

SINEC H1
Bussystem für die Prozeßkommunikation

Übersicht

SIMATIC S5

Überblick

Bussystem als Kommunikationsmittel

Die Leistungsfähigkeit eines Steuerungssystems wird nicht nur durch die eigentlichen Steuerfunktionen eines Automatisierungsgeräts, sondern ganz entscheidend auch durch zusätzliche Funktionsmerkmale bestimmt. Hierzu gehört neben der Anlagenvisualisierung, dem Bedienen und Beobachten vor allem ein leistungsfähiges Kommunikationssystem.

Die Prozeßautomatisierung tendiert immer mehr zu der dezentralen Anlagenautomatisierung (distributed control). Das bedeutet, daß eine komplexe Zentralsteuerung in kleinere, übersichtlichere Teile zerlegt werden kann und somit die Informationen schneller und unmittelbarer vor Ort bearbeitet werden können. Ferner erhält man eine größere Anlagenverfügbarkeit, da bei Ausfall einer Unterzentrale der übrige Teil des Gesamtsystems weiterarbeitet. Für eine dezentrale Anlagenstruktur ist allerdings ein leistungsfähiges und umfassendes Kommunikationsmittel notwendig. Hierfür eignet sich in geradezu idealer Weise ein Bussystem.

Das Automatisierungssystem SIMATIC[®] S5 bietet für diese Aufgabenstellung ein leistungsfähiges und universell einsetzbares Bussystem SINEC H 1. Mit diesem Bussystem können an ein Automatisierungsgerät SIMATIC S5 Komponenten der folgenden Automatisierungssysteme gekoppelt werden:

- weitere Automatisierungsgeräte SIMATIC S5
- SICOMP (Rechnersysteme für die Automatisierungstechnik)
- SINUMERIK (numerische Steuerungen)
- SIROTEC (Robotersteuerungen)

Ein Bussystem bietet speziell bei komplexen und umfangreichen Kommunikationssystemen große Vorteile gegenüber der herkömmlichen Sternstruktur. Hierbei sind besonders die folgenden Punkte zu erwähnen:

- **Geringer Kabelaufwand**

Für alle Teilnehmer gibt es eine gemeinsame Datenleitung, über die die Informationen ausgetauscht werden. Für die beliebige Kommunikation zwischen den verschiedenen Stationen eines Datennetzes müssen also keine vermaschten Leitungsnetze mehr verlegt werden (Bild 1).

- **Leichte Erweiterbarkeit**

Wird eine weitere Station angekoppelt, so ist keine zusätzliche Hardware-Schnittstelle in den installierten Geräten erforderlich. Damit entfallen die Probleme, die sich bisher, auf Grund der begrenzten Anzahl von Schnittstellen, bei der sternförmigen Kopplung ergaben. Die obere Grenze ergibt sich durch die Anzahl der anschließbaren Teilnehmer. Diese beträgt 1024 beim Bussystem SINEC H 1.

- **Beliebigier Querverkehr**

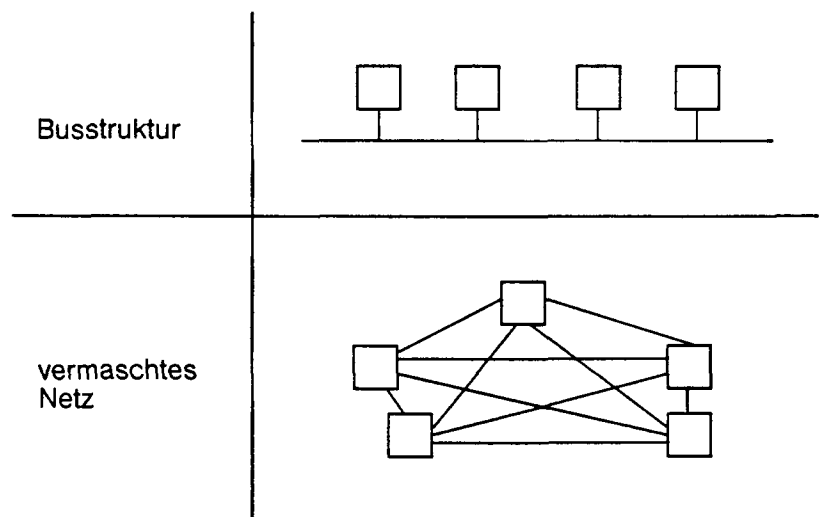
Eine Busstruktur ermöglicht eine beliebige Kommunikation zwischen den angeschlossenen Stationen (Querverkehr). Bei einem Bussystem handelt es sich somit um ein universell einsetzbares Übertragungsmedium für alle in der Prozeßautomatisierung anfallenden Daten.

Da bei einem Bussystem alle Teilnehmer die gleiche Datenleitung benutzen, muß das Medium gezielt zugeteilt werden. Bei diesem Vorgang der Buszuteilung (bus arbitration) gibt es zwei grundsätzlich unterschiedliche Verfahren:

- zentrale Bussteuerung (fixed master)

Die Zugriffsberechtigung der angekoppelten Stationen wird von einem zentralen Bus-Master gesteuert. Das bedeutet, daß bei Ausfall des Bus-Masters die gesamte Übertragung gestört ist. Die Auswirkung ist vergleichbar mit einem Kabelbruch.

Bild 1 Eine Busstruktur verringert den Kabelaufwand



Technik des Bussystems SINEC H1

- dezentrale Bussteuerung (flying master)

Jede Station ist durch ihre eigene „Intelligenz“ in der Lage, selbständig zu steuern, wann sie das Übertragungsmedium in Anspruch nimmt. Es gibt also keine zentrale Master-Station, die diese Zuteilungsfunktion durchführt. Das hat zur Folge, daß bei Ausfall einer Station lediglich der Datenverkehr mit dieser Station, nicht jedoch der gesamte Datenverkehr unterbrochen ist. Somit wird dem Betreiber eine wesentlich höhere Verfügbarkeit geboten. Dieses Prinzip ist beim Bussystem SINEC H1 realisiert.

Für SINEC H1 wird das standardisierte Bussystem Ethernet eingesetzt und zwar aus folgenden Gründen:

- Bei Ethernet handelt es sich um ein standardisiertes System nach IEEE 802.3.
- Ethernet ist ein eingeführtes und erprobtes System im Rechner- und Laborbereich.
- Es sind hochintegrierte LAN-Chips (local-area-network-chips) für das Ethernet-Prinzip verfügbar. Nur so können Bussysteme kostengünstig realisiert werden.
- Zusatzkomponenten sind spezifiziert und verfügbar.

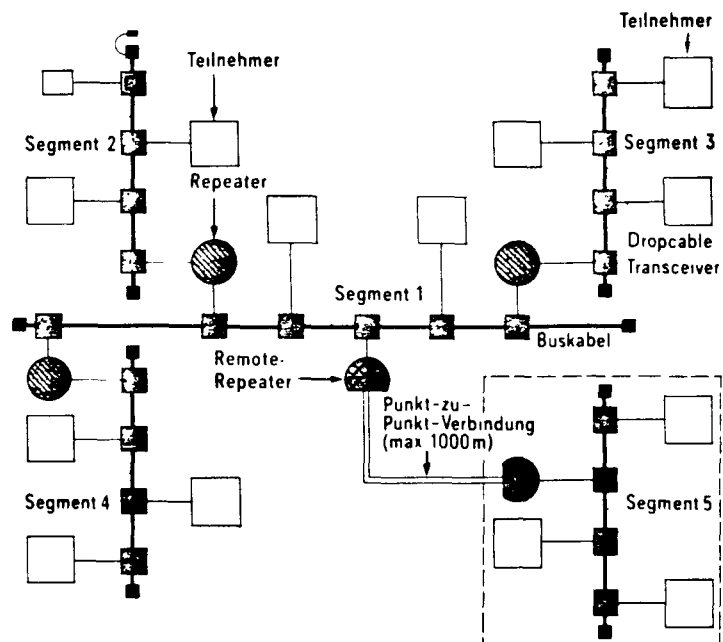
Bild 2 zeigt die Segmentstruktur des Bussystems SINEC H1. An ein Segment (max. Länge = 500 m) können bis zu 100 Teilnehmer angebunden werden. Ist die Segmentlänge von 500 m nicht ausreichend, so sind über Repeater-Stationen weitere Segmente anschließbar. Damit läßt sich eine

Fläche von ca. 1,5 km x 1 km abdecken. Als Randbedingung muß lediglich beachtet werden, daß zwischen zwei beliebigen Stationen nicht mehr als zwei Repeater liegen dürfen. Daneben gibt es die Möglichkeit, statt eines Repeaters ein Remote-repeater-Paar einzusetzen. Dieses Element verbindet zwei Segmente über eine Punkt-zu-Punkt-Verbindung. Der Abstand zwischen den Segmenten kann dabei maximal 1000 m betragen.

Die Datenrate beträgt 10 Mbit/s und die maximal mögliche Teilnehmerzahl ist 1024.

Das Zuteilungsverfahren erfolgt nach dem Ethernet-CSMA/CD-System (Bild 3). CSMA/CD bedeutet „Carrier sense multiple access/Collision detect“, also Mithören bei Mehrfachzugriff/Kollisionserkennung. Dieses Verfahren wurde von IEEE unter der Kennzeichnung 802.3 genormt. Für diesen Zuteilmechanismus stehen im Vergleich zu den Systemen IEEE 802.4 (token bus) und 802.5 (token ring) bereits hochintegrierte LAN-Chips zur

Bild 2 Die Ethernet-Konfiguration des Bussystems SINEC H1



Verfügung und ermöglichen somit eine kostengünstige und kompakte Anschaltungsbaugruppe

Anhand eines Simulationsmodells (Eisenhüttenanlage) wurden die Reaktionszeiten des Bussystems SINEC H1 gemessen

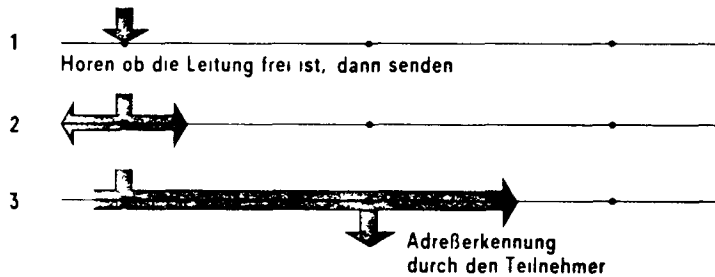
- bei gleichmäßigem Telegrammaufkommen (Normalbedingung) und
- beim Burst (alle Stationen senden gleichzeitig)

Dabei zeigte sich in beiden Fällen, daß die Reaktionszeit des Bussystems SINEC H1 erheblich kleiner ist, als die Telegrammverarbeitungszeiten für Protokollfunktionen in der Anschaltungs-/Rechner-Software. Das bedeutet, daß die Reaktionszeit des Bussystems (Ethernet-Prinzip) – gegenüber der Verarbeitungszeit der Telegramme in den übergeordneten Protokollebenen (Firmware des Kommunikationsprozessors) und der Verarbeitungszeit des Datentransfers zwischen der Zentraleinheit (CPU) und der Kommunikationsbaugruppe CP 535 – vernachlässigbar ist

Für die Kommunikation von Stationen an einem Bussystem ist die Vereinbarung über CSMA/CD (Ethernet) zwar elementar wichtig, aber noch nicht ausreichend. Hier sind noch zusätzliche Informationen (Protokolle) nötig. Aus diesem Grund wurde von der „International Standardization Organization“ (ISO) ein 7-Schichten-Modell für Protokollebenen definiert (Bild 4). Dieses Modell gliedert sich in die Bereiche transportorientierte Protokolle (Ebene 1 – 4) und anwenderorientierte Protokolle (Ebene 5 – 7). Für eine sinnvolle, ausreichende und sichere Verständigung sind die Ebenen 1, 2 und 4 unbedingt erforderlich.

Die Ebene 1 legt die physikalischen Bedingungen wie unter anderem Strom- und Spannungspegel fest. In der Ebene 2 wird der Zugriffsmechanismus definiert. Dadurch wird sichergestellt, daß zu einer bestimmten Zeit lediglich ein Teilnehmer Daten über den Bus sendet. Mit Ebene 1 und 2 ist also sichergestellt, daß Informationen übertragen werden können und daß ein geregelter Zugriff auf das Übertragungsmedium stattfindet.

**Kollisionsfreier Betrieb
(Mithoren bei Mehrfachzugriff, Carrier sense multiple access, CSMA/)**



**Kollisionserkennung
(Collision detection, /CD)**

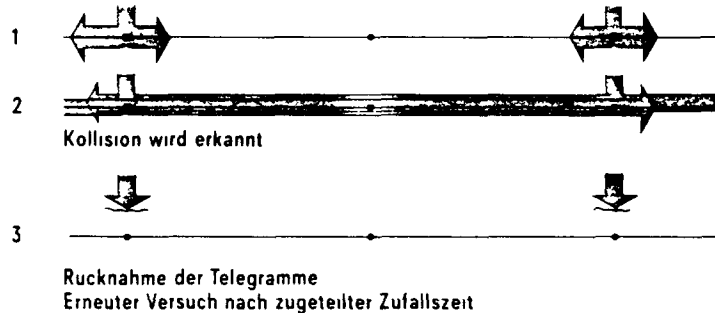


Bild 3 Kollisionen werden beim Bussystem SINEC H1 nach dem Ethernet Prinzip CSMA/CD verhindert

Die Datensicherheit und -konsistenz wird aber erst durch die Funktion der Ebene 4, dem Transport-Layer, gewährleistet. Der Transport-Layer übernimmt die Aufgaben der Transportsteuerung und darüber hinaus die folgenden Dienste:

- **Flußsteuerung**

Ein Telegramm wird nur gesendet, wenn die entfernte Station in der Lage ist, das Telegramm zu empfangen.

- **Blockung**

Längere Telegramme werden automatisch geblockt, um die Leitung nicht unnötig lang zu belegen.

- **Quittung**

Fehlerfrei empfangene Telegramme werden durch die Transportebene quittiert (keine Anwenderquittung).

Zur Realisierung dieser Funktion werden Verbindungen (Kanäle, Kommunikationsbeziehungen) aufgebaut. Der Auf-/Abbau dieser Verbindungen erfolgt automatisch durch die Dienste der Ebene 4. Die Verbindungen liefern gleichzeitig mehrere Briefkästen (Kanäle) für Anwendertelegramme. So kann z.B. für Meldungen ein anderer Kanal als für Prozeßsteuerinformationen verwendet werden. Die Daten muß der Anwender nicht selbst selektieren, sondern er bekommt sie sortiert in verschiedene Briefkästen.

Die Funktionen der Ebene 4 werden für das Bussystem SINEC H1 gemäß der ISO-Norm Ebene 4 realisiert und entsprechen somit einem internationalen Standard.

Die Funktionen der Ebene 1, 2 und 4 sind auf der Kommunikationsbaugruppe CP 535 für die SIMATIC-S5-Automatisierungsgeräte realisiert, so daß sich der Anwender nicht um diese Funktionen kümmern muß. Der Anwender versorgt lediglich seine Kommunikationsbaugruppe CP 535 mit den Daten und Parametern über Standard-Funktionsbausteine.

Die übrigen Protokollebenen wurden zunächst nicht implementiert, da sie weder ausreichend standardisiert sind, noch häufig benötigt werden.

	Ebene	Bezeichnung	Funktion	Beispiel
Anwendungs orientierte Ebenen	7	Application layer	Anwendungsfunktionen (Informationsverarbeitung)	● File transfer ● Remote job control
	6	Presentation layer	● Datendarstellung	● gemeinsame Sprache
	5	Session layer	● Kommunikationssteuerung ● Synchronisation	● Koordination des Gespräches (Eröffnung, Ende, Abbruch)
Transport orientierte Ebenen	4	Transport layer	● Transportsteuerung – Flußsteuerung – Blockung – Quittung – Verbindungsauf-/abbau	● Übertragung des Gesprächstexts (z.B. nach ISO 8072)
	3	Network layer	● Netzverbindungen ● Adressierung anderer Netze	X 25
	2	Data Link layer	● gesicherte Übertragung ● Zuteilungsverfahren	CRC-Check CSMA/CD
	1	Physical layer	● Physik der Übertragungsstrecke	Yellow cable

Bild 4 7-Schichten-Modell für lokale Netze nach ISO

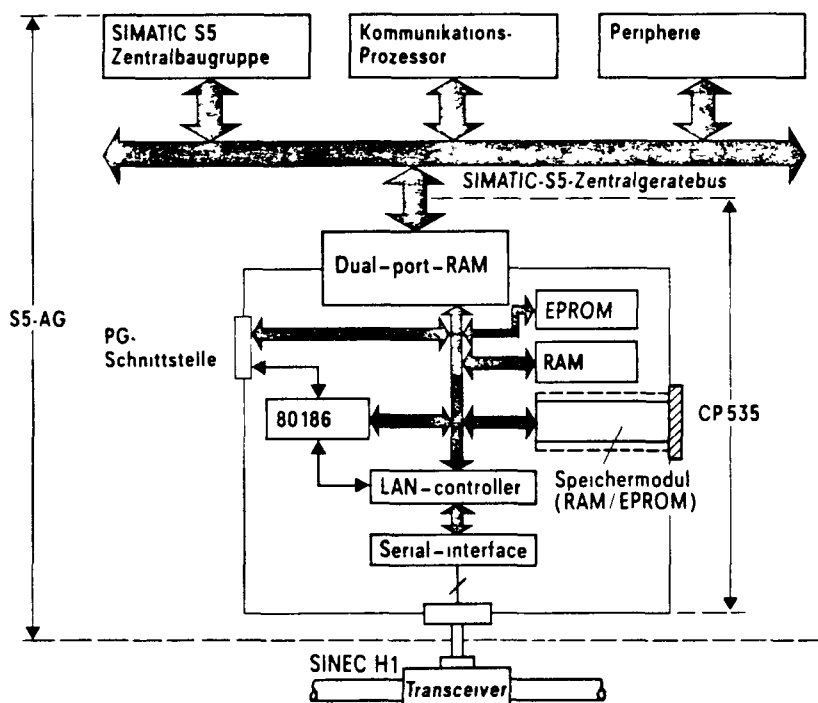
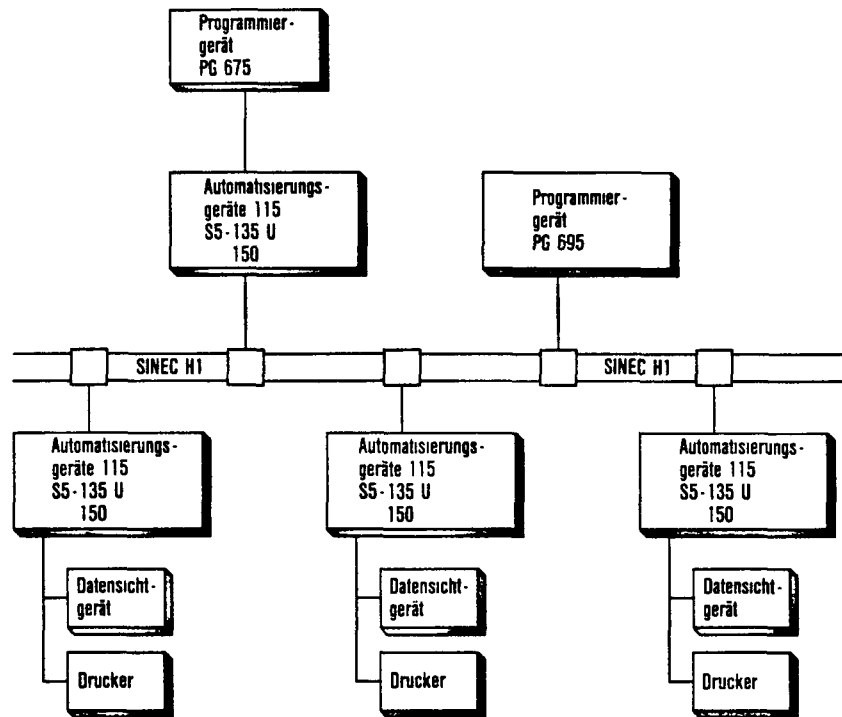
Einsatz des Bussystems SINEC H1 für die Automatisierungsgeräte SIMATIC S5

An das Bussystem SINEC H1 können die Automatisierungsgeräte S5-115 U, S5-135 U und S5-150 U angeschlossen werden (Bild 5). Die Kopplung der SIMATIC-Steuerungen erfolgt über die Kommunikationsbaugruppe CP 535, die direkt in den Zentralrahmen gesteckt wird.

CP 535 ist eine mikroprozessorgesteuerte Baugruppe und bildet die Schnittstelle zum Bussystem SINEC H1 (Bild 6). Das Ethernet-Protokoll wird durch den sogenannten LAN-Chip realisiert. Die Schnittstelle für den Datenaustausch zwischen der Zentraleinheit (CPU) und der Kommunikationsbaugruppe CP 535 ist ein Dual-port-RAM. Die Kommunikationsbeziehungen (Parameter der Anschaltungen) sind auf RAM- oder EPROM-Modulen im Kommunikationsprozessor hinterlegt.

Die Kommunikationsbaugruppe CP 535 besitzt zwei Schnittstellen. Die Schnittstelle 1 führt über das Drop-cable und den Transceiver zum Bussystem SINEC H1. Über die Schnittstelle 2 wird das Programmiergerät PG 675 angeschlossen. Mit ihm werden auf der Kommunikationsbaugruppe CP 535 die Kommunikationsbeziehungen eingerichtet.

Weiterhin ist eine Programmierung aller über die Kommunikationsbaugruppe CP 535 angeschlossenen S5-Automatisierungsgeräte möglich, sofern den Baugruppen vorab eine Ethernet-Adresse zugeteilt wurde.



▲ Bild 5 Das Bussystem SINEC H1 bietet eine Vielzahl von Anschlussmöglichkeiten

▼ Bild 6 Die Kommunikationsbaugruppe bildet die Schnittstelle vom Automatisierungsgerät zum Bussystem SINEC H1

Parametrierung der Baugruppe CP 535

Zusammenfassung

Die Kommunikationsbeziehungen zwischen den Stationen werden als Parameter auf den RAM-/EPROM-Modulen der Kommunikationsbaugruppe CP 535 hinterlegt. Sie stellen logische Kanäle dar, über die Daten im Multiplex-Verfahren geschickt werden und sie gewahren ein hohes Maß an Übertragungssicherheit. Die Erstellung der Parametersätze geschieht mit Hilfe einer bedienergeführten Masken-Software am Programmiergerät PG 675, der COM 535. Es kann sowohl on-line als auch off-line parametrieren werden.

Der Datenaustausch zwischen der Kommunikationsbaugruppe CP 535 und dem Automatisierungsgerät erfolgt über standardisierte Funktionsbausteine. Diese Funktionsbausteine steuern den Datenaustausch zwischen dem Automatisierungsgerät und der Kommunikationsbaugruppe CP 535. Für die Kommunikation stehen die folgenden Funktionsbausteine zur Verfügung:

- **SEND**

Übertragen der Daten von der Zentraleinheit (CPU) auf die Kommunikationsbaugruppe CP 535 mit Sendeanstoß, anschließend selbständige Abwicklung des Datentransfers über den Bus durch die Kommunikationsbaugruppe CP 535.

- **WRITE**

Übertragen der Daten von der Zentraleinheit (CPU) auf die Kommunikationsbaugruppe CP 535 mit Angabe der Zieladresse und Sendestoß, anschließend selbständige Abwicklung des Datentransfers über den Bus durch die Kommunikationsbaugruppe CP 535.

- **RECEIVE**

Holen der empfangenen Daten von der Kommunikationsbaugruppe CP 535 in die Zentraleinheit (CPU).

- **FETCH**

Auftragsanforderung, Daten von einer entfernten Station zu holen; anschließend selbständige Abarbeitung des Auftrags durch die Kommunikationsbaugruppe CP 535.

- **READ**

Funktionsumfang wie bei FETCH, jedoch mit Übertragung der Quelladresse.

- **CONTROL**

Abfrage des jeweils aktuellen Auftragszustands.

- **RESET**

Gezieltes Rücksetzen von Kommunikationsbeziehungen.

Der Datenverkehr über den Bus wird somit selbständig von der Kommunikationsbaugruppe CP 535 durchgeführt und belastet dadurch nicht den Zyklus des Automatisierungsgeräts.

Mit dem Bussystem SINEC H1 steht ein leistungsfähiges und universelles Kommunikationsmittel für die Prozeßautomatisierung zur Verfügung. Das Bussystem SINEC H1 ermöglicht neben der Kopplung der S5-Automatisierungsgeräte untereinander eine Kopplung zu den Automatisierungssystemen SICOMP, SINUMERIK und SIROTEC. Über entsprechende Anschaltungsbaugruppen sind auch andere Systeme ankoppelbar.

Mit der Parameter-Software COM 535 für das Programmiergerät PG 675 und den Funktionsbausteine für den Datentransfer zwischen der Zentraleinheit (CPU) und der Kommunikationsbaugruppe CP 535 lassen sich Kommunikationsbeziehungen einfach und übersichtlich programmieren.

Technische Daten Bussystem SINEC H1

Medium	Koaxialkabel
Übertragungsart	seriell
Bruttodatenrate	10 Mbit/s
Nettodatenrate	1,2 Mbit/s (worst case) bei 40% Auslastung und Quittung
Topologie	- max 2 Repeater zwischen 2 Teilnehmern - max 1 Remote-repeater-Paar
Entfernungen	- 500 m ohne Repeater - 1,5 km mit 2 Repeatern - 2,5 km mit Remote-repeater-Paar
Teilnehmerzahl	- 100 Stationen pro Segment - 1024 Stationen für das gesamte Netz
Zuteilungsverfahren	CSMA/CD*) nach IEEE 802.3 (Ethernet)

*) Carrier sense multiple access/Collision detection
= Mithoren bei Mehrfachzugriff/Kollisionserkennung