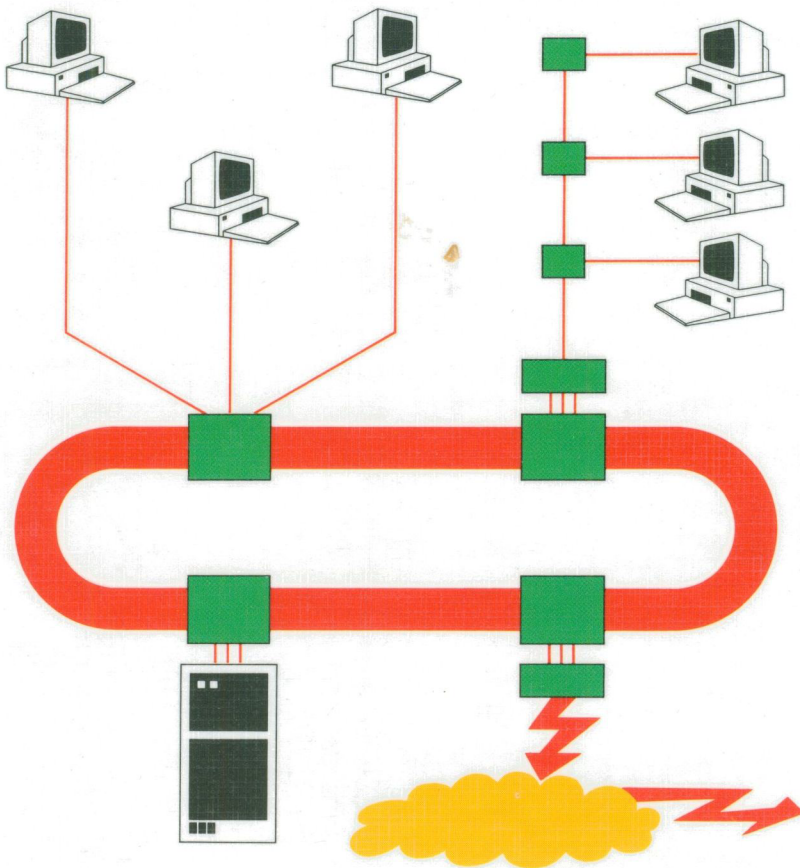


Dr. Franz-Joachim Kauffels

# Personalcomputer und lokale Netzwerke



**Architektur von Rechnernetzen, Aufbau und Wirkungsweise lokaler Netze, Software-Standards, Kommunikation unter Unix und OS/2, ausführliche Tests von mehr als 10 LANs, inklusive IBM-Token-Ring**

**4., überarbeitete und erweiterte Auflage**





Dr. Franz-Joachim Kauffels

# **Personal Computer und lokale Netzwerke**

Architektur von Rechnernetzen  
Aufbau und Wirkungsweise lokaler Netze  
Software-Standards, Kommunikation  
unter Unix und OS/2, ausführliche Tests von  
mehr als 10 LANs, inklusive IBM-Token-Ring

4., überarbeitete und erweiterte Auflage

**Markt&Technik Verlag AG**

CIP-Titelaufnahme der Deutschen Bibliothek

**Kauffels, Franz-Joachim:**

Personal-Computer und lokale Netzwerke : Architektur von Rechnernetzen,  
Aufbau und Wirkungsweise lokaler Netze, Software-Standards,  
Kommunikation unter UNIX und OS/2,  
ausführlicher Test von mehr als 10 LAN, inklusive IBM-Token-Ring /  
Franz-Joachim Kauffels. – 4., überarb. u. erw. Aufl. –  
Haar bei München : Markt-u.-Technik-Verl., 1989  
ISBN 3-89090-249-9

Die Informationen in diesem Produkt werden ohne Rücksicht auf einen eventuellen Patentschutz veröffentlicht.

Warennamen werden ohne Gewährleistung der freien Verwendbarkeit benutzt.

Bei der Zusammenstellung von Texten und Abbildungen wurde mit größter Sorgfalt vorgegangen.

Trotzdem können Fehler nicht vollständig ausgeschlossen werden.

Verlag, Herausgeber und Autoren können für fehlerhafte Angaben und deren Folgen weder eine juristische

Verantwortung noch irgendeine Haftung übernehmen.

Für Verbesserungsvorschläge und Hinweise auf Fehler sind Verlag und Herausgeber dankbar.

Alle Rechte vorbehalten, auch die der fotomechanischen Wiedergabe und der Speicherung in elektronischen Medien.

Die gewerbliche Nutzung der in diesem Produkt gezeigten Modelle und Arbeiten ist nicht zulässig.

Unix ist ein eingetragenes Warenzeichen von AT&T, USA.

OS/2 ist ein eingetragenes Warenzeichen der Microsoft Corporation, USA.

IBM-Token-Ring, IBM, IBM-PC und IBM-AT sind eingetragene Warenzeichen  
der International Business Machines Corporation, USA.

15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4  
93 92 91 90

ISBN 3-89090-249-9

© 1989 by Markt&Technik Verlag Aktiengesellschaft,  
Hans-Pinsel-Straße 2, D-8013 Haar bei München/West-Germany  
Alle Rechte vorbehalten

Einbandgestaltung: Grafikdesign Heinz Rauner

Dieses Produkt wurde mit Desktop-Publishing-Programmen erstellt  
und auf der Linotronic 300 belichtet

Druck: Wiener Verlag, Himberg

Printed in Austria

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b>	8
<b>Einführung</b>	10
<b>1 Aufgaben und Arten von Rechnernetzen</b>	15
1.1 Rechnernetze – Motivation und Möglichkeiten	15
1.2 Klassen von Rechnernetzen	19
1.3 Generelle Struktur von Netzen	21
<b>2 Ein globales Architekturmodell für die Kommunikation von Systemen</b>	25
2.1 Schichtenbildung als Designhilfe	25
2.2 Überblick über das ISO-Referenzmodell	27
2.3 Aufgaben der einzelnen Schichten	31
<b>3 Nachrichtentechnische Grundlagen der Rechnerkommunikation</b>	38
3.1 Einführung	38
3.2 Medien zur Übertragung	40
3.3 Übertragungsverfahren und Modulationstechniken	41
<b>4 Lokale Netze – Basis für die Steigerung der Leistungsfähigkeit</b>	45
4.1 Verbund von PCs mittels LAN	45
4.2 Anforderungen an die Konstruktion	47
4.3 LANs, PCs und Integrierte Informationssysteme	48
<b>5 Lokale Netze – die unteren Schichten</b>	51
5.1 Topologien und Übertragungstechnik	51
5.2 LAN-Ringsysteme	58
5.3 LAN-Bussysteme	65
<b>6 Standards für lokale Netze</b>	72
6.1 Einführung	72
6.2 LAN-Standards und das ISO-Modell	72
6.3 Der IEEE-802-Standard	73
6.4 High Speed Local and Metropolitan (Corporate) Area Networks	78

