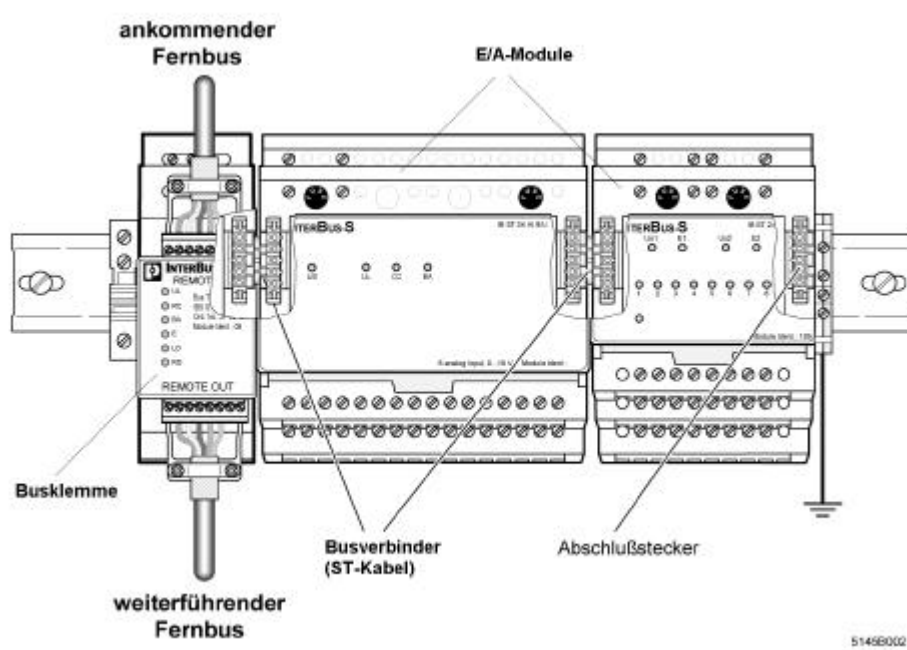


Bild 34: Installation einer Kompaktstation auf einer Tragschiene

Die Gerätemodule nutzen den Peripheriebus mit 2-Leiter-Protokoll in TTL-Technik. Die INTERBUS-Verbindung zwischen den Modulen erfolgt mit speziellen kurzen Buskabeln.

Die meisten Gerätemodule für Kompaktstationen besitzen nur einen Prozeßdatenkanal (PD-Kanal), über den entsprechend der festgelegten modulinternen Signalverarbeitung das Prozeßabbild übertragen wird. Einige Analog-E/A-Module sowie komplexere Funktionsmodule wie z.B. Zähler, V.24-Module sind aber auch über einen Parameterkanal (PCP-Kanal) begrenzt parametrierbar.

7.2 Automatisierungsklemmen

Automatisierungsklemmen sind ein Installationssystem für INTERBUS-Gerätemodule, die vielfältige Automatisierungs- und Steuerungsfunktionen in feiner Abstufung, d.h. mit hoher Flexibilität bieten. Automatisierungsklemmen werden einfach zu anwendungsspezifischen Funktionseinheiten zusammengesteckt. Mit dem Aufrasten auf eine Tragschiene sind der INTERBUS-Anschluß, die Stromverteilung, die Schutzkreise, die Potentialgruppen und die Sicherung automatisch verdrahtet. Mit dieser anwenderfreundlichen Installation entfällt weitgehend die Verdrahtung im Schaltschrank bzw. Klemmenkasten. Bild 35 zeigt als Beispiel Automatisierungsklemmen für die digitale Eingabe und Ausgabe (jeweils mit 2 Kanälen) aus dem INTERBUS-Inline-Produktprogramm.

Die verfügbare Funktionalität der INTERBUS-Inline-Automatisierungsklemmen läßt sich im wesentlichen folgenden Gruppen zuordnen:

- *Digitale und analoge Ein- und Ausgänge:* Die meisten E/A-Klemmen besitzen 2 oder 4 Kanäle und sind für verschiedene Anschlußtechniken der Sensoren/Aktoren ausgelegt.

- *Schaltgeräte*: Leistungsklemmen ermöglichen das Schalten von Schützen und Überwachen von Drehstrom-Normmotoren.
- *Spannungsversorgung*: Über Einspeise- und Segmentklemmen lassen sich innerhalb eines Blocks von Automatisierungsklemmen galvanisch getrennte Potentialgruppen aufbauen.
- *Busklemmen*: Busklemmen verbinden eine INTERBUS-Inline-Station mit dem Fernbus bzw. lassen Abzweigungen zum INTERBUS-Loop zu.

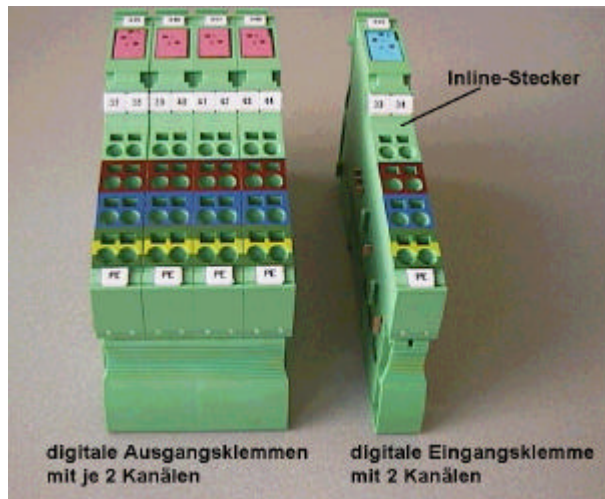


Bild 35: E/A-Automatisierungsklemmen aus dem INTERBUS-Inline-Produktprogramm

- *Steuerungsklemmen*: Mit diesen Klemmen können dezentrale Kleinststeuerungen, programmierbar nach IEC 1131, mit INTERBUS-Anschluß aufgebaut werden.
- *Pneumatikklemmen*: Über Pneumatik-Klemmen können pneumatische Aktoren direkt in einer Inline-Station geschaltet werden. Die erforderliche Luft wird über Lufteinspeiseklemmen zugeführt.
- *Sonderfunktionen*: Verfügbar sind z.B. INTERBUS-Feldmultiplexer, die bis zu 512 digitale Signale über große Entfernungen (max. 12 km) zwischen zwei Inline-Stationen über ein zweidrahtiges Kabel übertragen. Auch spezielle Klemmen mit Sicherheitsfunktionen zum Aufbau von Not-Aus-Stromkreisen werden bereits angeboten.

Die INTERBUS-Inline-Klemmen werden intern über den 2-Leiter-Peripheriebus verbunden. Die Ankopplung an den Fernbus erfolgt dabei über spezielle Inline-Buskoppler (Busklemmen).

Am Beispiel der digitalen Eingangsklemme IB IL 24 DI 2 soll die prinzipielle Struktur einer Automatisierungsklemme und die Integration in eine komplette Inline-Station beschrieben werden.

IB IL 24 DI 2

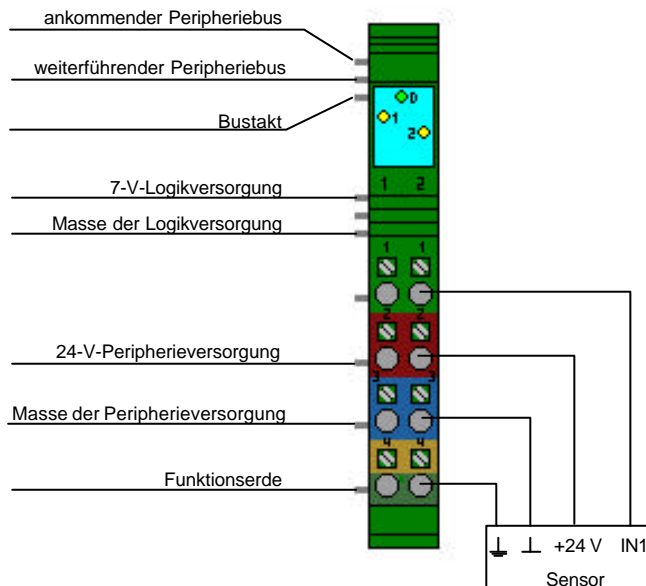
An die digitale Inline-Eingabeklemme IB IL 24 DI 2 können zwei Sensoren in 4-Leiter-Anschlußtechnik mit einem Inline-Stecker angeschlossen werden. Als Inline-Stecker kommt ein Standardstecker für den Anschluß von 2 x 4 Signalen in Zugfedertechnik zum Einsatz. Dieser Stecker wird auf den Elektroniksockel der Automatisierungsklemme aufgerastet (Bild 35).

Die wichtigsten technischen Daten der Eingangsklemme sind in Tabelle 6 aufgeführt.

Tabelle 6: Technische Daten IB IL 24 DI 2

Schutzart	IP 20
Abmessungen	(12,2 x 116,1 x 71,5) mm
Betriebstemperatur	-25°C ... +55°C
Peripherieversorgung	24 V DC Nennwert
Stromaufnahme	30 mA aus Peripheriebus
Anzahl Eingänge	2
Anschlußtechnik	4-Leiter
Strom je Kanal	typ. 3 mA
I/O-Signal	+15 ... +30 V / -30 ... +5 V
Verzögerungszeit	im μ s-Bereich

Die *Spannungsversorgung* für die Elektronik der Klemme und für die Peripherie erfolgt über das stationsinterne Potentialrangierungssystem. In Bild 36 sind u.a. die für das Rangiersystem erforderlichen Kontaktstifte auf der linken Seite der Inline-Klemme gekennzeichnet.

**Bild 36:** Äußere Beschaltung der Eingangsklemme IB IL 24 DI 2

Der Anschluß der *Sensoren* erfolgt über Zugfederklemmen auf dem Inline-Stecker. Die Anschlüsse stehen jeweils mit Masse und Funktionserde zur Verfügung.

Die Verbindung der Automatisierungsklemme mit INTERBUS stellt ein Peripheriebus mit 2-Leiter-Protokoll her. Dieser führt aber in Abwandlung zum ST-Peripheriebus zusätzlich den Bustakt mit. Physikalisch ist der Peripheriebus als Inline-Potentialverteiler mit drei Kontakten ausgeführt. Über zwei *Diagnose-LEDs* (1, 2) auf der Frontseite der Eingangsklemme wird der Eingangsstatus der beiden Kanäle signalisiert. Eine weitere LED (D) zeigt über verschiedene Blinkfrequenzen Busstatus, Peripheriefehler und defekte Teilnehmer vor bzw. nach der Klemme an (Bild 36).

