Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 74 (1983)

Heft: 11

Artikel: Local Areal Networks : Hochgeschwindigkeitsnetze für die Bürokommunikation

Autor: Fromm, I.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-904814

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Local Area Networks – Hochgeschwindigkeitsnetze für die Bürokommunikation

I. Fromm

Seit etwa drei Jahren gibt es im Bereich der Kommunikation ein neues Schlagwort: Local Area Networks (LAN) – lokale Netze. Diese werden als mögliche Basis für die integrierte Bürokommunikation intensiv diskutiert und von vielen Herstellern bereits angeboten. Der Grund hierfür ist, dass durch zunehmend verteilte Datenverarbeitung, wachsende Verarbeitungsgeschwindigkeit sowie der Wunsch nach «resource sharing» die Forderung nach neuen Hochleistungsübertragungssystemen entstanden ist. Nach der allgemeinen Beschreibung lokaler Netze wird speziell auf die Eigenschaften des EMS-Busnetzes von Siemens (in der Schweiz unter der Produktebezeichnung ECS-Busbetrieb) eingegangen.

Depuis trois ans, le domaine des communications a été complété par les réseaux localisés, qui servent de base pour la communication intégrée en bureautique et sont déjà offerts par de nombreux fabricants. Le traitement de l'information devenant de plus en plus étendu, plus rapide et plus souvent partagé, un nouveau système de transmission à grande vitesse s'imposait. Après une description générale des réseaux localisés, l'auteur traite spécialement du réseau de bus EMS de Siemens (désigné, en Suisse, par système de bus ECS).

Dieser Aufsatz ist eine leicht geänderte Fassung des in Telcom Report 5(1982)2, S. 66...71 veröffentlichten Artikels.

Adresse der Autorin

Dipl.-Phys. *Ingrid Fromm*, Siemens AG, Bereich Privat- und Sonder-Kommunikationsnetze, Abt. PN ID 1 Hofmannstrasse 51, D-8000 München 70.

Definition

Für den Begriff «lokale Netze» gibt es noch keine eindeutige Definition (vgl. [1]); eine Ad-hoc-Gruppe des Deutschen Instituts für Normung (DIN) zum Thema LAN hat diese so charakterisiert:

«Ein lokales Netz ist ein Netz mit homogener Technologie, das für bitserielle Übertragung verwendet wird und die Verbindung unabhängiger Geräte erlaubt. Es unterliegt vollständig der Zuständigkeit *eines* Anwenders und ist auf dessen Grundstück beschränkt. Ein lokales Netz kann ein Subnetz sein, das mit anderen (öffentlichen oder privaten) Subnetzen über Gateways ein globales Netz bildet.»

Die Entfernung der einzelnen Komponenten liegt üblicherweise zwischen 100 m und einigen Kilometern, die Datenrate zwischen 100 kbit/s und 20 Mbit/s (obwohl auch Systeme mit geringeren bzw. höheren Datenraten manchmal als LAN bezeichnet werden). Ein weiteres Charakteristikum lokaler Netze sind die geringen Fehlerraten.

Klassierung

Die folgenden Klassierungskriterien sind geeignet, um über die Vielzahl der diskutierten Systeme (Fig. 1) einen Überblick zu gewinnen: Übertragungsmedium, Topologie sowie Steue-