<b>7</b>	<b>Lokale Netze – die Hardware</b>	<b>82</b>
7.1	Ring-LAN-Produkte	83
7.2	Bus-LAN-Produkte	92
7.3	Breitbandnetze	112
7.4	Verkabelungsstrategien	116
<b>8</b>	<b>LAN-Betriebssysteme im DOS-Umfeld</b>	<b>124</b>
8.1	MS-DOS 3.1 und höher sowie NETBIOS	126
8.2	Microsofts Network MS-NET	136
8.3	Die IBM-PC-LAN-Betriebssoftware	138
8.4	Novells Netware	149
8.5	3COMs 3+ und 3+Open	163
8.6	Weitere PC-LAN-Betriebssoftware und Server-Pakete	171
8.7	Die TCP/IP-Protokollfamilie des Department of Defense	173
8.8	Zusammenfassung	177
<b>9</b>	<b>Anwendungsorientierte infrastrukturelle Aspekte der PC-Vernetzung</b>	<b>178</b>
9.1	Zur Situation der Anwendungssoftware	179
9.2	PC-Mainframe-Kopplung über LANs	183
9.3	Der Weg zu einer neuen Art der Anwendungsunterstützung	208
<b>10</b>	<b>Lokale Netze im Test</b>	<b>217</b>
10.1	Einleitung	217
10.2	General-Purpose-LANs im Test	219
10.3	PC-LANs im Test	256
<b>11</b>	<b>Digitale Nebenstellenanlagen als Alternative der Inhouse-Vernetzung und ISDN</b>	<b>292</b>
11.1	Einführung	292
11.2	Aufbau von Nebenstellenanlagen der dritten Generation	296
11.3	LAN oder CPBX? – LAN und CPBX!	299
11.4	ISDN – die Zukunft des WAN in der Bundesrepublik Deutschland	304
<b>12</b>	<b>Lokale Netze – Ausblick und Entwicklung</b>	<b>310</b>
12.1	Die höheren OSI-Schichten	310
12.2	Schwachstellen der Informationssicherheit in lokalen Netzen	321
<b>13</b>	<b>Internetworking – Kopplung von Netzen</b>	<b>330</b>
13.1	Repeater und Bridges	331
13.2	WAN-Grundprobleme	340
13.3	Die Empfehlung X.25 – Basis für internationale Kommunikationsnetze	346
13.4	Router und Gateways	350



<b>14</b>	<b>Kommunikation in der Unix-Welt</b>	357
14.1	Unix – Einführung und Historisches	357
14.2	Die Basis für die Kommunikation	359
14.3	Kommunikationsmöglichkeiten auf Standardschnittstellen	359
14.4	Datei-Verbundsysteme	367
14.5	Die Zukunft der Kommunikation unter dem Betriebssystem Unix	370
14.6	Zusammenfassung	372
<b>15</b>	<b>Kommunikation im Rahmen von OS/2</b>	373
15.1	OS/2 auf dem Weg zum neuen Standard	373
15.2	Aspekte des neuen Betriebssystems	375
15.3	Der MS-OS/2-LAN-Manager	377
15.4	Die OS/2 Extended Edition mit dem Communication Manager	379
15.5	Zusammenfassung	382
<b>Literatur</b>		383
<b>Stichwortverzeichnis</b>		389

---

# Vorwort

Kaum ein Teilgebiet der modernen Informationstechnik hat einen derart stürmischen Verlauf genommen wie das der Vernetzung, besonders mit lokalen Netzen, LAN.

Nach einer relativ unruhigen Entwicklungsphase stehen heute dem Interessenten eine Reihe von erprobten Hard- und Software-Elementen für die lokale PC-Vernetzung bereit.

Normalerweise hat man sich daran gewöhnt, daß nach einer konzeptionellen Phase zunächst recht wenig geschieht, um die Konzepte mit vernünftigen Produkten zu unterstützen. Anders bei den PC-LANs: Durch die relativ feste Abgrenzung der Endgeräte und die vergleichsweise sehr hohe Marktakzeptanz konnte im Rahmen der Konzentration der Entwicklung in kurzer Zeit ein hoher Standard der Systeme erreicht werden.

Vom einfachen PC-Kompatiblen als Workstation bis zur 386-basierten OS/2-Extended-Edition-Kommunikationsmaschine gibt es ein weites Spektrum von Möglichkeiten für Endgeräte sowie dementsprechend Netze, die die Kommunikation dieser Geräte unterstützen.

Diese schnelle Entwicklung führt jedoch auch zu einer großen Verunsicherung bei den potentiellen Anwendern. Der Nutzen eines PC-LANs kann nur dann wirklich bewertet werden, wenn neben der eigentlichen Technik in Hard- und Software auch das Umfeld der Vernetzung sowie die generellen Ziele, die man mit dem Rechnerverbund erreichen möchte, klar sind.

Es hat sich leider gezeigt, daß ab einer gewissen Größe der Installation die rein dezentrale Datenverarbeitung an deutliche Grenzen stößt und die leistungsfähige Anbindung an Großrechnersysteme unabdingbar ist.

Das nunmehr in seiner dritten Auflage vorliegende Buch entstand ursprünglich aus einer Serie über Datenkommunikation im PC-Magazin. Die kompakte, einführende Darstellung hat sich offensichtlich bewährt: Nimmt man die bisherigen Verkaufszahlen der ersten zwei Auflagen zusammen, so kommt auf zirka jeden zehnten in der Bundesrepublik Deutschland vernetzten PC ein Exemplar des Buches, oder mehr als ein Buch pro PC-LAN! Dafür darf ich mich bei meinen Lesern ganz herzlich bedanken.

Damit dieses Buch auch weiterhin seiner Rolle als einführender Begleiter in die Vernetzungstechnik gerecht werden kann, wurde die Darstellung weiter systematisiert und vor allem im Hinblick auf die betriebliche Software vertieft. Es werden in diesem Buch alle Betriebssoftware-Alternativen besprochen, die in der Bundesrepublik Deutschland eine hinreichende Marktpräsenz haben.

Auch die in den vorigen Auflagen so beliebten umfangreichen LAN-Tests wurden um zwei Systeme erweitert und generell aktualisiert.