Aufbau einer Inline-Musterstation mit IB IL 24 DI 2

Als Beispiel soll eine Inline-Musterstation mit 6 digitalen Eingängen und 4 digitalen Ausgängen dienen. Die Stromkreise von zwei Eingängen sollen aus Sicherheitsgründen separat abgesichert werden. Außerdem sind für alle Ausgänge ein über INTERBUS schaltbarer galvanisch getrennter Peripheriestromkreis vorzusehen. Die Station wird mit folgenden Automatisierungsklemmen aufgebaut:

- 3 x IB IL 24 DI 2 (Eingabeklemme, s.o.)
- 3 x IB IL 24 DO 2-2A (Ausgabeklemme, 2 Ausgänge, 4-Leiter, 24 V / 2 A pro Ausgang)
- 1 x IB IL 24 SEG/F (Segmentklemme mit Sicherung, 24 V DC, max. 5 A)
- 1 x IB IL 24 PWR-IN (Einspeiseklemme, 24 V DC, max. 10 A)
- 1 x IBS IL 24 BK-T (Busklemme, Fernbus \rightleftharpoons Inline-Potentialverteiler)

Bild 37 zeigt schematisch den Aufbau der Musterstation und die sich ergebende Stromverdrahtung für die Peripheriestromkreise.

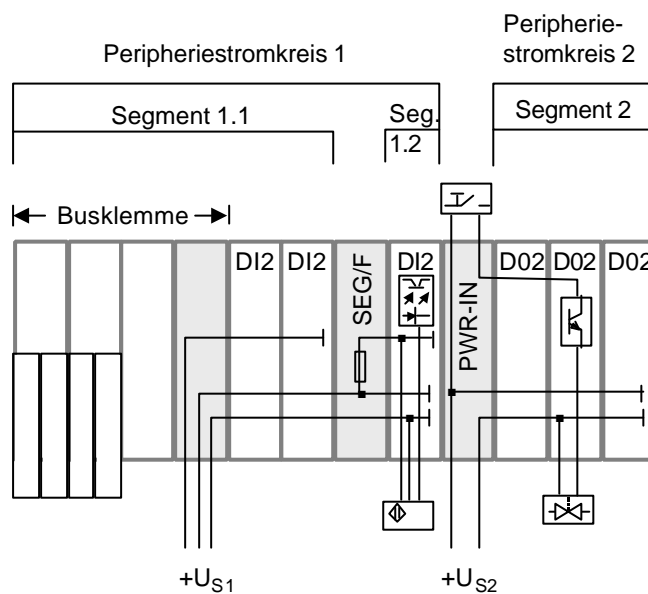


Bild 37: Inline-Musterstation mit je 6 digitalen Eingängen und Ausgängen

Durch das Aneinanderreihen der Inline-Automatisierungsklemmen wird automatisch ein *Strom- und Datenschienensystem* (Inline-Potentialverteiler) aufgebaut. Beim Aufbau der Musterstation entstehen deshalb folgende Stromkreise:

- *Datenkreis* (nicht eingezeichnet in Bild 37): Alle Automatisierungsklemmen sind über INTERBUS verbunden. Dazu stellt jede Klemme einen eigenen INTERBUS-Teilnehmer mit eigenem INTERBUS-Protokollchip dar.
- *Logikstromkreis* (nicht eingezeichnet in Bild 37): Die Logikstromversorgung mit 7 V für alle Inline-Klemmen erfolgt zentral durch die Busklemme.
- *Peripheriestromkreis*: Die Peripheriestromkreise dienen zur Versorgung der Sensoren und Aktoren. Innerhalb einer Inline-Station kann eine beliebige Anzahl von potentialgetrennten Stromkreisen von 24 V DC bis 250 V AC aufgebaut werden. Die Musterstation besitzt zwei Peripheriestromkreise: Peripheriestromkreis 1 wird durch die Einspeisung von der Busklemme und Peripheriestromkreis 2 durch die Einspeiseklemme mit 24 V DC versorgt.

- *Segmentstromkreis*: Innerhalb eines Peripheriestromkreises können weitere Stromkreise durch Segmentklemmen aufgebaut werden. Diese Segmentstromkreise kann man unabhängig vom Rest der Station einzeln absichern (Segment 1.2 in Bild 37) oder ab- und zuschalten (Segment 2 in Bild 37).

Bei den Automatisierungsklemmen arbeiten die meisten nur mit einem Prozeßdatenkanal. Für Klemmen mit komplexeren Funktionen wie z.B. die Leistungsklemmen der Familie IB IL 400 ist eine Parametrierung über den Parameterkanal vorgesehen.

7.3 Einzelbaugruppen

Neben den beiden o.b. ausgeprägten installationstechnischen INTERBUS-Gerätegruppen gibt es noch eine Vielzahl von Gerätemodulen als *Einzelbaugruppen*. Charakteristisch für diese Einzelbaugruppen sind häufig die Verfügbarkeit komplexerer Funktionen und deren Parameterierbarkeit über den Parameter-Kanal.

Alle Einzelbaugruppen sind entsprechend ihrer obigen Klassifizierung als Gerätemodule in Schutzart IP 20 ausgeführt. Ihre Montage erfolgt entweder direkt in Schaltschränke, Klemmenkästen o.ä. oder gemeinsam mit anderen automatisierungstechnischen Modulen als Einbauvariante in größere Geräte- oder Maschinengehäuse.

8 Adressierung von INTERBUS-Daten

Die in einem INTERBUS-System erfaßten Prozeß- und Parameterdaten müssen im Speicher des angeschlossenen Rechner- oder Steuerungssystems (Hostsystem) eindeutig einer Adreßposition zugeordnet sein. Jeder INTERBUS-Teilnehmer benötigt deshalb im Hostsystem eine eindeutige Adresse.

Grundsätzlich muß man sich bei INTERBUS eine *dreigeteilte Rangierebene* vorstellen, durch die die INTERBUS-Daten bewegt werden, um zum Hostsystem zu gelangen. Diese Rangierebenen sind in Bild 38 dargestellt.

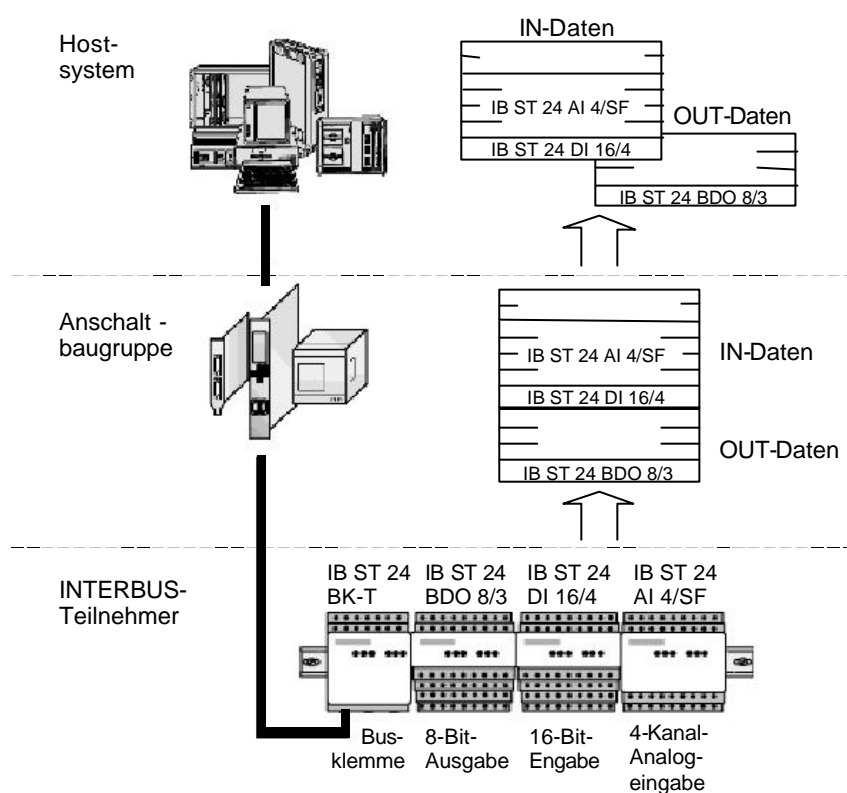


Bild 38: Prinzipielle Darstellung der Adreßrangierung

Der obere Teil von Bild 38 zeigt den Speicherbereich des Hostsystems. Die Speicherorganisation ist bei nahezu jedem Hostsystem verschieden. Zur Vereinfachung wurde ein nach Ein- und Ausgangsdaten getrennter Speicheraufbau angenommen (Beispiel: Simatic S5 und S7 Steuerungen).

Im unteren Teil des Bildes befindet sich die Schaltbaugruppe, die als zentrale Funktionseinheit den gesamten Busbetrieb, sowie das Aufbereiten und Transferieren der Daten zwischen dem Host und den INTERBUS-Teilnehmern organisiert.

Im rechten Teil von Bild 38 ist das INTERBUS-System dargestellt, welches die Signale der Peripherie (Sensoren und Aktoren) aufnimmt bzw. an diese weitergibt.

Die von der Anschaltbaugruppe kontrollierten INTERBUS-Buszyklen transportieren die Signale aus der Peripherie in einen gemeinsamen Speicherbereich der Anschaltbaugruppe (Koppelspeicher), der je nach Typ der Anschaltbaugruppe als MPM oder DPM ausgelegt ist. Der Koppelspeicher ist in mehreren Bereichen organisiert. Zwei davon sind die Bereiche für die Ein- und Ausgangsdaten vom INTERBUS-System. Durch die Anschaltbaugruppe werden die Daten der INTERBUS-Teilnehmer nach Ein- und Ausgangsdaten getrennt im Koppelspeicher abgelegt. Dieser Vorgang wird zyklisch von der Anschaltbaugruppe ausgeführt. Das Hostsystem greift gleichfalls auf diesen Koppelspeicher zu und kopiert die Daten in die vom Anwender festgelegten Speicherbereiche im Hostsystem.

Die Rangierung (Zuordnung) zwischen den INTERBUS-E/A-Signalen der Prozeßperipherie und den dazugehörigen im Hostsystem gespeicherten E/A-Daten kann nun bei INTERBUS mit zwei Adressierungsmethoden durchgeführt werden. Beide Methoden unterscheiden sich hinsichtlich Einfachheit und Flexibilität voneinander.