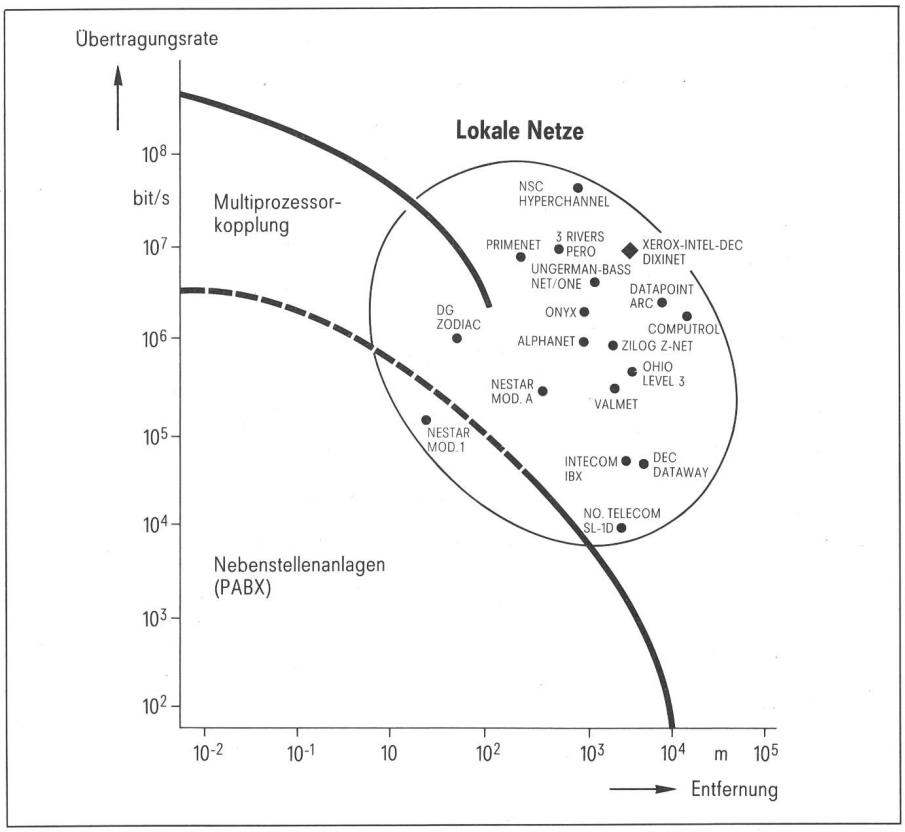

Fig. 1 Spektrum der Lokalen Netze (Local Area Networks)

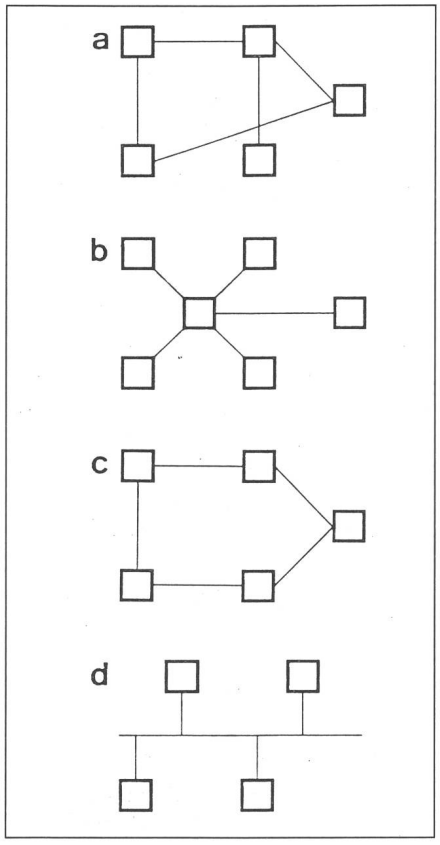

Fig. 2 Netztopologien
a vermascht
b sternförmig
c kreisförmig
d baum- oder busförmig

rungsmechanismus bzw. Zugriffsmethode.

Die gebräuchlichsten *Übertragungsmedien* in lokalen Netzen sind Kupferkabel, Koaxialkabel und Lichtwellenleiter.

Bezüglich *Topologie* unterscheidet man hauptsächlich folgende Formen (Fig. 2): vermascht, sternförmig, kreisförmig und baum- oder busförmig.

Die Anzahl der entwickelten *Steuerungsmechanismen* ist so gross, dass hier nur die gebräuchlichsten Zugriffs- bzw. Zuteilungsmethoden aufgeführt werden können.

Traditionelle Techniken

- Frequenzmultiplex,
- Zeitmultiplex,
- Polling (Abrufbetrieb).

Neuere Techniken

- Aloha (pure oder slotted),
- CSMA/CD (*C*arrier *S*ense *M*ultiple *A*ccess with *C*ollision *D*etection).