Gerade bei einem so volatilen Markt ist es für einen potentiellen Anwender wichtig, den Kopf über Wasser zu halten und die auf ihn einströmende Begriffsflut zu ordnen. Vor allem hierbei soll das Buch eine Stütze sein.

Es ist daher weniger darauf ausgelegt, beim Auspacken und der Inbetriebnahme eines LANs als Bastelbuch zu fungieren, sondern neben den PC-Anwendern vor allem für solche Personen gedacht, die in ihrem Unternehmen für den sinnvollen Einsatz und die Planung solcher Systeme verantwortlich sind.

Das Buch befaßt sich schwerpunktmäßig mit der Vernetzung von DOS-PCs. Sie stehen in Zukunft jedoch nicht alleine im Netz. Dementsprechend faßt die Darstellung auch das wichtigste über OS/2 und Unix im Netz zusammen.

Die thematischen Erweiterungen dieser vierten Auflage gegenüber früheren betreffen den Stand der ISO-OSI-Standardisierung in den anwendungsorientierten Schichten, ISDN und Internetworking.

Ich bedanke mich nochmals bei den vielen Lesern der ersten drei Auflagen. Besonderer Dank gilt auch dem Verlag Markt&Technik für die bisherige vertrauensvolle Zusammenarbeit und hier besonders Herrn Münch für die sorgfältige Aufarbeitung meiner Manuskripte.

Wenn Sie Anregungen und Verbesserungsvorschläge zu diesem Buch haben, schreiben Sie bitte an den Verlag. Er wird dies an mich weiterreichen.

Dr. Franz-Joachim Kauffels

Euskirchen bei Bonn

---

# Einführung

Lokale Netze sind Systeme für den Hochleistungsinformationstransfer. Es können an sie Rechner verschiedener Leistungsklassen sowie eine große Vielfalt peripherer Geräte direkt oder über Multiplex-Anschlußeinrichtungen angeschlossen werden.

Zwischen allen diesen angeschlossenen Einrichtungen kann dann ein zumeist partnerschaftlich orientierter Nachrichtentransport stattfinden. Je nach implementierter Protokollebene ist das lokale Netz mehr oder minder transparent im Sinne von unsichtbar für die angeschlossenen Endgeräte. Oftmals wird ein universeller Paket-Transportdienst angeboten, der die Teilnehmer in die Lage versetzt, einen weiten Kanon diverser Endgeräte-bezogener Protokolle zu benutzen.

Je nach verwendeter Technologie ist die Leistungsfähigkeit der Netze recht unterschiedlich. Alle jedoch sind bisher von der Leistungsklasse her eher im Verwendungsfeld von mittleren bis Großrechenanlagen anzusiedeln. Dies spiegelt sich auch im Kostenniveau wider.

Dennoch stellt sich in zunehmendem Maße die Frage, ob die lokalen Netze nicht auch oder gerade für Personalcomputer geeignet sind.

Wir wollen dabei davon ausgehen, daß die PCs nicht nur die Rolle eines intelligenten Terminals spielen, sondern auch als Kernrechner Verwendung finden oder alleine bzw. in ihrer Gesamtheit den Kernrechner darstellen.

Mehrere Entwicklungstendenzen liefern deutliche Indizien für die positive Beantwortung dieser Frage:

- Es gibt PCs, die mit der geeigneten Zurüstung in die Leistungsklasse kleinerer oder mittlerer Mainframer vordringen. Dabei ist insbesondere an 16-, 32/16- oder 32-Bit-Architekturen zu denken.

Bei vielen Anwendungsprogrammen im kommerziellen Bereich stehen sie ihren »großen Brüdern« nur wenig nach oder übertreffen sie sogar in einzelnen Teilbereichen (Stichworte: Bürotechnologie, Software-Ergonomie).

Die Kosten für solche Systeme sind derart, daß sie zum einen ein hervorragendes Preis-Leistungs-Verhältnis aufweisen und es zum anderen durchaus verschiedene Lokalnetz-Konzepte gibt, die hierzu bezüglich Leistung und Kosten in einer vernünftigen Relation stehen.

- Die lokalen Netze werden auf breiter Front billiger. Diese Tendenz ist heute noch nicht so stark zu spüren, hat jedoch heute und in Zukunft folgende Faktoren, die sie unterstützen:



- Verschiedene Netzkonzepte haben trotz der generellen Zurückhaltung der Anwender eine relativ gute Marktresonanz gefunden. Das heutige Bild kann sich zwar aufgrund der breiter gewordenen Herstellerunterstützung in der Bundesrepublik Deutschland in nächster Zeit noch wandeln, jedoch werden dies im wesentlichen graduelle Unterschiede sein. Dieser Aspekt wird durch fortschreitende Standardisierungsbemühungen weiter verstärkt werden.

Es lohnt sich, die für den Betrieb eines solchen Netzes notwendigen Komponenten kompakt oder vollintegriert in größeren Stückzahlen herzustellen. Insgesamt können durch solche Maßnahmen die Kosten gesenkt werden. Durch die Anbindung von PC-Favoriten, die es ja zweifelsfrei gibt, an ein bestimmtes Konzept wird die Verbreitungstendenz weiter verstärkt.

- Es befinden sich viele gute Systeme am Markt. Die Hersteller haben es in den meisten Fällen verstanden, Unzulänglichkeiten ihres Konzepts, die nicht generell auf die gewählte technologische Alternative zurückzuführen sind, aufzuheben oder zu mildern. Dies gilt insbesondere im Bereich der Netzbetriebssysteme. Der so entstandene Konkurrenzdruck hat eine eindeutige Auswirkung auf die Preise.
- Der allgemeine Hardware-Preisverfall erfaßt auch die Hardware-Komponenten von lokalen Netzen.

Es gibt Modelle für integrierte Gesamtlösungen, in denen nicht mehr ein Großrechner, sondern eine Reihe von PCs die nunmehr dezentralisierte Rechenperformance erbringt. Diese Modelle entstehen zumeist in einer Verallgemeinerung eines Multiprozessor-konzepts oder in dem Bestreben der Verlegung der Intelligenz der Maschinen an den Arbeitsplatz. Ausgelastete Time-sharing-Systeme haben oftmals schlechtere Antwortzeiten als PCs. Weiterhin werden wegen der überschaubaren Teilinvestitionen oftmals lieber eine Reihe von PCs angeschafft, die dann im Laufe der Zeit irgendwie zusammengeschaltet werden. Eine homogene Lösung wie ein lokales Netz ist in diesem Falle sicherlich eher angebracht.

Der Gemeinschaft der PCs können dann Hochleistungs-Peripheriegeräte und Server für bestimmte Dienstleistungen hinzugefügt werden, die für die einzelnen Rechner unwirtschaftlich oder überhaupt nicht zu betreiben wären. Die so entstehenden Systeme haben den weiteren Vorteil, daß sie zu proportionalen Kosten mitwachsen können und die Einstiegsschwelle gering ist.

Das letzte Argument verdeutlicht am eindringlichsten, inwiefern lokale Netze und Personalcomputer fruchtbar zusammenwirken können.

Obwohl die Mehrzahl dieser Modelle und Anwendungen in den Bereich der Bürotechnik zielt, gibt es auch sehr interessante Ansätze auf dem Gebiet der Prozeßautomation.

Eine Vielzahl von Systemen macht einem potentiellen Benutzer die Entscheidung schwer, welches dieser Systeme er für die Bewältigung seiner Probleme heute optimal einsetzen kann und ob sich dies überhaupt lohnt.

Diese Entscheidung sollte er nicht aufgrund von wenig aussagekräftigen Prospekten der Hersteller fällen. Er muß sich dazu zunächst einmal etwas in das Gebiet der Rechnerverbundsysteme einarbeiten, aus dem die Technik der lokalen Netze schließlich stammt. Er erhält so Kriterien für die Leistungsfähigkeit eines angebotenen Systems und

für die Einbettung in einen logischen und organisatorischen Gesamtzusammenhang. Dazu sollte er auch ein Modell für die globale Systemarchitektur vor Augen haben.

Dieses Buch ist speziell für den Personenkreis geschrieben, der sich damit auseinandersetzen muß, ein lokales Netz anzuschaffen und seinen Einsatz zu planen bzw. bereits eine Vernetzung hat und diese optimal einsetzen möchte. Weiterhin wendet es sich an den Designer von Anwendungsprogrammen, der die Wesenszüge der Programme kennenlernen möchte, für die er neue Programme schreibt oder alte anpaßt. Es ist notwendig, daß der Anwendungsprogrammierer sich die Randbedingungen seiner Arbeit auch im Hinblick auf die zukünftige Entwicklung klarmacht.

Vierzehn Kapitel können in fünf logische Gruppen unterteilt werden.

Die erste Gruppe (Kapitel 1 bis 3) befaßt sich mit den Grundlagen der Rechnerverbundtechnik allgemein. Der Leser erhält einen Überblick über Aufgaben und Arten von Rechnernetzen und über die Ziele, die man mit ihrer Konstruktion allgemein verfolgt. Dies ist wichtig, um ein System in seiner Ganzheit und in Relation zu den umgebenden Systemen bewerten zu können.

Das ISO-Referenzmodell ist ein vielzitiertes Architekturmodell für die Konstruktion verteilter Systeme und Rechnernetze. Es schafft einen logischen Überbau für die weitere Diskussion und ist von grundsätzlicher Bedeutung. Die Ziele und die Struktur dieses Modells sind allgemein anerkannt, sogar IBM und DEC versuchen, ihre Netzwerkarchitekturen in Einklang mit diesem Modell zu bringen. Die Originalfassung der Dokumente ist wenig griffig. Das Kapitel 2 gibt einen Überblick über die wesentlichen Konzepte in der für die Gesamtbetrachtung notwendigen Tiefe.

Das Kapitel 3 befaßt sich schließlich mit den nachrichtentechnischen Grundlagen der Rechnerkommunikation, soweit sie in diesem Zusammenhang von Interesse sind. Es wird insbesondere eine Unterscheidung zwischen Basisband- und Breitbandsystemen gegeben, da dies immer noch in der aktuellen Diskussion steht.

Der nächste logische Abschnitt befaßt sich in den Kapiteln 4 bis 6 mit der Darstellung der wesentlichen Techniken und Konzepte für lokale Netze bereits im Hinblick auf die Verwendung mit PCs, jedoch in der nötigen Allgemeinheit zur Bewahrung eines Gesamtzusammenhangs.

Im Kapitel 4 diskutieren wir die Grundlagen der PC-Vernetzung aus der Sicht der Anwendung. Die Kapitel 5 und 6 befassen sich dann mit der Darstellung der relevanten Techniken für die unteren Schichten in bezug zum ISO-Modell und mit einigen ausgewählten Produkten, in denen diese Techniken implementiert werden. Der Leser erhält einen Einblick in die verschiedenen Verfahren und die Möglichkeit, diese im Hinblick auf seine eigene Problemstellung zu bewerten. Die internationale Standardisierung schafft hier weitere Sicherheit.

Die Kapitel 7 bis 10 wurden gegenüber den vorigen Auflagen völlig neu gestaltet und organisiert: Sie geben praxisrelevante Informationen über Hard- und Software der LAN-Konzepte, die heute am Markt sind, und über die Erfahrungen vorliegen.

Das Kapitel 7 befaßt sich zunächst ausführlich mit den zwei wichtigsten Hardware-Alternativen, die es heute gibt, den Token-Ringen und dem Ethernet-Bus-System. Beide Systemgruppen sind heute weitestgehend unabhängig von einem bestimmten Übertragungsmedium, man kann also gleichermaßen verdrehte Leitungen, Koaxialkabel und

Lichtwellenleiter verändern. Das Kapitel 7 scheut sich auch nicht, besonders leistungsfähige Anbieter hervorzuheben. Ein weiterer Abschnitt des Kapitels geht auf Netze ein, die nicht unmittelbar den zwei bis dahin genannten Netzkonzepten zuzuordnen sind. Ein letzter Abschnitt befaßt sich mit Verkabelungsstrategien, die bei zunehmend größeren Installationen immer wichtiger werden.

Das Kapitel 8 hat die LAN-Betriebssysteme im DOS-Umfeld zum Thema. Bei der Gestaltung dieses Kapitels hat es sich als schwierig erwiesen, daß die meisten LAN-Betriebssysteme innerhalb der letzten vier Jahre eine erhebliche Evolution durchgemacht haben und heute in ihren neuesten Versionen fast nicht mehr wiederzuerkennen sind. Dennoch gibt es gravierende Unterschiede an der Basis eines jeden Systems. Für die wichtigsten Systeme wurde daher eine Zweiteilung in Basissystem und aktuelle Version vorgenommen. Dies berücksichtigt auch die Interessen der Leser angemessen, die aus irgendeinem Grund eine ältere Version als die aktuelle betreiben. Das IBM-PC-LAN-Programm, Novells NetWare, 3COMs 3+ und 3+Open sowie die Elemente der TCP/IP-Protokollfamilie sind die wichtigsten Kandidaten für ein PC-LAN-Betriebssystem auf der Basis von DOS. In Zukunft wird besonders der sogenannte LAN-Manager von 3COM und Microsoft zunehmende Bedeutung erhalten. In einem kurzen Abschnitt sind weitere Systeme zusammengefaßt, die dem Leser vielleicht auch irgendwann begegnen.

Das Kapitel 9 schließt die Lücken zwischen Netz-Betriebssystem und Anwendungsprogramm. Die wichtigsten strukturellen Eigenschaften von Netz-Anwendungsprogrammen werden erläutert, aber auch, wie man mit heutigen Programmen in einer Netzumgebung leben kann. Die PC-Mainframe-Kopplung ist ein weiteres wichtiges Element größerer lokaler Netze. Hier gibt es viel zu beachten. Ein Abschnitt stellt die wichtigsten Alternativen im Rahmen der IBM-Welt zusammen, dabei muß auch auf SNA eingegangen werden. Die Konzepte RPC und APPC, die in Zukunft besonders wichtig für ein intelligenteres Design von Netzwerk-Anwendungsprogrammen sind, werden zum Abschluß von Kapitel 9 eingehend vorgestellt.

Einen sehr wichtigen und hilfreichen Abschnitt stellt das in dieser Breite und Tiefe bisher einmalige Kapitel 10 dar, für das lokale Netze in der PC-Umgebung aufgebaut und getestet wurden. Diese einheitlichen Tests lassen es zu, gesicherte Aussagen über die Brauchbarkeit von LANs zu machen. Tücken und Schwächen werden ebenso offenbar wie Stärken und Vorteile eines Systems, sowie die Dinge, auf die man achten sollte, wenn man es einsetzt. Dies ist insbesondere deshalb so wichtig, weil ein kleinerer Anwender niemals die Gelegenheit haben wird, so viele Systeme kritisch auszuprobieren. Die Systemprofile wurden im wesentlichen tabellarisch erfaßt, so daß sie leicht vergleichbar sind. Es wurde versucht, Aussagen zu erhalten, die auch bei Erweiterung und Änderung des Systems relevant bleiben. Andererseits wurde ein Kriterienkatalog erarbeitet, den sich der Anwender zunutze machen kann, um Erfahrungen zu sammeln, die sich aufgrund gänzlich neuer Systeme ergeben, die heute noch nicht auf dem Markt sind, und diese in Relation zu den bestehenden Tests zu setzen.

Dadurch, daß auch Netze im Test waren, die eigentlich nicht nur für PCs geeignet sind, sondern einen General-purpose-Ansatz verfolgen, wird die Darstellung auch z.B. für Leiter von Rechenzentren und Fachabteilungen interessant, die PC-Netze im großen Stil in Zusammenhang mit der restlichen DV einsetzen möchten.

Die drei Kapitel der vorletzten Gruppe befassen sich mit dem Umfeld der PC-Netze, um das Bild abzurunden. Ein Anwender wird früher oder später in die Verlegenheit kommen, sich mit einem LAN an ein Weitverkehrsnetz anzuschließen. Das für diese Auflage völlig neugestaltete Kapitel 13 bespricht grundsätzliche Fragestellungen aus diesem Bereich. In der Diskussion um die Inhouse-Vernetzung sind durch neuere Produkte die digitalen Nebenstellenanlagen wieder etwas weiter in den Brennpunkt des Interesses geraten als dies vor etwa einem Jahr der Fall war. Kapitel 11 stellt die wesentlichen Eigenschaften der Anlagen der neuesten Generation vor und stellt sie aus dem Sichtwinkel der Anwendung den Konzepten für LAN entgegen. Neu in dieser Auflage ist eine zusammenfassende Darstellung über ISDN. Wichtig für die weitere Entwicklung lokaler Netze sind die Einbettung in der industriellen Fertigungsumgebung und die Lösung der Probleme mit der Informationssicherheit (Ausfallsicherheit, Sicherheit gegen Spionage und Sabotage) – Kapitel 12 befaßt sich mit diesen Problemen. Weiterhin zeigt Kapitel 12 die Entwicklung der OSI-Kommunikationsstandards in den höheren Schichten.

In Kapitel 14 werden dem interessierten Leser eine alternative Kommunikationswelt zu der auf DOS basierenden aufgezeigt: die Kommunikationsmöglichkeiten unter dem Betriebssystem Unix, welches sich einer immer weiteren Verbreitung erfreut und auch den PC-Bereich in der nächsten Zeit stark beeinflussen wird. Vieles, was unter DOS-Systemen mehr oder minder mühevoll herbeigeführt werden muß, ist hier Standard. Mit seinem Gesamtüberblick über die Schichten bildet es eine abschließende Gruppe.

Das in der dritten Auflage neu hinzugekommene Kapitel 15 schließlich faßt die wesentlichsten Gesichtspunkte der Kommunikation mit dem neuen Betriebssystem OS/2 zusammen. Index, Literaturverzeichnis und ein Anhang runden das Buch ab.



Auch der Besitzer oder Benutzer eines Personalcomputers wird früher oder später nicht umhinkommen, sich mit Rechnerverbundsystemen oder Rechnernetzen auseinanderzusetzen. Sei es, weil er sein System um gewisse Fähigkeiten erweitern möchte, sei es, daß er mit anderen Benutzern in Kommunikation treten möchte, oder sei es, daß er durch äußere Anforderungen einfach gezwungen ist, den Wirkungskreis seines Systems zu erweitern.

Wir wollen eine systematische Einführung in die Techniken und Methoden von Rechnerverbundsystemen geben, wobei die Darstellung zwar allgemeiner Natur, jedoch immer im Hinblick auf den Personalcomputer als Knoten oder Endgerät ist.

Nach der allgemeinen Zielsetzung besprechen wir eine mögliche Klassifizierung sowie die Erweiterung der Zielsetzung im Hinblick auf zwei wesentliche Anwendungsfälle, die PC-Kommunikation und die Kommunikation im Bürobereich.

### 1.1 Rechnernetze – Motivation und Möglichkeiten

**Ein Rechnernetz ist der Verbund von räumlich mehr oder minder getrennten Rechnern oder Gruppen von Rechnern zum Zweck des Datenaustausches bzw. der Zusammenarbeit.**

Diese Definition trifft zwar intuitiv das, was wir uns unter einem Rechnernetz vorstellen, ist jedoch in vielen Punkten unpräzise und verschweigt wesentliche Gesichtspunkte, wie wir noch sehen werden.

Dies liegt daran, daß es eine große Anzahl verschiedener Netztypen gibt, die sich in vielen Parametern unterscheiden. Denn es ergeben sich sicherlich Unterschiede zwischen einem kontinentumspannenden Netz mit einigen tausend Großrechnern und einigen zehntausend Arbeitsplätzen und einem lokalen Netz, welches in einem Großraumbüro zehn Personalcomputer verknüpft. Wir wollen also zunächst Ziele von RN betrachten, die zumindest in einer Teilmenge von allen Netzen angestrebt werden:

*Datenverbund:* Zugriff auf geographisch verteilte Daten. Dieses Ziel kann als eines der elementarsten angesehen werden. Es ist die Grundlage für verteilte Datenverarbeitung überhaupt.

*Lastverbund:* Verteilung von Lasten in Stoßzeiten. Der Rechnerverbund wird dazu benutzt, partiell überlastete Rechner durch Umverteilung von Aufträgen zu entlasten und somit durch gleichmäßigere Verteilung der Aufgaben bessere Antwort- und Transaktionszeiten zu erhalten.

*Funktionsverbund:* Erweiterung der globalen Funktionalität durch die Einbeziehung der Fähigkeiten spezieller, durch das Netz zugreifbarer Rechner oder Geräte. Alle Rechner, die auf diese Fähigkeiten zugreifen können, haben somit ihre Leistungsmöglichkeiten wesentlich erweitert.

*Leistungsverbund:* Durch das Netz werden aufwendige Probleme auf mehrere Rechner verteilt. Damit steigt die Leistungsklasse der angeschlossenen Geräte bzw. die Leistungsgrenzen fallen weniger ins Gewicht.

*Verfügbarkeitsverbund:* Steigerung der Verfügbarkeit des Gesamtsystems bzw. Erreichung einer Mindestleistung auch bei Ausfall mehrerer Komponenten ist ein Gesichtspunkt, der besonders bei Realzeitsystemen, z.B. in der industriellen Fertigungsumgebung oder bei Steuer- und Regelsystemen von allergrößter Bedeutung ist.

Diese Anforderungen können natürlich nur erfüllt werden, wenn das Netz insgesamt nach einer Systemarchitektur gebaut ist, die dies zu leisten vermag. Darauf wollen wir jedoch später eingehen.

Um dies nicht auf einer allzu abstrakten Basis zu belassen, sollten wir uns einfach einige Beispiele ansehen. Eigentlich wissen wir ja noch gar nicht, was ein Netz ist, aber die intuitive Vorstellung sollte dazu genügen. Ein PC-LAN kann sich der Leser zunächst als eine technisch irgendwie realisierte Möglichkeit für die Personalcomputer vorstellen, Daten auszutauschen. Die räumliche Ausdehnung ist hierbei auf einige Kilometer beschränkt (»Local« Area Network, LAN: lokales Netz). Softwareseitig hilft die Vorstellung, daß der Datenaustausch eine über die technische Verbindung realisierte Ein-/Ausgabe ist: Der Quell-PC, der Daten an einen Ziel-PC schicken möchte, gibt die Daten auf das Netz aus, der Ziel-PC liest die Daten aus dem Netz aus.

Dabei haben wir stillschweigend vorausgesetzt, daß das Netz eine gewisse Speicherkapazität besitzt. Dies trifft in der Praxis auch zu, und zwar werden die PCs in der überwiegenden Mehrzahl über sogenannte Adapterkarten an ein Netz angeschlossen. Und diese Adapterkarten haben ein bißchen Speicher. Zu diesen Einzelheiten jedoch später.

*Datenverbund:* Ein populäres Beispiel für den Datenverbund generell ist der BTX-Dienst der Deutschen Bundespost oder ein anderer, auf einer Datenbank basierender Auskunftsdienst. Jeder Teilnehmer, der mit dem nötigen Gerät ausgestattet ist und sich authentifizieren kann, hat die Möglichkeit, aus riesigen Datenbanksystemen das für ihn Interessante auszulesen und weiterzuverarbeiten. Unter gewissen Voraussetzungen kann er aber auch seinerseits der Umwelt, d.h. den Teilnehmern des Gesamtsystems oder einer Untergruppe dieser Teilnehmer, Informationen anbieten.

*Datenverbund im PC-LAN:* Was auf der Basis von Weitverkehrsnetzen funktioniert, sollte auch in einem LAN realisierbar sein. Man kann z.B. unter Einhaltung gewisser Beschränkungen anderen ans Netz angeschlossenen PCs die Benutzung der eigenen Daten und Programme erlauben. Dies ist z.B. dann sinnvoll, wenn mehrere Mitarbeiter am gleichen Problem arbeiten oder zusammen einen Bericht erstellen sollen. Jeder hat ein Textverarbeitungsprogramm vor Ort (nach Möglichkeit das gleiche!), und der Text wandert von einem Mitarbeiter zum nächsten, ohne daß man Disketten herumtragen müßte.

Es wird an dieser Stelle klar, daß man gegebenenfalls fein heraus sein kann, wenn ein Großrechner vom LAN aus erreichbar ist. Sofern man geeignete Software findet, könnte

man dessen Ressourcen gleich mitbenutzen. Mit der PC-Host-Kopplung via Netz werden wir uns noch zu befassen haben.

Weiterhin sollte man die Daten und Programme davor schützen, durch nicht hierzu berechnete Personen benutzt oder manipuliert zu werden. Dies wird sich in Zukunft als immer bedeutenderer organisatorischer Schwerpunkt herausbilden.

*Lastverbund:* Der Lastverbund ist in der Hauptsache im Zusammenhang mit Netzen großer geographischer Ausdehnung interessant, da hier ähnlich wie im Elektrizitätsversorgungswesen unterschiedliche Last-Zeit-Gefälle ausgeglichen werden. Die Rechner der Leute, die gerade schlafen, arbeiten für die Leute, die gerade wach sind.

*Lastverbund im PC-LAN:* Gemein wäre es, zu behaupten, der Lastverbund könnte bei solchen PC-LANs realisiert werden, bei denen die PCs zu einem gewissen Prozentsatz an faule Mitarbeiter verteilt worden wären. In der Tat ist es jedoch heute so, daß die Ausrüstung der Endgeräte mit Microprozessoren so gut ist, daß sich das Problem nicht in der Art stellt wie bei Großrechnern.

*Funktionsverbund:* Man kann einem Host z.B. über das Netz Zugriff auf einen Vektorprozessor oder einen Datenbankrechner geben. Dadurch stehen den Benutzern des Hosts diese zusätzlichen Fähigkeiten offen.

*Funktionsverbund im PC-LAN:* Dies ist sicherlich eine der attraktivsten Verwendungsmöglichkeiten für ein lokales Netz. Man kann in diesem LAN verschiedene PCs mit besonderen Betriebsmitteln ausstatten, wie z.B. Festplatten hoher Kapazität, Streamer-Tapes, Laserdrucker. Diese stellen dann diese Leistung den anderen PCs, die nicht über derartiges verfügen, bereit. Wir erhalten dadurch zwei Klassen von PCs im Netz: **Workstations** oder **Clients**, das sind die Auftraggeber und Nutzer der gemeinschaftlichen Einrichtungen, und **Server**, das sind die Auftragnehmer und Anbieter der gemeinschaftlich nutzbaren **Services**, womit wir auch schon einen Namen für die durch Server auf dem Wege von Funktionen bereitgestellten Dienstleistungen auf der Basis der speziellen Fähigkeiten gefunden hätten.

Auch an dieser Stelle kann sich der Autor nicht enthalten, darauf hinzuweisen, daß Großrechner besonders leistungsfähige Server abgeben.

*Leistungsverbund:* Es gibt Aufgaben, an denen auch große Rechner ziemlich lange rechnen müssen, wie z.B. die Simulation dynamischer Vorgänge, wie in der Automobilkonstruktion angewandt. Man kann dies dadurch beschleunigen, daß man die Probleme so zerlegt, daß mehrere Rechner Teilprobleme selbständig behandeln. Voraussetzung hierfür ist neben der Eignung des Problems für eine Parallelisierbarkeit auch die Konstruktion der Betriebssysteme der beteiligten Rechner, derart, daß der notwendige Informationsaustausch und die Synchronisation nicht allzulange dauern. Man erreicht heute vor allem Fortschritte bei der Konstruktion von Superrechnern aus Rechnerfeldern, wobei man ein Rechnerfeld durchaus als speziellen Fall eines sehr lokalen Netzes auffassen kann (z.B. SUPRENUM: SUPER REchner für NUMerische Anwendungen).

*Leistungsverbund im PC-LAN:* Auch hier zeichnet sich eine dem Großrechnerbereich entsprechende Entwicklung ab. Der Hauptansatzpunkt sind Datenbanken, bei denen die Datenbestände auf alle Rechner des Gesamtsystems gerecht verteilt werden und bei denen in jedem Rechner ein Datenbank-Management-Modul existiert, welches in Zusammenhang mit anderen gleichartigen Modulen für einen reibungslosen Zugriff sorgt (Daten finden und

dafür Sorge tragen, daß nicht gleichzeitig von mehreren Seiten geändert wird). Eine weitere Möglichkeit ergibt sich bei Compilern. Alles in allem ist ein Durchbruch jedoch nicht auf der Basis von DOS, sondern eher auf der Basis von OS/2 oder Unix zu erwarten.

*Verfügbarkeitsverbund* ist vor allem für die Prozeßdatenverarbeitung interessant. Die einfachste Form ist die, daß ein Stand-by-Rechner die Aufgaben eines ausgefallenen Gerätes übernimmt, wozu ihn die Kopplung über das Netz befähigt.

*Verfügbarkeitsverbund im PC-LAN* bezieht sich heute vor allem auf Datensicherheit. Wenn man z.B. an seiner Workstation mit einem Textverarbeitungsprogramm arbeitet und ab und an einen Backup auf Diskette oder die lokale Platte macht, ist dies sicher nützlich. Sinnvoller ist jedoch ein regelmäßiger Backup auf eine entfernte Einheit, d.h. eine Festplatte oder eine Bandeinheit eines Servers. Dies kann man heute schön und komfortabel programmieren.

Noch besser wird die Datenintegrität dann, wenn der Server in regelmäßigen Abständen die wesentlichsten Inhalte seiner Platte auf Großrechner-Peripherie kopiert. Dann muß nämlich schon eine ganze Menge zu Bruch gehen, bevor die Daten, an denen man gearbeitet hat, unrettbar verloren sind.

Es lassen sich sicherlich noch weitere Ziele angeben. Wenn man aber genauer darüber nachdenkt, führen sie auf die bisher genannten.

### **Anforderungen im Hinblick auf die Vernetzung von Kleinrechnern und Personalcomputern**

Für alle Arten von Netzen gilt, daß sie nicht nur für größere oder mittlere Rechenanlagen und deren Verbindung interessant sind. Auch oder gerade die Fähigkeiten von Kleinrechnern oder Personalcomputern werden durch sie erheblich erweitert.

Wir wollen einmal absehen von dem Fall, wo die PCs Workstations an Großrechnern sind. Die PCs seien die Träger der aktiven Arbeit im System. In den meisten Fällen wird ein LAN für die Vernetzung in Frage kommen. Netze, die für PCs als Knotenrechner geeignet sind, unterliegen Marktzwängen, die zu miteinander in Konflikt stehenden Design-Zielen führen:

- **Modularität:** Hard- und Softwarekomponenten müssen ein integrales Bausteinsystem bilden, aus dem schnell größere Konfigurationen zusammengesetzt werden können.
- **Kosteneffektivität:** Das System muß niedrige Kosten aufweisen, um im Bereich Personalcomputer eine Lebensberechtigung zu haben.
- **Niedriger Realspeicherbedarf:** Hängt mit den Kosten und den bei PCs relativ kleinen Realspeichern zusammen. Auch das Netz benötigt ein Betriebssystem, von dem gewisse Teile immer im Realspeicher resident sein müssen.
- **Codekompaktheit:** Eben diese Teile müssen kompakt sein. Auslagern oder eine Overlay-Struktur führen meist zu unakzeptablen Verzögerungen.
- **Leistungskonsistenz:** All diese Maßnahmen dürfen keinen allzu negativen Einfluß auf die Leistung haben.
- **Ergonomische Konstruktion der Mensch-Maschine-Schnittstelle** im Hinblick auf die Benutzung der Ressourcen durch ungeschulte User.



Es ist möglich, alle diese Ziele zu erreichen, wobei jedoch der letzte Punkt die meisten Kopfschmerzen bereitet. Die vorherrschende Meinung ist die, daß der Endbenutzer gar nicht merken sollte, ob er nun mittels des Netzes arbeitet oder nur lokal.

Wichtig ist es vielleicht, noch darauf hinzuweisen, daß der Ursprung der für uns interessanten Klasse der lokalen Netze in Forschungsansätzen zur Verbindung von Einplatzrechnern (was ist der PC anderes?) für die gemeinsame Benutzung von Betriebsmitteln liegt. Von der wirtschaftlichen Seite her ist sicherlich die gemeinschaftliche Benutzung wertvoller Peripheriegeräte auch heute noch der zentrale Punkt für PC-Netze.

### Anforderungen bei Bürosystemen

Bürosysteme stellen einen erheblichen Wirtschaftszweig dar. Wenn die Schritte zum Büro der Zukunft zu langsam vonstatten gehen, ist ein erheblicher Schaden für die Wirtschaft unabwendbar.

Im Zusammenhang mit Kopplungen nach außen zu öffentlichen Netzen und Diensten können lokale Netze die Basis für integrierte Arbeits- und Informationssysteme sein. Dazu müssen sie folgendes erfüllen:

- Unterstützung standardisierter Schnittstellen nach außen (Ttx, Btx, andere Netze usw.).
- Unterstützung standardisierter Schnittstellen nach innen in Übereinstimmung zu den gewählten Anwendungsprogrammen innerhalb der Textverarbeitung. Das Textsystem sollte z.B. zur elektronischen Post ebenso passen wie das Dateisystem.
- Flexibilität gegenüber stark schwankender Benutzeraktivität, wie sie im Büro de facto vorliegt.
- Hinreichende Leistungsreserven zur Einbeziehung weiterer später zu installierender Dienste wie Sprachübertragung über das Netz = Offenheit gegenüber dem Übergang in eine neue Netzgeneration.
- Möglichkeit zur Einführung verschiedener Dienstklassen zur Anpassung an verschiedene koexistierende Benutzeranforderungsprofile.
- Kosteneffektivität zum Abbau des Akzeptanzhemmnisses.

Es ist offensichtlich, daß durch die oben genannten Ziele erhebliche Anforderungen an die Konzeption und den Aufbau eines Netzes in verschiedener Hinsicht gestellt werden.

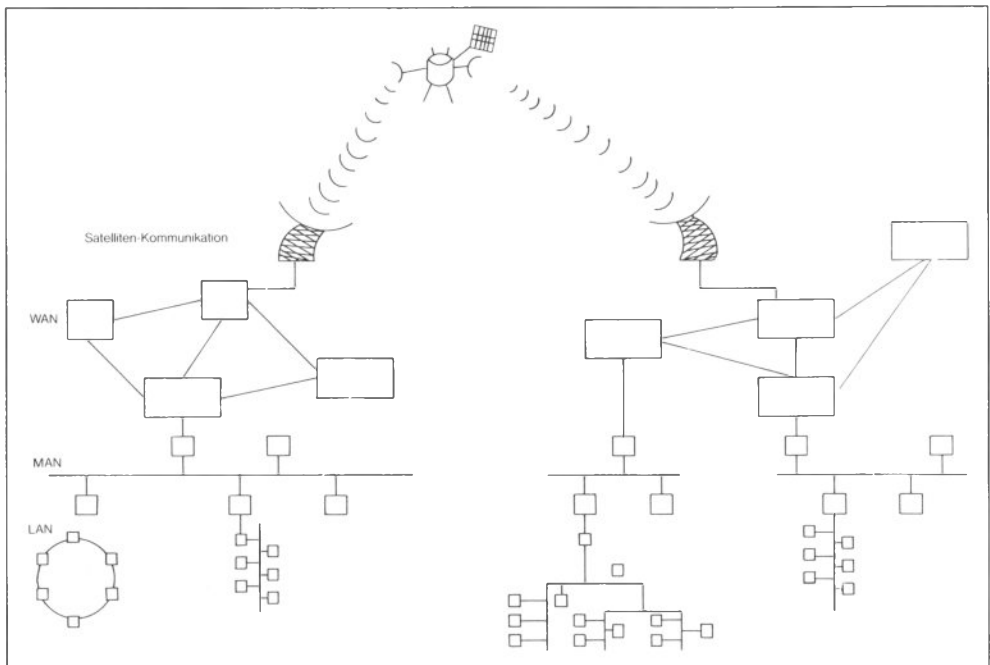
Zunächst wollen wir jedoch einen Zugang zu einer ersten Artenunterteilung für Netze finden. Ein »natürlicher« Parameter ist mit Sicherheit die Ausdehnung des Netzes. Mit jeder Sorte Netz geben wir einige wesentliche Charakteristika.

## 1.2 Klassen von Rechnernetzen

*GAN: Global Area Network.* Dieses Netz arbeitet weltumspannend und verbindet Rechner auf verschiedenen Kontinenten untereinander. Natürlicherweise kann dieses Netz in der Regel nur unter Zuhilfenahme von Satelliten betrieben werden. Auf dem Netz werden unterschiedliche Übertragungsgeschwindigkeiten und Serviceklassen existieren. Die Übertragung einer Nachricht von der Quelle zum Ziel dauert mindestens einige Minuten. Beispiel: XEROX Internet, VNET (IBM-konzern eigenes Netz).

**WAN: Wide Area Network.** Diese Netzart verbindet Rechner in einzelnen Ländern (kontinental) oder innerhalb von Landesgrenzen. Die Netze werden mit metallischen Leitern, in Ausnahmefällen mit Lichtwellenleitern betrieben. Innerhalb eines Netzes gibt es zumeist unterschiedliche, jedoch kompatible Übertragungsgeschwindigkeiten bzw. Dienstqualitäten. Die Übertragung von Quelle zu Ziel dauert auch hier mindestens einige Minuten, meist jedoch länger. Eine typische obere Grenze für die Übertragungsgeschwindigkeit ist 100 Kbit/s auf der Leitung. WAN können über Zwischennetzkoppler (Internet-Gateways) zu GAN gekoppelt werden oder selbst GAN werden. WAN-Dienste werden oft öffentlich angeboten. Beispiele für WAN: DATEX-P-Netz der DBP, ARPANET und so fort.

**MAN: Metropolitan Area Network.** Wie der Name schon sagt, sollen diese noch in Entwicklung befindlichen Netze das Areal eines Stadtgebietes abdecken. Im Gegensatz zu den WANs, die dies heute mit übernehmen, soll die Nachrichtenübertragung über ein schnelles Hochleistungskommunikationsmedium vonstattengehen, wobei Geschwindigkeiten von 50 bis 100 Mbit/s angestrebt werden. MANs verbinden dann Anschlußpunkte miteinander, die auf der einen Seite Bestandteil der nächstkleineren Netzstruktur, des LAN, sein können, auf der anderen Seite jedoch auch Knoten an einem WAN. Es zeigt sich, daß es vorteilhaft ist, zum Beispiel in Ballungsgebieten mehrere MANs mit Höchstgeschwindigkeitsleitungen zu koppeln. Für die Bundesrepublik Deutschland ist dieses Konzept nur als Vernetzungskonzept für sehr große Firmen- oder sonstige private Gelände interessant.



**Bild 1.1** Weltweite Kommunikation durch Netzwerkhierarchie.

**LAN: Local Area Network.** