

Hardware und Software für die
Datenübertragung mit den
Siemens-Prozeßrechnern 310, 320, 330

L. Breinbauer

Siemens AG Erlangen

Erlangen, den 29.3.1974
Leonhard Breinbauer
Siemens AG, E STE 41

Hardware und Software für die
Datenübertragung mit den
Siemens-Prozeßrechnern 310, 320 und 330

1. Rechnerkopplung

Die vielfältigen Aufgaben, wie sie bei der Prozeßautomatisierung auftreten, erfordern anpassungsfähige Prozeßrechnersysteme. Die Leistungsfähigkeit dieser Systeme wird außer von den Eigenschaften der Zentraleinheit und der Prozeßeinheit von den Eigenschaften der Rechnerkopplungseinheiten bestimmt. So sind Rechnerkopplungseinheiten zum Aufbau von Mehrrechnersystemen zur Erhöhung der Prozeßrechnerverfügbarkeit einerseits und zur Überwachung von dezentral aufgestellten Satellitensystemen andererseits notwendig.

In vielen Fällen werden Automatisierungsprobleme nicht durch Installation eines Prozeßrechners, sondern durch Zusammenschalten mehrerer Prozeßrechner gelöst. Die Verbindung dieser Rechner untereinander übernehmen Rechnerkopplungseinheiten. Über sie erfolgt der Datenaustausch mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten zwischen den einzelnen Rechnern. Die Entfernungen variieren je nach Anwendungsfall von einigen Metern bis zu vielen Kilometern.

In Anwendungsfällen, in denen die Prozeßrechnerverfügbarkeit im Vordergrund steht, werden häufig Mehrrechnersysteme derart eingesetzt, daß bei Ausfall eines Rechners ein gekoppelter weiterer Rechner die Aufgaben des ersten möglichst nahtlos übernimmt (Stand-by-Rechner). In diesem Fall werden die Rechner über einige Meter Entfernung miteinander gekoppelt und Vorrang hat insbesondere eine hohe Datenrate.

In einem weiteren typischen Fall geht es darum, beispielsweise in einer Werkshalle einzelne überschaubare Automatisierungsaufgaben dezentral mit Hilfe von Satellitenrechnern zu lösen, um daraufhin schrittweise diese Satellitenrechner in ein Rechnerverbundsystem mit zentralem Prozeßrechner zu integrieren. Hierbei treten bereits Entfernungen von einigen hundert Metern auf, Vorrang hat neben der Datenrate eine gute Übertragungssicherheit sowie aufwandsarme und übersichtlich zu handhabende Rechnerkopplungs-Software insbesondere im einzelnen Satellitenrechner.

Die Prozeßrechner 310, 320 und 330 verfügen über Rechnerkopplungseinheiten mit den Produktnummern 3961-3965, welche eine vielfältige Kopplung der Zentraleinheiten beider Systeme gestatten (Bild 1). Sie zählen zu deren Standardperipherie. Diese Koppelinrichtungen decken alle Entfernungen, die innerhalb eines Werksgeländes möglich sind ab und zeichnen sich gegenüber bekannten Kopplungen durch geringen Gesamtaufwand sowie durch eine feinstufige Anpassung der Kabelverbindung an die jeweilige Problemstellung aus.

Die Koppelinrichtungen bestehen aus Übertragungssteuerungen und einem Baustein des Organisationsprogramms, die zusammen den Datenaustausch bewirken. Im Vordergrund steht der Datenaustausch zwischen den Anwenderprogrammen und der Austausch von Informationen zwischen den Organisationsprogrammen beider Zentraleinheiten. Es können Entfernungen von einigen Metern mit Datenraten bis max. 330.000 Bytes/s bzw. von etwa 28 km mit Datenraten bis zu 43 Bytes/s überbrückt werden.

Darüberhinaus wird für die Modelle 310, 320 und 330 eine Datenübertragungseinheit zur Kopplung von Prozeßrechnern per Telefonleitungen der Post zur Verfügung stehen. Der Anschluß der Datenübertragungseinheit 3965 an die Telefonleitungen der Post erfolgt durch Modems, wobei die von der Post zugelassenen Datenraten (bis 9600 Baud) über beliebige Entfernungen möglich sind.

Parallele Datenübertragung

Die Übertragungssteuerung der Rechnerkopplungseinheit 3961 für parallele Datenübertragung bildet die Ein-/Ausgabe-Anschlußstelle der Prozeßrechner 310, 320 und 330 ab. Es sind Entfernungen bis zu 150 m überbrückbar (Bild 2: Bereich 1). Dabei werden die Informationen als 16-Bit-Wörter mittels eines Gegentaktstromverfahrens auf verdrehten Leitungen übertragen, wobei jedes Übertragene Wort quittiert wird. Die Datenrate wird im wesentlichen von den Reaktionszeiten der Zentraleinheiten bestimmt. So lassen sich z.B. bei Kopplung von zwei Zentraleinheiten 330 bei einer Entfernung von etwa 10 m Datenraten bis 330.000 Bytes/s erreichen. Bei Kopplung von zwei Zentraleinheiten 320 lassen sich bis zu 40.000 Bytes/s erreichen.

Serielle Übertragung

Die Übertragungssteuerung der Rechnerkopplungseinheiten 3962 und 3963 für serielle Datenübertragung wird für den Regionalbereich (Bild 2: Bereich 2 und 3) eingesetzt. Sie überträgt die Information seriell vollduplex auf zwei Adernpaare. Die verwendeten Leitungen lassen sich in Standleitungen der Bundespost und Privatileitungen einteilen. Bei der Datenübertragung über Postleitungen (Rechnerkopplungseinheit 3963) werden die Übertragungssteuerungen an Modems angeschlossen, die ihrerseits mit den Postleitungen verbunden sind. Ein solches Modem ist z.B. die Gleichstromdatenübertragungseinrichtung mit niedriger Sende-

spannung (GDN) der Siemens AG. Unter Verwendung des GDN lassen sich Entfernungen bis zu 28 km mit einer Datenrate von 43 Bytes/s überbrücken (Bild 2: Bereich 3). Bei Verwendung von Privatkabeln (Rechnerkopplungseinheit 3962) werden die Anforderungen an die Kabeleigenschaften wesentlich von Anwenderforderungen bezüglich Entfernungen und Datenrate bestimmt. Sie gliedern sich in Kabel und definierten Wellenwiderstand (z.B. TF-Leitungen) und mit nichtdefiniertem Wellenwiderstand (z.B. Klingeldraht). Der Wellenwiderstand der einsetzbaren Kabel sollte zwischen 50 und 600 Ohm liegen und die Schleifenwiderstand 600 Ohm nicht überschreiten. Die Kabel sind an die Übertragungssteuerungen über Anpaßtuben angeschlossen, welche die jeweilige Kabelanpassung bewirken. Es lassen sich dadurch in Extremfällen Daten auf einem Spezialkabel mit 90 Ohm Wellenwiderstand mit max. 27.000 Bytes/s über 800 m einerseits oder auch auf Klingeldrähten mit 0,4 mm Durchmesser min. 43 Bytes/s über Entfernungen von 2 km andererseits übertragen. Die übertragenen Daten werden gegen Störungen geschützt. Dazu dient für statisch unabhängige Störungen ein Paritybit. Zur Erkennung von Bündelstörungen überwacht ein Zeit-Toleranz-Detektor die Zeitabstände der Signalwechsel einer Bitfolge. Bei einer asynchronen Telegraphieverzerrung von $\pm 10\%$ erfolgt eine Fehlermeldung. Zur weiteren Sicherung gegenüber schwerwiegenden Fehlern, wie z.B. Kabelbruch bzw. Netzausfall des Partner-Rechners, wird jedes übertragene Zeichen vom Partner quittiert. Nur bei einer rechtzeitig empfangenen Quittung ist die Übertragung ordnungsgemäß durchgeführt.

Durch die Summe dieser Maßnahmen wird insgesamt erreicht, daß die Wahrscheinlichkeit für unerkannte Fehler kleiner als 10^{-8} ist.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß die Übertragungssteuerung eine feinstufige Anpassung der möglichen Kabelverbindungen an die jeweilige Problemstellung gestattet, wobei die Datenrate in einem Bereich von $4,3 \times 10^1$ Bytes/s bis $3,3 \times 10^5$ Bytes/s variiert werden kann und Entfernungen bis zu 28 km überbrückbar sind.

Kopplung zu Fremdsystemen

Die Anwender wollen von den Rechnerherstellern immer unabhängiger werden. Oft sind auch schon Rechner verschiedener Firmen vorhanden. Es muß deshalb eine Kopplung zwischen Rechnern verschiedener Hersteller möglich sein. Diese Kopplung erfolgt mit Hilfe genormter Prozeduren (ISO, ECMA, DIN). Die Übertragung wird dabei mit Hilfe von Übertragungssteuerzeichen geregelt und erfolgt über Postleitungen mit Modems. Da hier der Verkehr nicht mehr optimal an die vorhandene Schnittstelle angepaßt ist (z. B. Synchronprozedur-Asynchroner Schnittstellenverkehr) ist erheblicher Umsatzaufwand notwendig. Hier gibt sich ein breites Anwendungsgebiet für Mikroprozessoren, die den gesamten Umsatzvorgang durchführen. Die hierfür notwendigen Programme werden in PROM's gespeichert. Dadurch kann sogar eine Kopplung zu einem Fremdrechner ohne Änderung der normalen familieninternen Basis-Koppelsoftware ermöglicht werden.

Baustein des Organisationsprogramms

Der rechnerkopplungsspezifische Teil des Organisationsprogramms leistet die Übertragung von Daten von Benutzerprogrammen im sendenden Rechner zu Benutzerprogrammen im empfangenden Rechner.

Dem Benutzer werden hierfür Aufrufe an das Organisationsprogramm zur Verfügung gestellt, die es ihm gestatten, unabhängig von der Art der verwendeten Rechnerkopplungseinheit Daten zwischen zwei Programmen in zwei verschiedenen Rechnern auszutauschen. Die Datenblöcke dürfen beliebig lang sein, da sie ohne Zwischenschaltung eines Puffers im Organisationsprogramm direkt zwischen den von den beteiligten Benutzerprogrammen bezeichneten Datenbereichen ausgetauscht werden, sofern die beteiligten Benutzerprogramme im Hauptspeicher stehen.

Urladen des Partnerrechners

Wenn in einem örtlich ausgedehnten Prozeß dezentral anfallende Daten bereits an ihrem Entstehungsort einer Vorverarbeitung unterzogen werden, muß nur mehr eine auf das wesentliche reduzierte Datenmenge über größere Entfernungen (Fabrikhalle, Firmengelände) zu einem zentralen Rechner übertragen werden. Diese dezentral aufgestellten Satellitenrechner sind in der Regel nur mit Prozeßperipherie und einer Rechnerkopplungseinheit ausgestattet.

Ein weiteres Anwendungsgebiet für unbemannte Satellitenrechner ergibt sich, wenn Rechner in für Menschen zeitweise unbegehbaren Räumen arbeiten müssen (z.B. "heiße Zonen" in Kernkraftwerken).

In allen diesen Fällen stellt sich das Problem des Ladens und vor allem des Wiederladens nach Softwareausfall des unbemannten Satellitensystems. Hierfür stellt das Organisationsprogramm in Zusammenarbeit mit den Rechnerkopplungseinheiten den Aufruf "Urladen anstoßen" zur Verfügung. Nach einem Softwareausfall kann auf diese Weise der Wiederanlauf des Satellitensystems vom Leitrechner aus ferngesteuert durchgeführt werden.

Der Urladevorgang läuft folgendermaßen ab: Ein Benutzerprogramm im Leitrechner stößt per Aufruf "Urladen anstoßen" mit Hilfe der Rechnerkopplungseinheit das im Festwertspeicher des Satellitenrechners gespeicherte Urladeprogramm an, das daraufhin ein beliebiges Programm vom Leitrechner über die Rechnerkopplungseinheiten nachzieht. Auf diese Weise ist es möglich, das Betriebssystem des Satellitenrechners vom Leitrechner her zu laden.

2. Peripheriekopplung

Hauptaufgabe der Peripheriekopplungseinheiten ist es, räumlich entfernt anfallende Daten in einen Rechner On-line ein- bzw. von dem Rechner dorthin auszugeben. Ein typisches Beispiel ist die Betriebsdatenerfassung. Speziell die Bedienerführung erlangt immer größere Bedeutung. Die Übertragungsstrecke muß daher für diesen Fall ausgelegt sein. Neben diesen Betriebsdatenerfassungsstationen werden dezentral auch Dialoggeräte (z.B. Sichtstationen) aber auch andere Bediengeräte (Lochstreifenleser) benötigt. Prozeßperipherie (z.B. in Form von "intelligenten Terminals") kann über diese Koppereinheit auch angesprochen werden.

Durch die Preisgünstigkeit der Hardware und die immer stärker steigenden Softwarekosten soll sichergestellt sein, daß der dezentrale Anschluß sich vom zentralen softwaremäßig nicht unterscheidet. Das bedeutet, Entkopplung von den Zeitbedingungen der EA-Schnittstelle. Die Abwicklung der logischen und physikalischen Übertragung erfolgt rein hardwaremäßig. Da auch die Anschaltungen der Geräte gleich bleiben sollen muß die EA-Schnittstelle dezentrale abgebildet werden.

Auch hier unterteilt man in den Nahbereich, den innerbetrieblichen Bereich und den Fernbereich.

Im Nahbereich erfolgt die Übertragung parallel mit den Gegenstromübertragungsverfahren.

Im innerbetrieblichen, dem für Prozeßrechnern wichtigsten Bereich unterscheidet man die Sternstruktur und die Schleifenkonfiguration.

Die Sternstruktur ist nur für geringen Ausbaugrad vorgesehen, da bei größerem Ausbau die Kabel und Verlegungskosten gegenüber einer Schleifenstruktur sehr hoch sind. Besonders günstig ist sie bei Verwendung schon vorhandener Telefonleitungen. Für die Übertragung werden die in der Rechnerkopplung angesprochenen Übertragungs- und Datensicherungsverfahren verwendet.

Bei der Schleifenkonfiguration werden an eine hochwertige Sammelleitung bis zu über 100 Terminals an beliebiger Stelle angeschlossen. Der Abstand der Terminals von der Sammelleitung kann bis zu mehr als 100 m betragen. Dadurch ist man für Umrüsten flexibel.

Durch ein neuartiges Übertragungsverfahren (induktive Einkopplung, Pulsübertragungsverfahren) bewirkt der Ausfall von einzelnen Terminals keine Störung auf dem Bus.

Durch die hohe Datenrate auf dem Bus ist Simultanarbeit der angeschlossenen Geräte möglich.

Die maximale Länge der Sammelleitung beträgt mehrere Kilometer.

Als Datensicherung wird ein redundanter Code mit automatischer Zeichenwiederholung verwendet. Zusätzliche Sicherheit bewirkt die elektrische und magnetische Schirmung des Kabels.

Es ist möglich, die Leitstation so zu realisieren, daß sie in den Rahmen der Zentraleinheit integrierbar ist (2 Flachbaugruppen im doppelten Europaformat).

Für die Unterstation genügt eine.

Im Fernbereich sind Datenstationen über die bei der Rechnerkopplung genannten Prozeduren ebenfalls anschließbar. Die Übertragung erfolgt synchron über Telefonleitungen. Auch hier kann man zwischen einer Schleifenkonfiguration und Sternstruktur wählen.

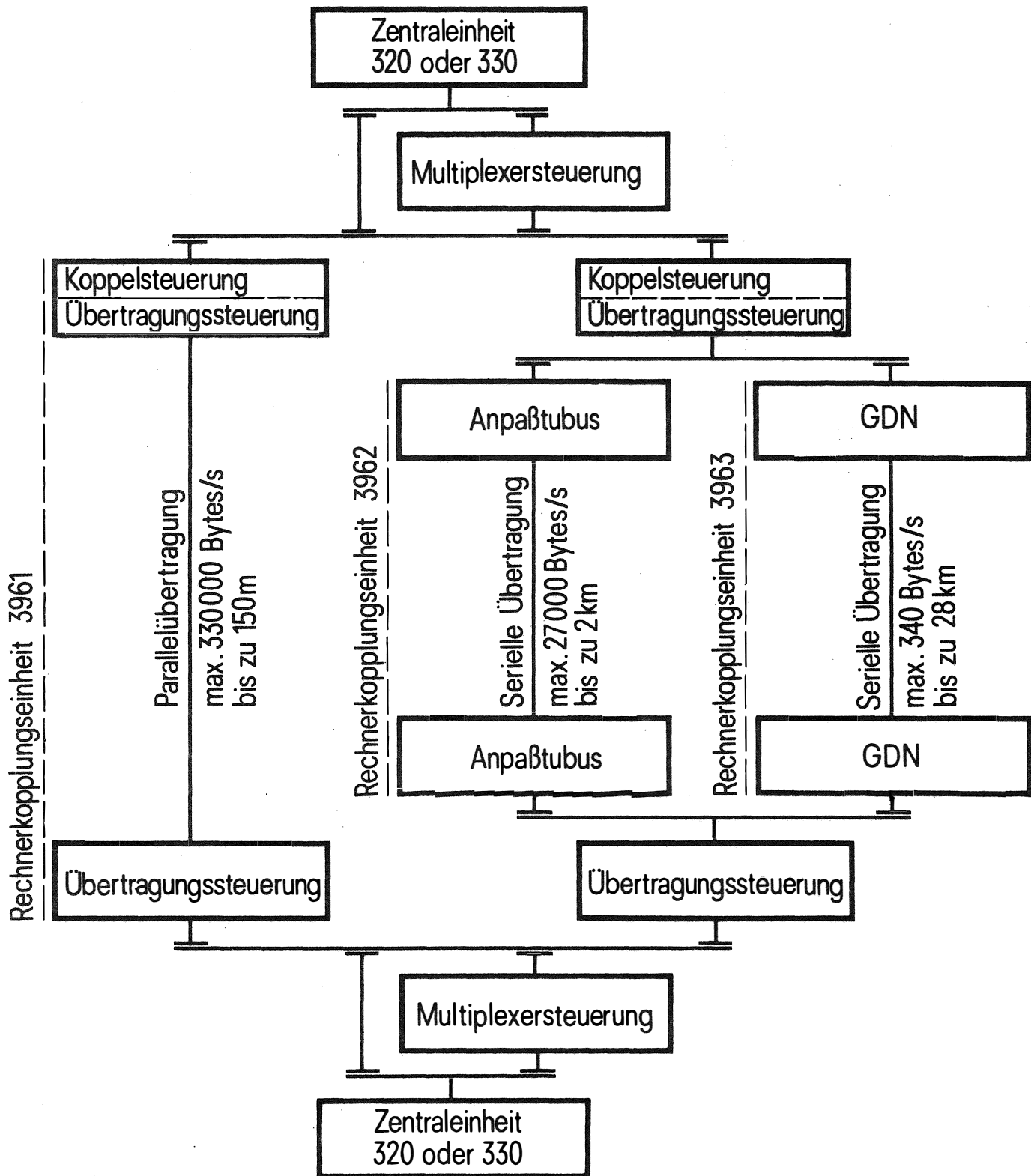


Bild 1

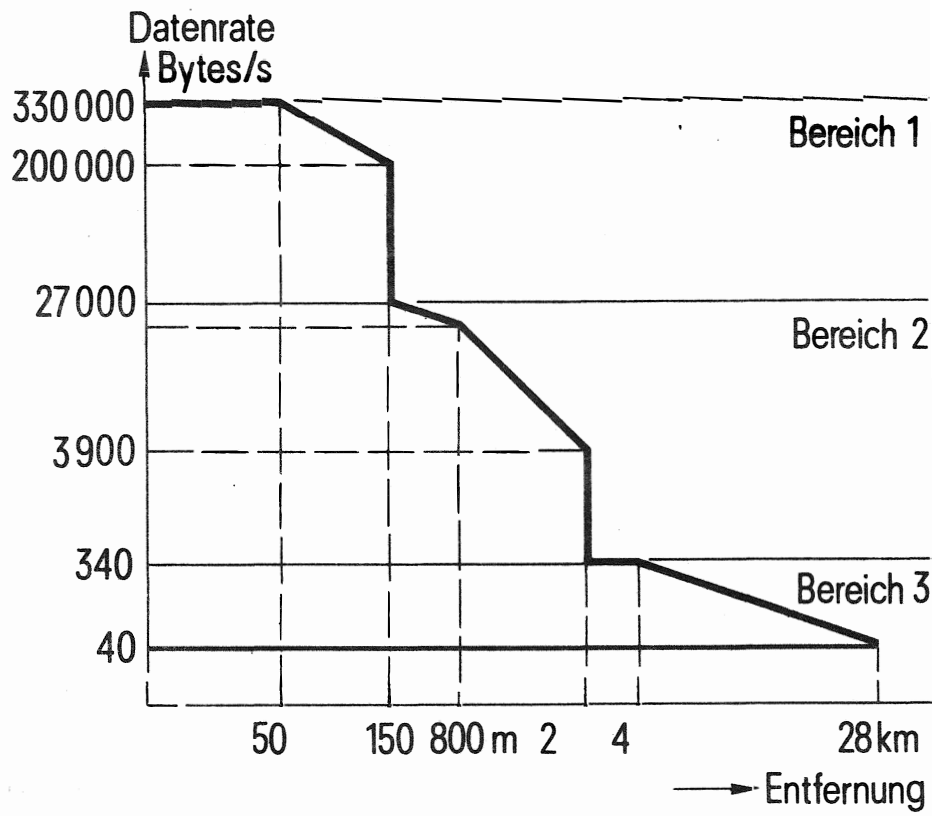


Bild 2