Vorwiegend für Ringe:

- Empty-slot-Technik,
- Token-access-Technik,
- Register-insertion-Technik.

Zwar sind im Prinzip fast alle Kombinationen von Übertragungsmedium, Topologie und Steuerungsmechanismen denkbar, sinnvoll sind jedoch nur einige wenige. Innerhalb dieser Kombinationen unterscheidet man grundsätzlich zwei grosse «Familien»:

Zentral gesteuerte Systeme

- (teilweise) vermaschte Netze,
- Sternnetze.

Dezentral gesteuerte Systeme

- kreisförmige Netze (Ringe oder Loops),
- Bussysteme.

Obwohl die DIN-Definition beide Familien umfasst, versteht man unter lokalen Netzen meist dezentrale Systeme, also Ring- oder Bussysteme, auf die sich auch die nachfolgenden Ausführungen beschränken.

Lokale Netze mit Kreistopologie

Ein Ring oder ein Loop (Ring mit Monitorstation) ist aus getrennten Übertragungsabschnitten zwischen benachbarten Teilnehmerstationen aufgebaut (Fig. 3) [2]. Die Nachrichten werden von Station zu Station weitergegeben, bis sie die Empfängerstation erreicht haben; bei der Weitergabe wird regeneriert, das heisst die ursprüngliche Form und die Amplitude wieder hergestellt.

Von den verschiedenen, für Ringe entwickelten Zugriffsverfahren scheint «Token access» am zukunftsreichsten zu sein:

Ein «Token» (Kennzeichen) wird auf dem Ring herumgereicht; der Besitz des Tokens berechtigt zum Senden eines Nachrichtenpakets. Obwohl zunächst für Ringe entwickelt, wendet man diese Zugriffsverfahren – in etwas abgewandelter Form – neuerdings auch in Busstrukturen an («logischer Ring auf physikalischem Bus»). Vorteile dieser Methode sind die Unabhängigkeit von der Übertragungsgeschwindigkeit und das deterministische Verhalten, d.h. die definierte Zugriffszeit.

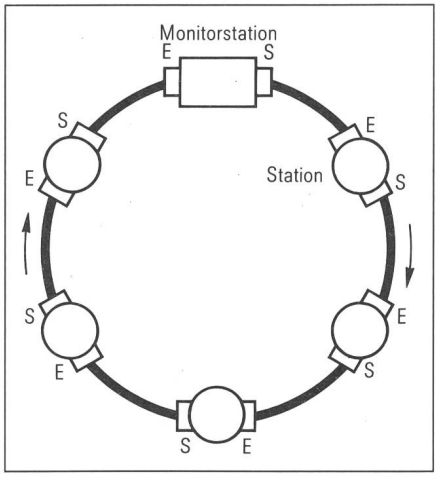

Fig. 3 Schema eines Ringsystems
E Empfänger
S Sender

Ein Problem bei allen Ringkonfigurationen ist die Störanfälligkeit aufgrund der aktiven Elemente im Übertragungsmedium; der Ausfall einer Station führt zum Ausfall des gesamten Systems. Weitere Probleme ergeben sich z. B. bei Ringen mit «Token access», wenn das Kennzeichen verlorengeht bzw. verfälscht wird. Es ist deshalb ständige Überwachung erforderlich, die dafür sorgt, dass z. B. die verfälschten Kennzeichen durch neue ersetzt werden.

Lokale Netze mit Bustopologie

Bussysteme (Fig. 4) können zwar – wie alle lokalen Netze – auch aus Kupferkabeln oder Lichtwellenleitern aufgebaut werden; am günstigsten sind jedoch Koaxialkabel, die den Anschluss der Stationen durch einen einfachen passiven Abzweig ermöglichen. Die gesendeten Daten werden auf dem Koaxialkabel nach beiden Seiten übertragen und durch reflexionsfreie Abschlusswiderstände an den Enden vernichtet. Die Datenpakete tragen Empfänger- und Absenderadresse und werden von der (bzw. den) adressierten Station(en) gelesen.

Als Zugriffsverfahren bedient man sich meist des CSMA/CD (*C*arrier *S*ense *M*ultiple *A*ccess with *C*ollision *D*etection): Bevor eine Station zu senden beginnt, «horcht» sie, ob bereits eine Übertragung stattfindet. Wenn ja, so wartet sie deren Ende ab, andernfalls kann sie gleich mit dem Senden beginnen. Zu Beginn des Sendens hört die Station noch auf dem Übertragungskanal mit. Stellt sie eine Kollision mit den Daten einer anderen Station fest, so bricht sie den Sendevorgang ab und wiederholt ihn zu einem späteren – durch Zufallsgenerator bestimmten – Zeitpunkt. Die Station hört so lange mit, bis sie sicher sein kann, dass alle Stationen ihr Senden bemerkt haben (round trip delay time). Dieses Verfahren garantiert allen Stationen gleiche Chancen beim Zugriff auf das

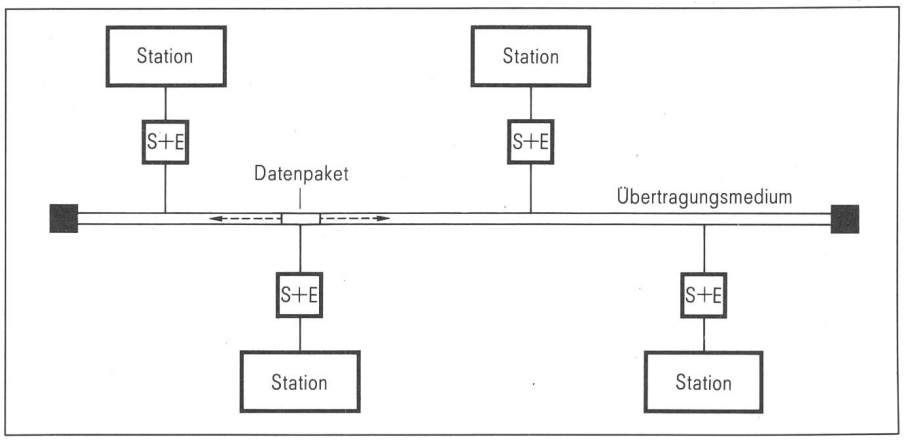

Fig. 4 Schema eines Bussystems
E Empfänger
S Sender

Übertragungsmedium, unabhängig von ihrer geografischen Anordnung.

Bussysteme haben gegenüber Ringsystemen den Vorteil der wirklich dezentralen Steuerung (ohne zentrale Überwachung) und der Passivität, d.h., der Ausfall einer Station beeinflusst das Gesamtsystem nicht; andererseits ermöglicht diese Eigenschaft einfache und schnelle Erweiterbarkeit. Ausserdem können einmal gesendete Nachrichten praktisch gleichzeitig von allen Stationen empfangen werden (Broadcasting).

Während die meisten derzeit realisierten Bussysteme im Basisband übertragen, wurden in letzter Zeit von einigen Herstellern Breitband-Bussysteme angekündigt, bei denen man durch Frequenzmultiplexen auf einem Koaxialkabel mehrere voneinander unabhängige Nachrichten gleichzeitig übertragen kann. Das CSMA/CD-Verfahren soll dabei in einem oder mehreren Unterkanälen eingesetzt werden. Allerdings stösst die Kollisionserkennung in diesem Fall auf Schwierigkeiten und kann prinzipiell nicht mit derselben Sicherheit erfolgen wie bei Basisbandübertragungen. Ausserdem sind die erforderlichen Modulatoren erheblich teurer als die Basisbandkomponenten.

Standardisierung [3]

Institute of Electrical and Electronics Engineers: IEEE 802

Die Projektgruppe 802 der IEEE-Computer-Gesellschaft hat die Aufgabe, «einen Standard für einen Transportmechanismus in Local Area Networks zu definieren, der es ermöglicht, adressierte Pakete einem oder mehreren Zielen zu übergeben».

Dieser Standard soll in Übereinstimmung mit dem Schichtenmodell für Dienste und Protokolle erstellt werden [4], wie es im ISO-Referenzmodell für offene Systeme (OSI/RM) definiert ist; der Standard 802 wird mindestens die beiden untersten Schichten umfassen (Fig. 5).