8.1 Adressierungsmethoden

Bei der *physikalischen Adressierung* werden die Daten der INTERBUS-Teilnehmer in aufsteigender Reihenfolge, abhängig von ihrer physikalischen Lage im INTERBUS-Datenring, im Koppelspeicher der Anschaltbaugruppe abgelegt. Dabei gelten folgende Vereinbarungen:

- Die Daten der INTERBUS-Teilnehmer werden je nach ihrem Charakter als Eingangs- oder Ausgangsdaten getrennt im Eingangs- oder Ausgangsbereich des Koppelspeichers abgelegt.
- Die Reihenfolge im Koppelspeicher wird ausgehend von der Anschaltbaugruppe definiert. Der erste INTERBUS-Teilnehmer nach der Anschaltbaugruppe liegt als erster im Koppelspeicher, der zweite folgt auf der nächsten freien Adresse (Bild 39).

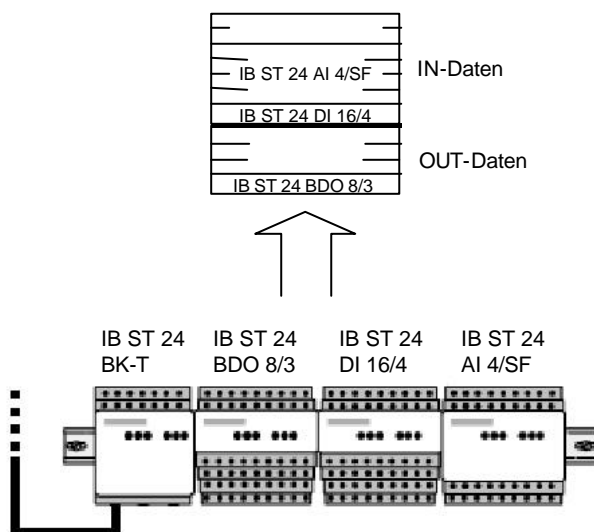


Bild 39: Physikalische Adressierung

Die physikalische Adressierung in zwei Schritten projiziert:

1. Die Anschaltbaugruppe ermittelt durch Einlesen der ID-Codes die Konfiguration, Registerlänge und Ausführung jedes INTERBUS-Teilnehmers und nimmt automatisch die Adressierung aller Teilnehmer vor. Es werden nur die Teilnehmer adressiert, die durch die Anschaltbaugruppe auch im INTERBUS-System erkannt wurden.
2. Je nach Typ der Anschaltbaugruppe kann die eingelesene INTERBUS-Konfiguration zusammen mit einer in CMD fertig vorprojektierten Anlaufsequenz auf dem Parametrierungsspeicher (Flash-Speicher) der Anschaltbaugruppe hinterlegt werden. Zusätzlich sollte man die Buskonfiguration als Projektierungsdatei auf Festplatte speichern.

Bei jedem Einschalten der Steuerung bzw. jedem separat ausgeführten Reset der Anschaltbaugruppe wird mit der Anlaufsequenz auch die projektierte physikalische Adressierung aus dem Parametrierungsspeicher der Anschaltbaugruppe ausgelesen und automatisch ausgeführt.

Der Arbeitsaufwand für eine physikalische Adressierung des Gesamtsystems mit der Software CMD ist sehr gering. Änderungen im Busaufbau durch z.B. Hinzufügen und Entfernen von Teilnehmern erfordern aber im Anwenderprogramm zusätzliche Vorkehrungen, da sich die Adressen der Ein- und Ausgänge aller angeschlossenen Teilnehmer in diesem Fall verschieben.

Im Gegensatz zur physikalischen Adressierung werden bei der anwenderorientierten oder *logischen Adressierung* die Adressen der INTERBUS-Teilnehmer, unabhängig von deren tatsächlicher physikalischer Reihenfolge im INTERBUS-Ring, frei im Speicher des Hostsystems vergeben (Bild 40). Die logische Adressierung verhindert Adreßverschiebungen bei Erweiterungen und Änderungen der INTERBUS-Anlage. Darüber hinaus können Optimierungen der Speicheraufteilung im Hostsystem sowie der Übersichtlichkeit der Adreßzuordnung realisiert werden.

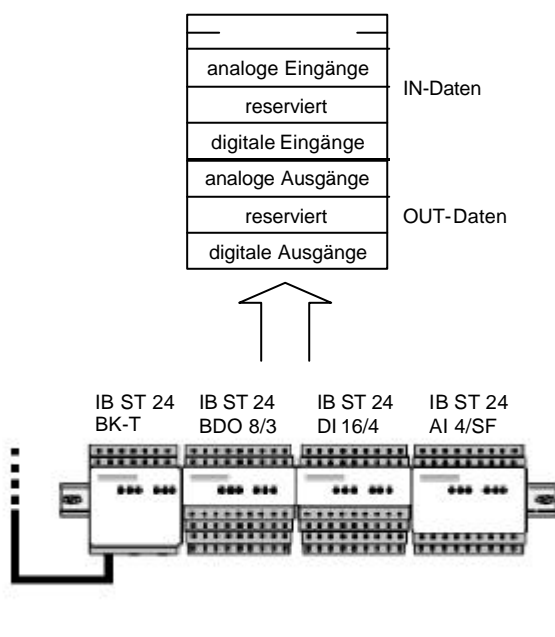


Bild 40: Logische Adressierung

Bei der logischen Adressierung muß die Adreßrangierliste vom Anwender entsprechend seinen Wünschen editiert werden. Anschließend wird die Adreßliste im Parametrierungsspeicher der An-

schaltbaugruppe abgelegt. Die Aktivierung erfolgt, wie oben beschrieben, über eine vorprojektierte Anlaufsequenz. Bei der logischen Adressierung können folgende Aspekte berücksichtigt werden:

- Die freie Wahl der Adressen erleichtert das Ab- und Zuschalten von Anlageteilen im Busaufbau. Bei Änderungen muß nur die Adreßrangierliste korrigiert werden und nicht sämtliche Adressen im Anwendungsprogramm.
- Es sind anlagenspezifische Adreßzuordnungen möglich, z.B. kann die Bussegmentnummer dem jeweiligen Anlagenteil (z.B. Schaltschrank) fest zugeordnet werden.
- Bei Teilnehmern, die sowohl Ein- wie auch Ausgangsdaten besitzen, ist es möglich, die numerisch gleiche Adresse im entsprechenden Eingangs- und Ausgangsprozeßabbild des Hostsystems zu verwenden.
- Teilnehmer, die nur über ein Byte Adreßraum verfügen, können auf ungerade Byteadressen gelegt werden. Das Auffüllen der bei physikalischer Adressierung entstehenden „Byte-Lücken“ ist für byteweise zu adressierende Teilnehmer uneingeschränkt möglich. Wortweise zu adressierende Teilnehmer dürfen auch weiterhin nur auf gerade Byteadressen gelegt werden.

Aufgrund ihrer Flexibilität und Leistungsfähigkeit wird bei komplexen mit INTERBUS automatisierten Anlagen und Maschinen praktisch ausnahmslos die logische Adressierung eingesetzt.

8.2 Adressierung in speicherprogrammierbaren Steuerungen

Für speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) wird wegen ihrer Flexibilität und Leistungsfähigkeit üblicherweise die *logische Adressierung* eingesetzt. Abhängig vom Typ der Host-SPS kann der INTERBUS-Datenbereich dabei beliebig oder blockweise im SPS-Speicher verteilt sein. Für die INTERBUS-E/A-Daten stehen z.B. bei der SIMATIC S7 400 folgende alternative Datenbereiche entsprechend Bild 41 für eine logische Adressierung zur Verfügung:

- *Prozeßabbild*: Diese Zuordnung ist der Standardfall. Sie setzt voraus, das im Prozeßabbild der SPS jeweils ein zusammenhängender Ein- bzw. Ausgabebereich für INTERBUS reserviert werden kann.
- *Merkerbereich*: Im Merkerbereich können gleichfalls INTERBUS-Daten abgelegt werden.
- *Datenbaustein*: Die Ablage von INTERBUS-Daten kann auch in Datenbausteinen erfolgen. Diese Ablageform ist sehr übersichtlich zu bearbeiten und sollte vorzugsweise verwendet werden.

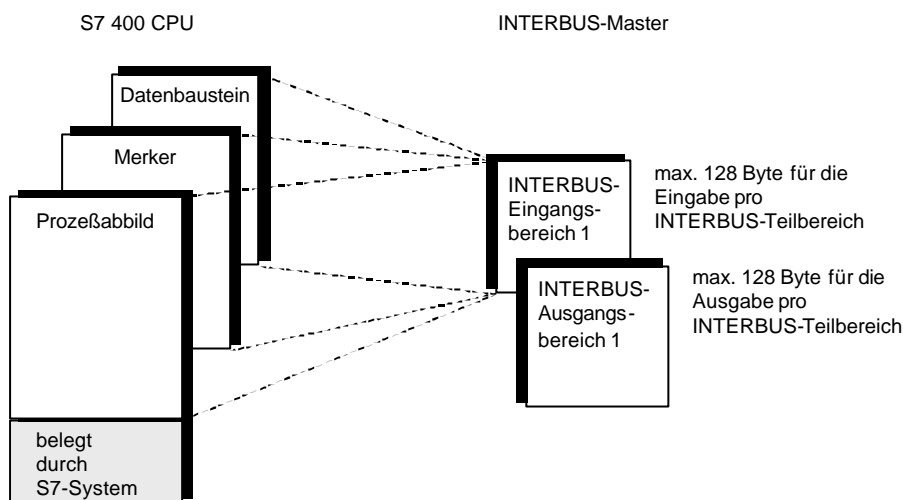


Bild 41: Alternative INTERBUS-Datenbereiche in der SIMATIC S7 400

Die Projektierung der logischen Adressierung kann auf zwei Wegen erfolgen:

- Vergabe der Adressen über die Projektierungssoftware INTERBUS-CMD,
- Vergabe der Adressen über Datenbausteine.

Bild 42 zeigt ein Beispiel für die logische Adressierung. Das Teilnehmerdatenfeld unter den INTERBUS-Teilnehmern in Bild 42 (Tabelle 7) beinhaltet alle relevanten Angaben, die für eine logische Adressierung benötigt werden.

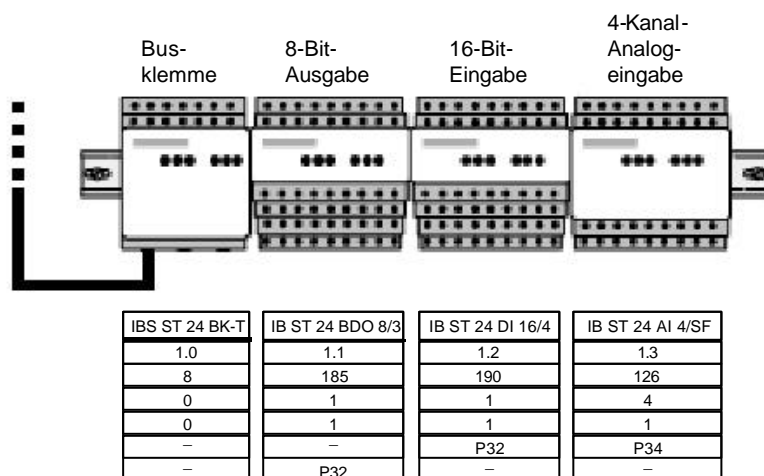


Bild 42: Beispiel für die logische Adressierung eines INTERBUS-Systems

Bei der *Adreßvergabe über CMD* müssen durch den Anwender für jeden INTERBUS-Teilnehmer nur die erforderlichen Adressen im SPS-Speicher festgelegt werden. Die anderen Informationen aus dem Teilnehmerdatenfeld dienen nur zur Information. Der erforderliche Arbeitsaufwand zur logischen Adressierung ist entsprechend gering. Die vorgenommene Adreßparametrierung wird auf dem Parametrierungsspeicher abgelegt.

Tabelle 7: Teilnehmerdatenfeld eines INTERBUS-Teilnehmers

Teilnehmerbezeichnung
Bussegmentnummer . Position im Bussegment
Geräte-Code (dez.) = Bit 0 ... 7 des Identifikationscodes (s. Anlage B)
Datenbreite des Teilnehmers in Worten
Nummer der Teilnehmerebene
Adresse des Eingangsdatums im SPS-Speicher
Adresse des Ausgangsdatums im SPS-Speicher

Für SPS-Anschaltbaugruppen ohne Parametrierungsspeicher oder bei wechselnder Anlagenkonfiguration kann die *Adreßvergabe über Datenbausteine* zweckmäßig sein. In diesem Fall müssen Datenbausteine erstellt werden, die Listen mit Informationen aus den Teilnehmerdatenfeldern beinhalten.

8.3 Adressierung in PC-Steuerungen

Für PC-Anschaltbaugruppen mit integrierter Möglichkeit des Ablaufs von Steuerungsprogrammen (z.B. Field Controller) besteht bei Nutzung der Automatisierungssoftware PC WORX die Möglichkeit ganz *ohne explizite Projektierung der Adressierung* auszukommen.

Bei dieser integrierten Systemlösung kann, ausgehend von den INTERBUS-Teilnehmerbeschreibungen des angeschlossenen Busaufbaus, die dort verwendete E/A-Klemmenbezeichnung direkt als Prozeßvariable im IEC-61131-Steuerungsprogramm genutzt werden. Der Anwender arbeitet nur noch mit ihm geläufigen Funktionselementen aus der Prozeßwelt, wie mit E/A-Klemmen und Signalbezeichnungen, und benötigt keine weiteren Kenntnisse mehr über interne Datenwege, Rangierung und Adressierung.

9 Gerätetechnischer Aufbau

Für die Realisierung eines INTERBUS-Systems sind folgende Schritte erforderlich:

- (1) Planung und Projektierung des Systems,
- (2) Montage und Anschluß der Teilnehmer,
- (3) Verkabelung der Teilnehmer und der Prozeßperipherie,
- (4) Konfigurierung und Parametrierung,
- (5) Inbetriebnahme und Test,
- (6) Betrieb, Wartung und Diagnose.

Schritt 1 ... 3 sind für den gerätetechnischen Aufbau des Systems erforderlich und können unter Zuhilfenahme der für den Aufbau von Automatisierungsanlagen üblichen Mittel und Methoden erfolgen.

Für Schritt 4 und 5 werden für eine effiziente und zuverlässige Abwicklung Software-Werkzeuge benötigt, die die betreffenden Realisierungsschritte unterstützen. INTERBUS setzt hier im wesentlichen das Werkzeug CMD für Standard-Controller bzw. SYSTEM WORX für Field Controller ein. Prinzipiell sind Konfigurierung, Parametrierung, Inbetriebnahme und Test auch ohne spezielles Werkzeug, nur unter Nutzung der üblichen Programmierumgebung, möglich.

Auch für Schritt 6 und hier insbesondere für die Diagnose und Fehlererkennung sind spezielle Hilfsmittel erforderlich, um rechtzeitig und sicher Fehler im System zu erkennen und diese schnell und zuverlässig zu beseitigen.

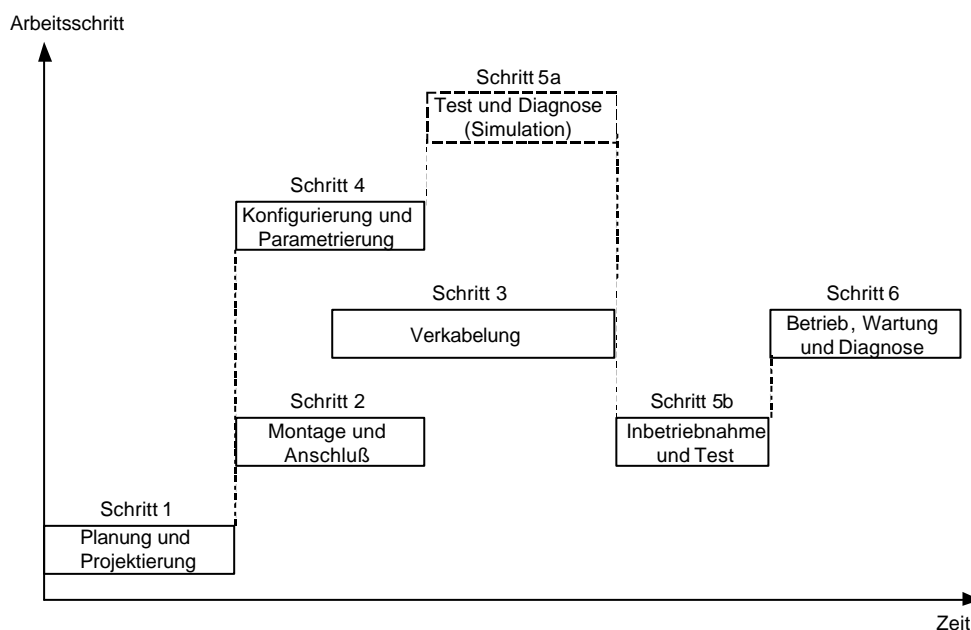


Bild 43: Ablaufschema für die Realisierung eines INTERBUS-Projektes

9.1 Planung und Projektierung

Unter Berücksichtigung der jeweiligen technischen und betriebswirtschaftlichen Anforderungsbedingungen erfolgt in der Planungsphase die Festlegung der Rahmenbedingungen für das INTERBUS-Netzwerk und die Auswahl der dazu erforderlichen INTERBUS-Baugruppen. Dabei sind neben der Klärung grundlegender Forderungen wie z.B. der nach erzielbaren Zykluszeiten, der möglichen Anzahl von E/A-Punkten und der maximalen Entfernungen zwischen den Komponenten (k.o.-Kriterien) u.a. auch folgende Fragestellungen zu beantworten:

- Besteht das INTERBUS-System aus einem Netz oder gibt es Subnetze?
- Wie müssen die Ebenen innerhalb der Subnetze strukturiert sein (Peripheriebus-, Fernbus- oder andere Bussegmente)?
- Welche Steuerrechner mit welchem Betriebssystem kommen für den Betrieb des Gesamtsystems und für die Subnetze zum Einsatz?
- Welche Methodik wird zur Erstellung der Steuerungsprogramme gewählt (SPS-Methodik oder PC-Hochsprachen)?
- Wie erfolgt ein Datenaustausch zwischen dem INTERBUS-System und übergeordneten Leit- bzw. Managementeinrichtungen?
- Werden Parameterdaten über den INTERBUS ausgetauscht (Nutzung des PCP-Kanals) und besitzen die dazu erforderlichen INTERBUS-Teilnehmer geprüfte Konformität zu den entsprechenden Geräteprofilen?
- Können die Anforderungen an Wartung und Fehlerdiagnose mit den verfügbaren Werkzeugen erfüllt werden?

Nach der Klärung der prinzipiellen Fragen und Anforderungen kann anhand verfügbarer Produktortimente eine Auswahl konkreter INTERBUS-Gerätetechnik erfolgen. Während dieser Projektierungsphase müssen gegebenenfalls Korrekturen in der Planung durchgeführt werden, um die Zielstellungen realisieren zu können. Es sind nicht nur die erforderlichen INTERBUS-Geräte zu projektieren, sondern auch alle anderen Zubehör- und Hilfsmaterialien. Dazu gehören insbesondere:

- Kabel, Leitungen und Steckverbinder,
- Stromversorgung,
- Klemmenkästen und Rangierverteiler,
- Schaltschränke,
- mechanisches Zubehör (z.B. Tragschienen, Erdungsschellen).

Phoenix Contact als der Hersteller mit dem bei weitem größten INTERBUS-Produktspektrum unterstützt Anwender in der Projektierungsphase mit einem vollständigen Produktkatalog als CD sowie auch mit einem Online-Katalog (<http://www.phoenixcontact.com>). Auf der Basis dieses Kataloges können auch Kostenermittlungen und Bestellungen durchgeführt werden.

9.2 Montage

Die mechanische Montage der INTERBUS-Module unterscheidet sich je nach Modultyp und Schutzklasse. Die meisten Module können aber den folgenden beiden Montagearten zugeordnet werden:

- Montage auf Tragschienen in Schutzart IP 20,
- Direktmontage.

Für die *Montage auf Tragschienen* wird eine Norm-Tragschiene nach DIN EN 50022 benötigt, auf die die Module aufgerastet werden können. Typischerweise erfolgt die Montage so, daß die Module mit ihren Längsseiten direkt nebeneinander montiert werden. Die bevorzugte Montage-richtung ist waagrecht.

Bild 44 zeigt zur Veranschaulichung die Seitenansicht eines Gerätemoduls für Kompaktstationen IB ST DIO 8/8/3-2 A mit der Halterung für die Tragschienenmontage.

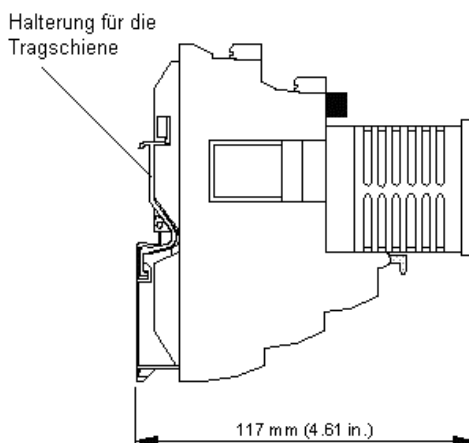


Bild 44: IB ST DIO 8/8/3-2A mit Halterung für die Tragschienenmontage

Die Tragschiene muß über Erdungsklemmen mit der Schutzerde (PE) verbunden werden, da die Erdung der Module mit dem Aufrasten auf die Schiene erfolgt.

Die *Direktmontage* wird vorzugsweise für Feldmodule und Spezialmodule mit höheren Schutzarten (IP 54, IP 65, IP 67) eingesetzt. Die Module sind i.d.R. Bestandteil von Fernbus-, Installationsfernbus oder INTERBUS-Loop-Segmenten.

9.3 Anschluß und Verkabelung

Für den gerätetechnischen Aufbau eines INTERBUS-System müssen folgende Verkabelungen und Anschlüsse erfolgen:

- Busverkabelung,
- Anschluß der Schutzerde,

- Installation der Spannungsversorgung,
- Sensor-/Aktoranschluß.

Die *Busverkabelung* erfolgt über vorgefertigte oder konfektionierte Busleitungen. Man unterscheidet bei kupfergebundener Busverkabelung entsprechend dem jeweiligen Bussegmenttyp die Busleitungstypen: Fernbusleitung, Installationsfernbusleitung und INTERBUS-Loop-Leitung. Die Fernbus- und Installationsfernbusleitungen gibt es in verschiedenen Ausführungen wie z.B. für feste Verlegung in Kabelkanälen und Kabelrinnen, für hochflexible Anwendungen (Schleppketten) und Außen- und Erdverlegung (UV-beständig).

Als grundsätzliche Anschlußtechnik kommen SUB-D-Steckverbinder (meist 9polig), 8polige-Flachsteckverbinder, IP 65-Rundsteckverbinder und die steckerlose Schneid-Klemmtechnik zum Einsatz.

Tabelle 8 gibt einen Überblick zu der üblicherweise eingesetzten Busverkabelungstechnik.

Tabelle 8: Busleitungen für die INTERBUS-Verkabelung

Bussegmenttyp	Anschlußtechnik	Leitungstyp
Fernbus	SUB-D Steckverbinder	Fernbusleitung mit 6 Adern (3 x 2 Twisted Pair für Daten), geschirmt
	Flachsteckverbinder (MINI-COMBICON)	
	IP 65 Rundsteckverbinder	
Installationsfernbus	IP 65 Rundsteckverbinder	Installationsfernbusleitung mit 9 Adern (3 x 2 Twisted Pair für Daten, 3 für Spannungsversorgung), geschirmt
	spezieller Schraub-Steck-Anschluß (SAB-Anschluß)	
INTERBUS-Loop	Steckerlose Schneid-Klemm-Anschlußtechnik (QUICKON)	Twisted-Pair-Leitung , ungeschirmt

Die Busverkabelung in Lokalbussegmenten erfolgt abgestimmt auf den Segmenttyp bei Segmenten mit ST-Peripheriebus über ein spezielles 5poliges-ST-Flachbandkabel. Für Automatisierungsklemmen mit INLINE-Anschluß ist keine explizite Busverkabelung innerhalb des Lokalbussegments erforderlich, da diese automatisch über den Potentialverteiler aufgebaut wird.

Die *Schutzerdung* eines INTERBUS-Moduls erfolgt entweder über die Erdung der Tragschiene bei Tragschienenmontage oder bei Direktmontage einzeln über den PE-Anschluß jedes Moduls.

Die *Spannungsversorgung* der INTERBUS-Module kann je nach Auslegung des Gesamtsystems zentral oder dezentral erfolgen. Zu beachten ist, daß je nach Bussegmenttyp die Spannungsversorgung für die Module entweder separat erfolgt oder die Busleitung dies bereits mit übernimmt. Die Versorgungsspannung liegt üblicherweise bei 24 V DC (Spannungsbereich 20 V ... 30 V DC) bei einer Welligkeit von $3,6 V_{SS}$. Tabelle 9 gibt eine Übersicht zur Spannungsversorgung in den unterschiedlichen Bussegmenten.

Tabelle 9: Spannungsversorgung für INTERBUS-Module

Bussegmenttyp	Spannungsversorgung für die Modulelektronik
ST-Peripheribus	Versorgung über externe Leitungen, Einsatz von Potentialverbindern innerhalb einer Kompaktstation möglich
INLINE-Segment	interne Versorgung über INLINE-Potentialverteiler
Fernbus	Versorgung über externe Leitungen
Installationsfernbus	Interne Versorgung über spezielle Leitungen im Buskabel
INTERBUS-Loop	Daten und Versorgungsspannung über eine Leitung

Für den universellen *Anschluß von Sensoren und Aktoren* bieten INTERBUS-Module die Anschlußarten Ein-, Zwei-, Drei- und Vierleitertechnik (Bild 45).

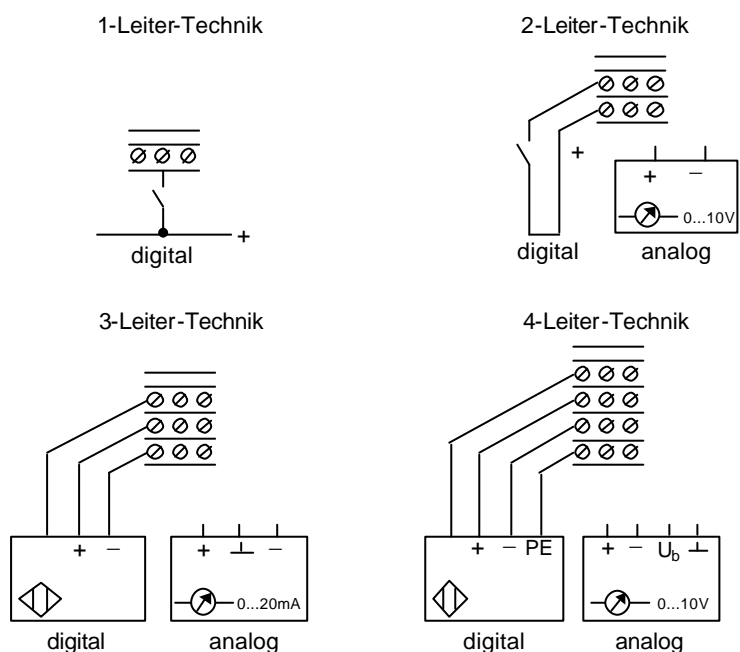


Bild 45: Anschlußarten von Sensoren an INTERBUS-Eingangsmodule

10 Diagnose in INTERBUS-Systemen

10.1 INTERBUS-Diagnosekonzept

INTERBUS verwendet ein abgestuftes Diagnosekonzept, das von den einzelnen Sensoren und Aktoren bis hinauf zur Anschaltbaugruppe sämtliche Teilnehmer überwacht und diagnostiziert (Systemdiagnose). Die Auswertung der Diagnosedaten erfolgt hardwaremäßig in den einzelnen INTERBUS-Komponenten oder softwaremäßig in der Anwendung bzw. auch durch spezielle Diagnoseprogramme.

Tabelle 10 zeigt, über welchen Bereich sich die Systemdiagnose in einer dezentralisierten Automatisierungsanlage mit Feldbussystemen prinzipiell erstreckt und welche Bereiche durch INTERBUS diagnostizierbar sind.

Tabelle 10: Systemdiagnose in einer dezentralisierten Automatisierungsanlage

Diagnoseebene	Diagnosedaten	über INTERBUS diagnostizierbar
Verwaltung	Prozeßvisualisierung, Datenbank	nein
Anwendung	Steuerungsprogramm	nein
	Peripherieüberwachung	ja
Anschaltbaugruppe	Datenfluß- und Busüberwachung	ja
Bussystem	Übertragungsmedien, Übertragungssicherheit	ja
E/A-Module	Anschluß der Sensoren / Aktoren, Überwachungsfunktionen	ja
Sensoren / Aktoren	Signalerfassung	teilweise
	Aktivierung	nein

Die Basis der Diagnosestruktur bei INTERBUS bildet das grundsätzliche Systemverhalten mit leistungsfähigen Mechanismen zur Eigensicherheit:

- Erkennung von Fehlern im Übertragungsweg und Lokalisierung auch von Leitungskurzschlüssen durch Gliederung von INTERBUS in einzelne Bussegmente, die über in den Teilnehmern integrierte Weichen geschaltet werden können,
- Lokalisierung von temporären Störungen durch CRC-Prüfung auf allen einzelnen Übertragungstrecken gleichzeitig in allen Teilnehmern,

- Erhöhung der Anlagenverfügbarkeit durch die Schaffung von Subsystemen/Teilsystemen, die über Busklemmen zu- und abgeschaltet werden können.

Darauf aufbauend sind alle INTERBUS-Komponenten wie Anschaltbaugruppen, Bussystem und INTERBUS-Geräte in das Diagnosekonzept integriert.

Der Zugriff auf die Diagnosedaten erfolgt über verschiedene Diagnose-Schnittstellen. Diese gestatten dem Nutzer einen optimierten Zugriff. INTERBUS unterscheidet hier im wesentlichen zwei Schnittstellentypen:

- optische Anzeigen und
- Software-Diagnose.

10.2 Optische Anzeigen

Bei der optischen Anzeige werden die Diagnosedaten per LEDs oder LC-Displays an Anschaltbaugruppen, Busklemmen und Busgeräten visualisiert. Diese Art der Diagnose gibt dem Servicepersonal die Möglichkeit, INTERBUS-Systeme ohne weitere Hilfsmittel zu diagnostizieren und Statuszustände zu erkennen. Durch den dezentralen Aufbau von INTERBUS sind die optischen Anzeigen in einen zentralen Bereich (Anschaltbaugruppe) und in dezentrale Bereiche (Busklemmen und Busgeräte) aufgeteilt.

Für die *zentrale Diagnoseanzeige* enthalten viele SPS-Anschaltbaugruppen ab Generation 4 ein LC-Display, welches jede Störung im Bussystem und in den angeschlossenen Teilnehmern mit Störungsursache, Störungsort und einem ergänzenden Störungscode anzeigt.

Bild 46 zeigt die Anordnung des Diagnosedisplays auf der Frontblende einer SPS-Anschaltbaugruppe.

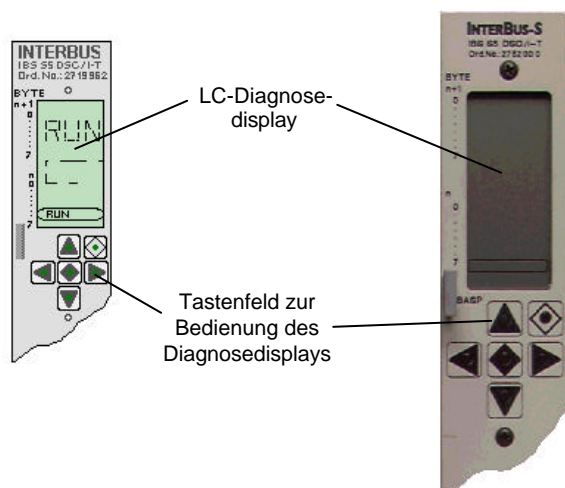


Bild 46: Diagnosedisplay auf der Frontblende einer SPS-Anschaltbaugruppe

Zu jedem Diagnosedisplay gehört ein Tastenfeld, mit dem eine menügeführte Bedienung der Diagnoseanzeige ermöglicht wird. Neben der Basisdiagnoseanzeige können über das Bedienmenü ver-

schiedene weitere Betriebsarten für die Anzeige aller relevanten Konfigurations- und Diagnosedaten des Systems aktiviert werden.

Bei der *dezentralen Diagnose* werden die Überwachungsergebnisse (Diagnosedaten) als Gut/Schlecht-Information mittels farbiger LEDs lokal an den Buskomponenten angezeigt. Anzahl und Art der lokalen Diagnose-LEDs hängen im Detail vom Typ des INTERBUS-Teilnehmers ab. Die grundsätzlichen Fähigkeiten dieser lokalen Diagnose sind aber für die meisten Busteilnehmer identisch, da sie auf den Diagnosesignalen basieren, die durch den jeweils eingetzten INTERBUS-Slave-Chip unterstützt werden. Typische Diagnosesignale für einen E/A-Fernbusteilnehmer mit dem SUP1 sind z.B.:

RC: Remotebus Check - Überwachung des Eingang-Fernbuskabel.

BA: Bus aktiv - Zeigt eine Aktivität auf dem Bus an.

E: Lokalisierung eines Fehlers in diesem INTERBUS-Modul.

RD: Remotebus Disable - Zeigt die Abschaltung des weiterführenden Fernbusses an.

Je nach Modultyp kommen noch weitere LEDs dazu:

LD: Peripheriebus ist abgeschaltet (bei Busklemmen).

UL: Versorgungsspannung der Modulelektronik ist vorhanden (z.B. alle Module der ST-Reihe).

U_{S1}, U_{S2}, ...: Versorgungsspannung für Peripheriegruppen (E/A-Module).

CC: Kabelprüfung für Peripheriebuskabel in Ordnung (Peripheriebusmodule).

Digitale E/A-Module beinhalten darüber hinaus noch Status-LEDs zur Anzeige der binären Ein- und Ausgangssignale. Ein Beispiel für die Anordnung der Diagnose-LEDs auf einer Busklemme IBS ST 24 BKM-T zeigt Bild 47.

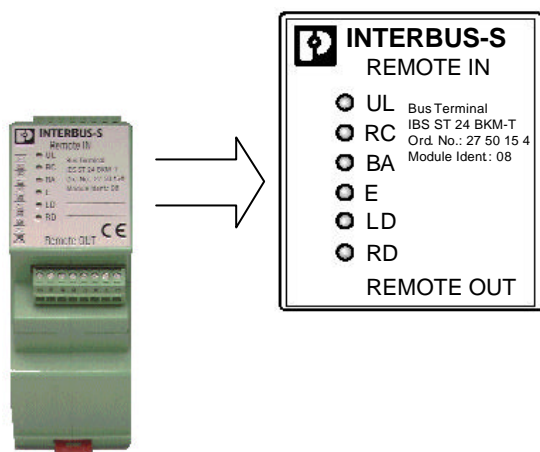


Bild 47: Lokale Diagnose-LEDs auf einer Busklemme (Typ IBS ST 24 BKM-T)

10.3 Software-Diagnose

Unter Software-Diagnose wird eine zentrale Diagnose für das komplette INTERBUS-System verstanden, die in zweifacher Hinsicht erfolgen kann:

- anwenderspezifische Diagnose im Steuerungsprogramm,
- Diagnose mit Software-Werkzeugen.

Für eine *anwenderspezifische Diagnose* können die Diagnoseregister der Anschaltbaugruppe genutzt werden. Diese Register bilden das Diagnosedisplay zum Steuerungssystem hin ab.

Zur Auswertung der Register müssen spezifische Softwarekomponenten im Steuerungsprogramm vorhanden sein, die für SPS-Hostrechner häufig bereits als vorgefertigte SPS-Programmteile vorliegen. Diese Art der Diagnose läuft deshalb praktisch immer gemeinsam mit dem Steuerungsprogramm auf dem SPS-Hostsystem ab.

Ein weiterer anwendungsspezifischer Zugriff auf Diagnose- und Fehlerdaten kann unter Nutzung der INTERBUS-Firmware der jeweiligen Anschaltbaugruppe durch Dienste des INTERBUS-Managements IBSM erfolgen. Die Einbindung dieser Dienste in ein Anwendungsprogramm ist zwar relativ aufwendig, aber damit lässt sich dann auch das System unter allen möglichen Bedingungen diagnostizieren.

Das mit Abstand am häufigsten eingesetzte *Software-Werkzeug für die Diagnose* von INTERBUS-Systemen ist PC WORX bzw. das CMD-Werkzeug. Diese Werkzeuge beinhalten einen speziellen Diagnoseteil, mit dem ein INTERBUS-System insgesamt und auch lokal teilnehmerbezogen hinsichtlich Störungs- und Fehlermeldungen komfortabel und praxisorientiert untersucht und statistisch bewertet werden kann.

11 Offene Automatisierung mit INTERBUS

11.1 Industrie-PC-Technik

Ein Maschinen- und Anlagenbauer, der seine Produkte weltweit vertreiben möchte, muß heute je nach Zielort seine Produkte mit einer anderen Automatisierungstechnik ausrüsten. Für die Bereiche Planung, Projektierung, Programmierung und Inbetriebnahme bedeutet dies erhöhte Aufwendungen. Um hier Einsparungen erreichen zu können, ist ein entscheidender Schritt der Einsatz einer weltweit verfügbaren Steuerungs-Hardware – des Industrie-PC's.

Betrachtet man hierzu die veröffentlichten Entwicklungstendenzen, so ergibt sich bei optimistischer Schätzung ein *Zuwachs für PC-gestützte Steuerungssysteme* auf dem europäischen Markt zwischen 1998 und 2004 um ca. 845 % (Bild 48).

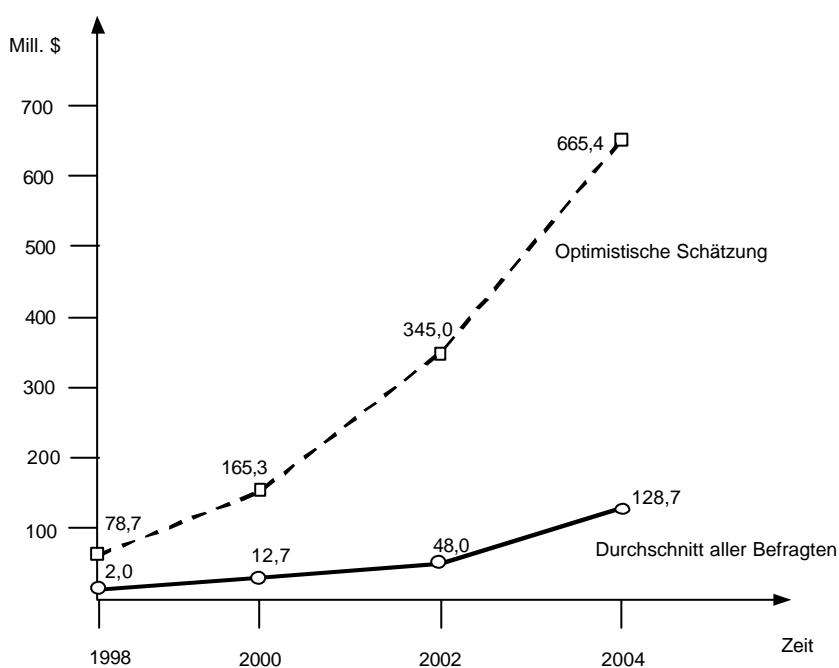


Bild 48: Europäischer Markt für PC-gestützte Steuerungssysteme (Umfrage unter 500 europäischen IT-Großunternehmen)

Ähnliche Ergebnisse wie in Bild 48 ergeben sich auch bei anderen Umfragen. Obwohl der absolute Anteil an PC-Steuerungstechnik noch relativ gering ist (einige % am Gesamtvolumen der Steuerungsrechner), erwartet man durch die immensen Zuwachsraten in den nächsten Jahren ein Marktvolumen von PC-Steuerungsrechnern von 10 ... 20%. Hierzu ist außerdem zu bemerken, daß

sich in der Vergangenheit die Wachstumsraten aller Prognosen zur Mikroprozessor- und in der Folge auch zur PC-Technik regelmäßig als zu niedrig erwiesen haben.

Mit der zahlenmäßigen Entwicklung der PC-Technik auf dem Steuerungsmarkt einher geht die technische Entwicklung mit folgenden Schwerpunkten:

- Realisierung industrietauglicher PC-Hardware,
- Einsatz von Standardsoftware als Industriesoftware.

11.2 Datenschnittstellen

Zur Lösung des Kommunikationsproblems zwischen Anwendungen in einer Windows-Umgebung und der automatisierungstechnischen Peripherie im Produktionsumfeld gibt es einige allgemeine Defacto-Standards für Datenschnittstellen, die bereits für viele Belange ausreichen:

Dynamischer Datenaustausch (DDE – Dynamic Data Exchange): Unter dieser Bezeichnung werden eine Reihe unterschiedlicher Möglichkeiten zur Repräsentation der Daten und darauf aufsetzend zum Datenaustausch zwischen zwei Teilnehmern nach dem Client/Server-Prinzip zusammengefaßt.

- *Verknüpfung und Einbettung von Objekten* (OLE – Object Linking and Embedding): Diese Form des Datenaustausches nutzt ebenfalls das Client/Server-Prinzip und zielt darauf ab, einzelne unabhängige Objekte aus verschiedenen Anwendungen zusammenzufassen und auf diese in ihren unterschiedlichen Repräsentationen aus einer anderen Anwendung heraus zuzugreifen.

In einer Weiterentwicklung von Microsoft können über OLE nun neben Daten und Methoden auch Ereignisse eines eingebundenen Objekts ausgetauscht werden. Möglich wird dies durch die Definition eines allgemeinen Modells für Komponentenobjekte (COM – Component Object Model). Zur Unterstützung der Verknüpfung und Einbettung von Objekten auf verschiedenen Rechnern erfolgte eine weitere Ergänzung zur verteilten COM-Architektur (DCOM – Distributed Component Object Model).

- *ActiveX*: Die Kernidee von ActiveX ist die Realisierung von kleinen und schnell ladbaren Komponenten mit einer begrenzten und fest eingebundenen Funktionalität, die sich zu einem Gesamtsystem zusammenbinden lassen. Die jeweils zur Verfügung gestellte Funktionalität wird mit den einzelnen Objekten beschrieben. ActiveX ermöglicht den Austausch einzelner Daten oder Ereignisse genauso wie z.B. den Austausch kompletter visueller Darstellungen. Für die Umsetzung von ActiveX kommt die COM-Technologie zum Einsatz.
- *Dynamische Bibliotheken* (DLL – Dynamic Link Library): Zum Datenaustausch mit DLLs wird bei Bedarf zur Laufzeit ein entsprechender Programmteil zugeladen, der etwa direkt in den Datenspeicher einer zweiten Anwendung greift und auf diese Weise für den entsprechenden Datenaustausch in individueller Form sorgt. Die Realisierung der Technologien OLE und ActiveX erfolgt häufig über die Nutzung von dynamischen Bibliotheken.

In der Automatisierungstechnik sind DLLs eine übliche Form zum Datenaustausch unter Windows. Auch für INTERBUS stehen die Datenschnittstellen als DLLs zur Verfügung.

- *Offene Datenbankverbindungen*: Eine weitere genormte Schnittstelle zum Datenaustausch zwischen einzelnen Komponenten ist die offene Datenbankverbindung (ODBC – Open Data

Base Connectivity). Diese Schnittstelle stellt in erster Linie eine Möglichkeit dar, einzelne Daten in allgemeiner Form in eine Datenbank zu schreiben, ohne für die Festlegung des Datenaustausches bereits eine bestimmte Datenbank auswählen zu müssen.

Neben den allgemein nutzbaren Datenaustausch-Schnittstellen unter Windows werden in letzter Zeit von der Industrie Entwicklungen forciert, die die speziellen Belange der Automatisierungstechnik berücksichtigen. Dazu gehören im wesentlichen die Aktivitäten im Umfeld von *OPC* (OLE for Process Control).

Eine Vielzahl von Firmen aus dem unter Beteiligung von Microsoft haben sich 1996 in Austin/Texas zur *OPC Foundation* zusammengeschlossen und auf der Basis von Microsofts OLE/COM-Technologie eine *OPC-Spezifikation* zum Datenaustausch in der Prozeßindustrie festgelegt. Mit OPC können angeschlossene Clients (z.B. Visualisierungs- und Prozeßleitsysteme) die Daten von den Servern erhalten. So wie der Drucker im Netzwerk ausgewählt wird, läßt sich mit OPC der gewünschte Server, z.B. eine SPS oder ein beliebiges Feldbussystem, bestimmen, von welchem Daten empfangen werden sollen. Bild 49 veranschaulicht das Prinzip einer OPC-Client/Server-Anbindung.

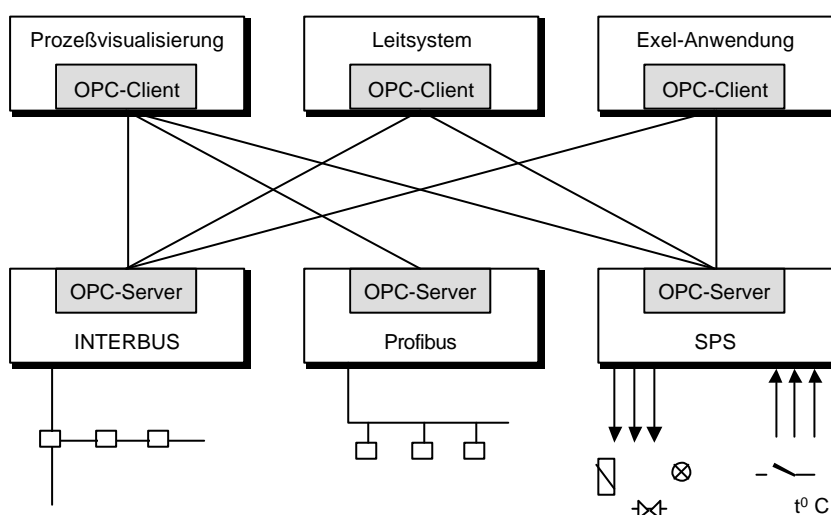


Bild 49: Prinzip einer OPC-Client/Server-Anbindung

OPC stellt im wesentlichen Dienste zum Lesen und Schreiben von Variablen zur Verfügung. Der OPC-Server enthält dazu eine Anzahl von Items (= Variablenobjekte), welche ihrerseits die Verbindung zu realen Datenobjekten darstellen. Jedes Item hat, innerhalb eines OPC-Servers, eine eindeutige Kennung. Die Items können auf unterschiedliche Weise angelegt werden. Die für jeden Client zugänglichen Items sind im Server in Gruppen angeordnet. In einer Gruppe enthaltene Items können synchron oder asynchron gelesen oder geschrieben werden.

Die OPC-Spezifikation befindet sich noch in der Entwicklung. Neuere OPC-Spezifikationen beherrschen z.B. neben dem Prozeßdatenaustausch auch Alarm- und Ereignismanagement sowie historische Trends. Für die Mehrzahl der Prozeßvisualisierungssysteme und Feldbussysteme sind bereits OPC-Clients/-Server verfügbar.

12 Automatisierungssoftware PC WORX

Das Automatisierungswerkzeug PC WORX ist eine Realisierung des Open Control-Gedankens für PC-basierte Automatisierungslösungen mit INTERBUS. In PC WORX werden drei bewährte Programmpakete zu einem harmonisierten Software-Werkzeug verbunden. Die erforderlichen Daten stehen durch eine gemeinsame Datenbasis allen PC WORX-Modulen zur Verfügung. Offene Software-Schnittstellen ermöglichen den einfachen Datenaustausch mit anderen Softwarepaketen.

Das Werkzeug besteht entsprechend Bild 50 aus den Komponenten PC WORX-Konfigurator, PC WORX-Programmierung und PC WORX-Visualisierung. Das Gesamtsystem ist skalierbar und ermöglicht anwendungsspezifische Anpassungen.

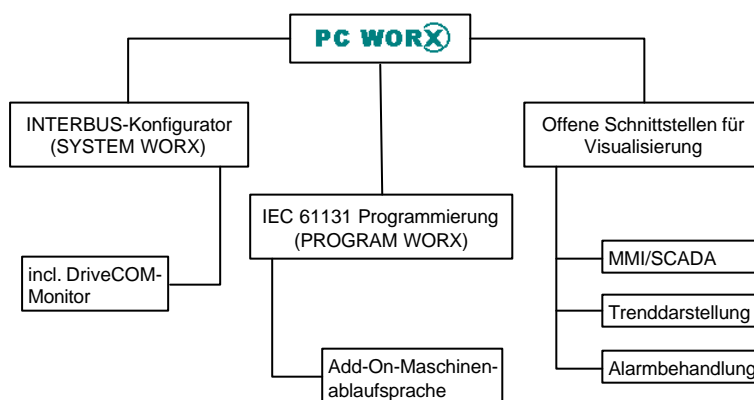


Bild 50: Komponentenstruktur von PC WORX

PC WORX ist für alle Windows-Systeme verfügbar und kann zusammen mit den INTERBUS Field Controller genutzt werden.

12.1 INTERBUS-Konfigurator

Der PC WORX Konfigurator (auch als INTERBUS-Konfigurator oder SYSTEM WORX bezeichnet) dient zur Konfiguration, Parametrierung und Diagnose des gesamten INTERBUS-Netzwerkes und der angeschlossenen Geräte. Mit dem Konfigurator können sowohl einzelne INTERBUS-E/A-Teilnehmer wie auch intelligente INTERBUS-Knoten (Systemkoppler, Remote Field Controller u.a.) für eine spezielle Aufgabe konfiguriert und parametrierung werden. Der PC WORX-Konfigurator entspricht in Funktionalität und Bedienung im wesentlichen dem CMD-Werkzeug. Zur Realisierung des Open Control-Gedankens stellt der Konfigurator aber weitere Funktionalitäten bereit:

- Die INTERBUS-Konfigurierungsdaten werden in einer gemeinsamen Datenbasis abgelegt, auf die die anderen Komponenten von PC WORX zugreifen können.

- Während der Konfigurierung können E/A-Prozeßsignale bereits als Prozeßvariable für das Steuerungsprogramm festgelegt werden. Diese können dann während der Entwicklung des Steuerungsprogramms ohne neuerliche Definition genutzt werden. Bild 51 illustriert dies an einem Beispiel:

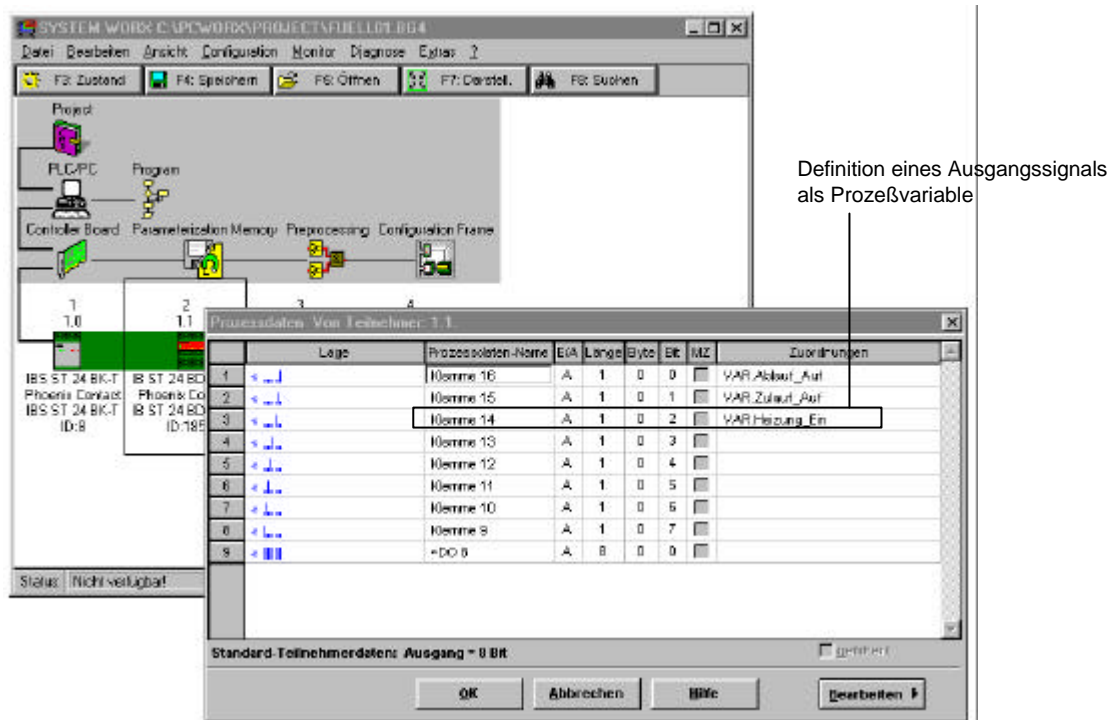


Bild 51: Festlegung eines digitalen Ausgangssignals als Prozeßvariable mit dem PC WORX-Konfigurator

Das an Klemme 14 anliegende digitale Ausgangssignal zum Schalten der Heizung einer Heizkesselanlage (Beispiel) wird während der INTERBUS-Konfigurierung als Prozeßdatum `Heizung_Ein` einmal definiert und kann als Prozeßvariable `VAR.Heizung_Ein` im IEC 61131-Steuerungsprogramm weiterverwendet werden.

- Aus dem INTERBUS-Konfigurator kann direkt in die PC WORX-Programmierung gewechselt werden (und zurück).

Mit dem PC WORX Konfigurator können auch INTERBUS-OPC-Server konfiguriert werden.

12.2 IEC-61131-Programmierung

Die PC WORX-Programmierung (auch: PROGRAM WORX) ist eine IEC-61131-basierende Programmiersoftware für INTERBUS-Steuerungen. Die Software basiert auf der Laufzeitumgebung VxWorks.

Der Standard IEC 61131 "Programmable Controllers" wurde beginnend seit 1979 unter der Leitung der IEC erarbeitet. Der Standard vereint in sich die Erfahrungen, die auf dem Gebiet der

Steuerungstechnik gesammelt worden sind, und hat sich in den letzten Jahren als eine Standardprogrammierungsumgebung für PC-basierte Steuerungssysteme entwickelt.

Aufbauend auf dem Hard- und Softwaremodell einer modernen Steuerungsstruktur werden im Teil 3 (IEC 61131-3) fünf leistungsfähige Sprachen zur Strukturierung und Programmierung beschrieben:

- Funktionsbaustein- Sprache (FBD – Function Block Diagram),
- Anweisungsliste (IL – Instruction List),
- Ablaufsprache (SFC – Sequential Flow Chart),
- Kontaktplan (LD – Ladder Diagram),
- Strukturierter Text (ST – Structured Text).

Die PC WORX-Programmierung unterstützt alle fünf IEC-61131-Sprachen sowie zusätzlich eine anwendungsspezifische Maschinenablaufsprache.

12.3 Visualisierung

PC WORX ermöglicht optional die Integration verschiedener Prozeßvisualisierungs- und -leitsysteme. In allen Systemen können die zur visuellen Darstellung erforderlichen Daten direkt aus der PC WORX-Programmierungsumgebung oder aus Standard-Windows-Programmen (Excel, Access, ...) über die Windows-Datenschnittstellen (DDE, OLE, ODBC) importiert werden. Auch ein Datenaustausch über eine OPC-Client/Server-Anbindung ist möglich.

Index

ActiveX.....	66	Kompaktstation.....	43
Adressierung		LC-Display	42
logische	51	Leitungscodierung	24
physikalische	50	Lichtwellenleiter.....	8
Adreßliste	51	Lokalbus.....	11
Adreßvergabe	53	Loopback-Wort.....	12, 26
Anschaltbaugruppe.....	7, 13, 39	Master-Anschaltbaugruppe	41
Anzeige.....	62	Master-Slave-Zugriffsverfahren.....	10
Automatisierungsklemme.....	18	MFP-Interface	34
Automatisierungswerkzeug.....	69	Montage.....	57
Bitübertragung.....	24	MPM.....	30
Busgerät.....	14	MXI.....	31
Busklemme.....	14	Netzkonfiguration	21
Buskoppler.....	10	Netzwerk-Management	24
Bussegment.....	10, 15	ODBC.....	67
Busverkabelung.....	58	OLE	66
COM.....	66	OLE/COM-Technologie.....	67
Coprozessor-Board	40	OPC.....	67
Datensicherungsphase.....	26	OPC-Spezifikation	68
Datenzyklus.....	25	Parameterdaten.....	7
DDE.....	66	Parameterkanal	23, 28
Diagnosedisplay.....	62	PC WORX.....	40, 69
Diagnosekonzept.....	61	Peripheriebus.....	17
DLL.....	66	Peripheriebusanschaltung.....	35
Einzelbaugruppe	48	Planungsphase.....	56
Fernbus	11	Protokollchip	33
Fernbusanschaltung.....	36	Protokollmaschine	33
Fernbusstich	11	Protokollstruktur	
Field Controller.....	39	hybride	24
Gerätemodul.....	43	Prozeßdaten.....	7, 27
IBSM-Dienste	32	Prozeßdatenkanal.....	23
Identifikationszyklus.....	26	Prozeßvisualisierung	71
IEC 61131	70	Schieberegister.....	25
Industrie-PC	7	verteiltes	11
Industrie-PC-Technik.....	65	Schutzerdung	58
Inline-Potentialverteiler.....	47	Sensor-Aktor-Bus.....	5
Inline-Station.....	18	SGI.....	30
Installationssystem.....	44	Software-Diagnose.....	63
INTERBUS.....	5	Spannungsversorgung	58
INTERBUS-E/A-Signale	50	SPS.....	41
INTERBUS-Konfigurator.....	69	Steuerung	
INTERBUS-Loop.....	20	speicherprogrammierbare	41
INTERBUS-Loop-Teilnehmer.....	37	ST-Station	17
INTERBUS-Management.....	31	Summenrahmenprotokoll	25
INTERBUS-Master.....	13	erweitertes	29
INTERBUS-Teilnehmer.....	7	Teilnehmernummer	22

Anhang

Anhang A: Wichtige Anschriften

Hersteller

Phoenix Contact GmbH & Co.
Postfach 1341
D-32819 Blomberg
oder
Flachsmarktstr. 8-28
D-32825 Blomberg
Tel. +5235 – 34 12 00
Fax +5235 – 3 00
e-mail: info@phoenixcontact.com
Internet: <http://www.phoenixcontact.com>

INTERBUS Clubs

INTERBUS Club Deutschland e.V.
Geschäftsstelle
Postfach 1108
D-32817 Blomberg
Tel. +52 35 – 34 21 00
Fax +52 35 – 34 12 34
e-mail: german@interbusclub.com
Internet: <http://www.interbusclub.com>

Open Control Konzept

OPC Foundation
20423 State Road 7
Suite 292
Boca Raton, FL 33498
Tel. (561) 477 – 1375
Fax (561) 477 – 0520
e-mail: opc@powerinternet.com
Internet: <http://www.opcfoundation.org>

Anhang B: INTERBUS-Literatur

Langmann, Reinhard.: INTERBUS-Technologie zur Automation. Carl Hanser Verlag, München, 1999

Jansen, W., Blome, W.: Interbus. Verlag moderne industrie, Bibliothek der Technik, Band 162, Landsberg/Lech, 1998

Baginski, A.; Müller, M.: INTERBUS. Hüthig Buch Verlag, Heidelberg, 2. Aufl., 1998

Phoenix Contact (Hrsg.): Grundkurs Sensor/Aktor-Feldbustechnik. Vogel Verlag, Würzburg, 1997

Nickel, D.: InterBus-S-Installation. Pflaum Verlag, München, 1994

In der folgenden Tabelle sind die einzelnen Fachbücher näher charakterisiert.

Fachbuchtitel	Inhaltlicher Schwerpunkt	Beilagen	Zielgruppe
Prozeßautomatisierung mit DIN-Meßbus und InterBus-S (1993)	Basiswissen, Schaltungsunterlagen für 2-Leiter-Fernbus- und 8-Leiter-Peripheribusteilnehmer mit SUP1 2	INTERBUS-PC-Treiber (Diskette)	Elektroniker, Berufsschüler und Studenten
InterBus-S Installation (1994)	Grundlagen, INTERBUS-Aufbau, Inbetriebnahme und Diagnose, Quelltext für Füllstandssteuerung mit Siemens-S5 und PC (MSDOS)	Steuerungsprogramme für Füllstandssteuerung (Diskette)	Techniker, Wartungs- und Servicepersonal
Grundkurs Sensor-Aktor-Feldbustechnik (1997)	allgemeine Einführung in Sensor-Aktor-Feldbussysteme, INTERBUS-Systembeschreibung, ausgewählte Aspekte der INTERBUS-Praxis	-	Einsteiger in die Feldbustechnik, Berufsschüler und Studenten
INTERBUS (2. Auflage, 1998)	INTERBUS-Systemwissen mit Schwerpunkt PCP-Kommunikation	-	Studierende und Ingenieure, Geräteentwickler
Interbus (1998)	Kurzeinführung in das INTERBUS-System, Marketing-orientiert	-	Technische Manager, Marketing- und Vertriebspersonal
INTERBUS-Technologie zur Automation	vollständige und systematisch geordnete Übersicht zur INTERBUS-Technologie, Orientierung auf den Einsatz in offenen Automatisierungslösungen	INTERBUS Learning V2.0 (CD-ROM)	Studierende und Ingenieure, Dozenten und Ausbilder, Anwender und Geräteentwickler