Da man sich nicht auf eine einzige Zugriffsmethode einigen konnte, wurde entschieden, dass der Standard sowohl CSMA/CD als auch Token access spezifizieren soll.

Das CSMA/CD-Protokoll entspricht weitgehend dem sogenannten «Blue Book» – einer Spezifikation, die von den Firmen DEC, Intel und Xerox gemeinsam als Grundlage ihrer ETHERNET-Installationen erstellt wurde. Dementsprechend ist dieser Teil des Standardisierungsvorschlags (Koaxialbussystem mit Basisbandübertragung und CSMA/CD) schon seit längerer Zeit abgeschlossen, während die Spezifikationen für Token access, Breitbandübertragung und Faseroptik noch immer unvollständig sind.

European Computer Manufacturers Association: ECMA TC 24

Innerhalb von ECMA TC 24 (Technical Committee) wurde im November 1981 die Task Group TG LN für die LAN-Standardisierung installiert. Ziel der TG LN ist es, gemeinsam mit IEEE 802 einen Standard für die Schichten 1 und 2 zu entwickeln; darüber hinaus will sich die TG LN aber auch mit den Schichten 3 und 4 für lokale Netze befassen.

Für die Zusammenarbeit bei der LAN-Standardisierung wurde sowohl von ECMA TC 24 als auch von IEEE 802 ein in beiden Gruppen mitarbeitender Siemens-Vertreter als sog. «liaison member» bestimmt.

International Organization for Standardization ISO / Deutsches Institut für Normung DIN

Sowohl bei DIN als auch bei ISO wurden Ad-hoc-Gruppen gebildet, die sich mit der Frage befassen, ob bzw. in welchem Umfang das Thema «lokale Netze» behandelt werden soll. Es bestehen jedoch gute Aussichten, dass der von IEEE 802 und ECMA gemeinsam entwickelte Standard über ISO zum internationalen Standard wird.

EMS-Busnetz

Das EMS-Busnetz ist ein Basisbandsystem mit CSMA/CD. Es bietet die Vorteile eines passiven Bussystems und entspricht dem vor der Verabschiedung stehenden internationalen Standard. Es ist eine in wenigen Punkten verbesserte Weiterentwicklung des bereits seit Jahren erprobten ETHERNET. Seine wichtigsten Merkmale sind:

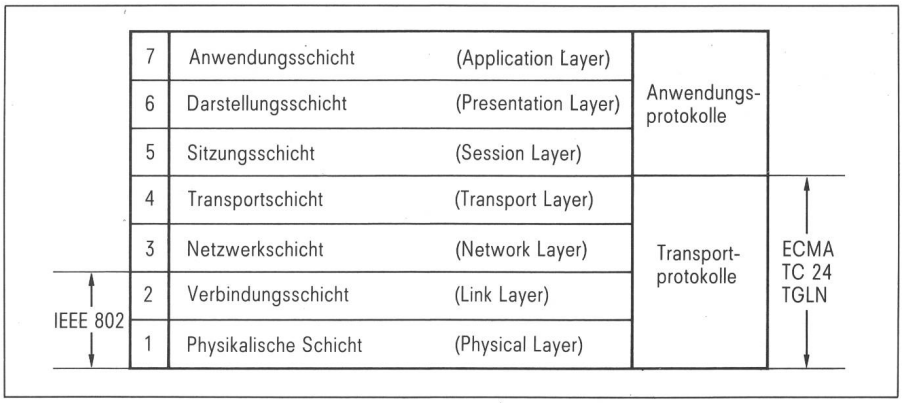

Fig. 5 ISO-Referenzmodell für offene Systeme

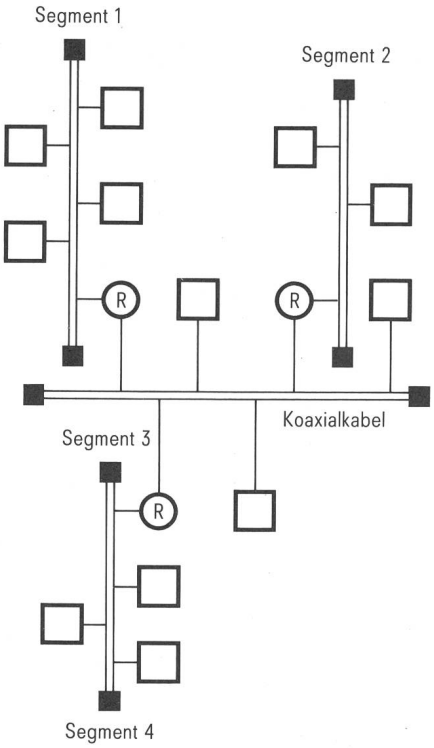

Fig. 6 Beispiel einer Buskonfiguration
□ Station
R Verstärker (Repeater)

- Koaxialkabel - Busstruktur (non-rooted tree) - CSMA/CD (Basisbandübertragung),
- Datenrate 10 Mbit/s,
- maximaler Abstand zwischen zwei Stationen: 2,5 km,
- maximale Anzahl von Anschlüssen: 1024,
- Länge eines Segments: 500 m.

Mehrere Segmente lassen sich über Repeater zu einem gemeinsamen Bussystem verbinden (Fig. 6).

Um eine Station an das Koaxialkabel anzuschliessen, sind die Funktionen der physikalischen Schicht und der Verbindungsschicht (Fig. 5) zu implementieren. Bei einer typischen Implementierung werden die folgenden Funktionen entsprechend Fig. 7 auf Transceiver und Controller aufgeteilt.

Transceiver-Funktionen

- Senden von Daten,
- Empfangen von Daten,
- Kollisionserkennung.

Controller-Funktionen

- Codieren von Daten,
- Decodieren von Daten,
- Verpacken der Daten in Pakete mit festem Format,
- Zugriff auf das Medium (CSMA/CD).

ETHERNET-Paketformat Tabelle I

Empfängeradresse	Absenderadresse	Typenfeld	Information	Frame Check Sequence
6 byte	6 byte	2 byte	46 bis 1500 byte	4 byte

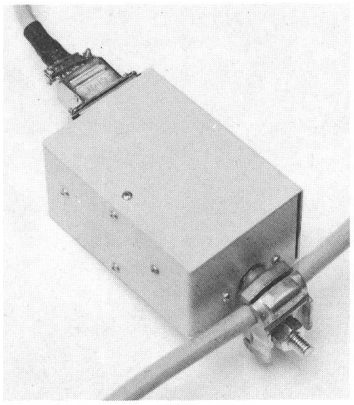

Fig. 8 Handelsüblicher Busanschluss

Figur 8 zeigt einen handelsüblichen Busanschluss. Das Paketformat ist in Tabelle I dargestellt.

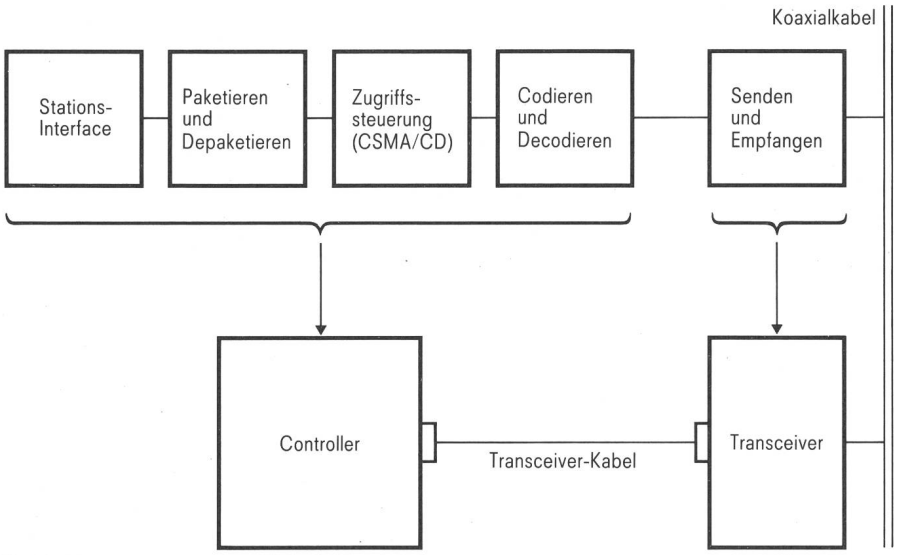

Fig. 7 Typische Implementierung des Busanschlusses

Die Forderung nach einer festen minimalen Paketlänge (64 byte) ergibt sich aus dem Mechanismus der Kollisionserkennung bei den empfangenden Stationen: Innerhalb der Sendezeit eines Pakets von 64 byte können mit Sicherheit alle Stationen (auch die entferntesten) feststellen, dass eine Station zu senden begonnen hat; d.h., danach sind keine Kollisionen mehr möglich. Pakete, die kürzer sind, müssen das Ergebnis einer Kollision sein.

Verkehrsverhalten

Die zur Verfügung stehende Bandbreite wird durch das Zugriffsverfahren CSMA/CD optimal genutzt. Die Vorteile dieser Methode kommen vor allem bei «bursty users» zum Tragen, d.h. bei Stationen, die in unregelmässigen Zeitabständen Daten schnell übertragen wollen, was bei Bürosystemen sicher gegeben ist. Berechnungen, die scheinbare Vorteile von Token access gegenüber CSMA/CD ergeben, basieren auf Voraussetzungen, für die CSMA/CD nicht entwickelt wurde, nämlich Gleichverteilung des Datenverkehrs sowie geringe Paketlängen [5; 6].

Figur 9 zeigt die erreichbare Kanalauslastung in Abhängigkeit von der Paketlänge. Schon bei einer Paketlänge von 512 byte erreicht die Kanalausnutzung fast den Idealwert (bei kürzeren Paketen wirken sich Kollisionen stärker aus als bei längeren).

Simulationen haben ergeben, dass bei einer 500-byte-Paketlänge die Wartezeiten bei CSMA/CD geringer als für Token access sind.

Beispielsweise liegt bei 50% Kanalauslastung die Wartezeit für den Zugriff auf den Übertragungsweg in 90% aller Fälle unter 1 ms. Die an den seit Jahren in Betrieb befindlichen 3-Mbit/s-Installationen gemessenen Werte bestätigen die aufgrund von Berechnungen bzw. Simulationen erwarteten Ergebnisse.

Eine 50%ige Kanalauslastung bedeutet eine mittlere Datenrate von 5 Mbit/s. Legt man die Mittelwerte für die Verkehrsleistung von Kommunikationseinrichtungen zugrunde, wie sie für 1985 im Bürobereich erwartet werden, so ergibt sich, dass ein Lokales Busnetz die nichtsprachliche Kom-

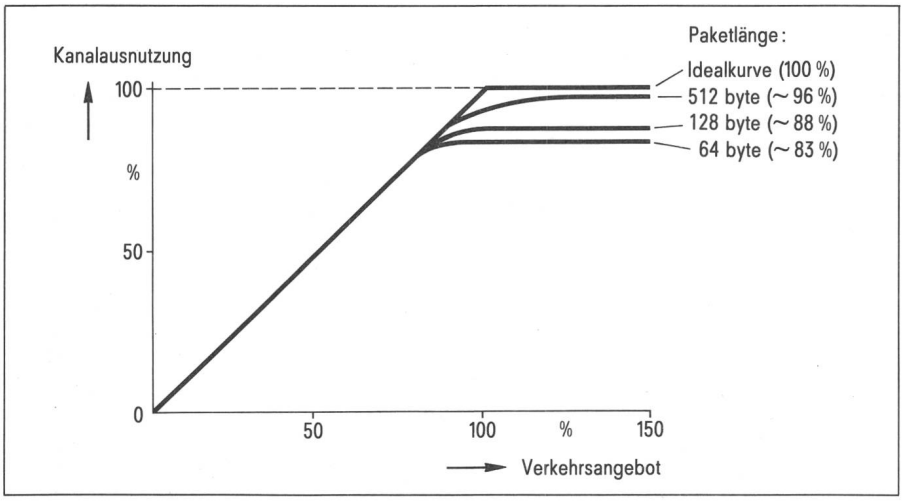

Fig. 9 ETHERNET-Verkehrsverhalten

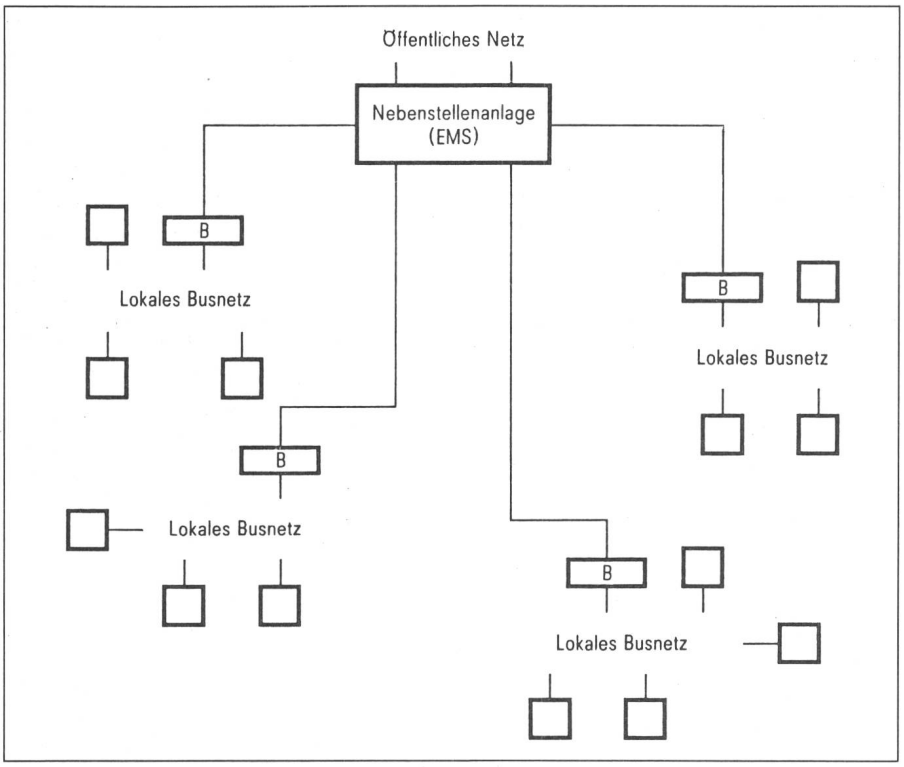

Fig. 10 Verbindung von Busnetz-Inseln
□ Station
B Anpassung (Bridge)

munikation von etwa 10 000 Beschäftigten abwickeln kann.

In der Praxis werden aber im allgemeinen aus räumlichen Gründen mehrere «Busnetz-Inseln» über eine Nebenstellenanlage, z.B. das Kommunikationssystem EMS, unter Verwendung von Telefonleitungen und von Anpassungen miteinander verbunden (Fig. 10) [7].

Literatur

[1] *E. Hafner:* Inhaus-Datenkommunikation. Bull. SEV/VSE 71(1980)15, S. 822...826.

[2] *F. Braun:* Digitale Vermittlungssysteme mit Ringstruktur. Bull. SEV/VSE 71(1980)21, S. 1181...1183.

[3] *H. Schumny:* Internationale und nationale Normengremien und ihre Aktivitäten. Bull. SEV/VSE 72(1981)23, S. 1250...1254.

[4] *G. Funk:* Datenbusse für lokale leittechnische Funktionen. Bull. SEV/VSE 72(1981)23, S. 1227...1230.

[5] *W. Bux:* Local area subnetworks: A performance comparison. Zürich, IBM Research Laboratory, 1980.

[6] *C. Park* and *J. Lynch:* Relative performance of tokens s. CSMA/CD. Palo Alto, Hewlett Packard, 1980.

[7] *D. Arbenz* und *B. Czaputa:* Das Kommunikationssystem EMS für die ganze Bürokommunikation. Siemens Telecom Report 5(1982)2, S. 63...65.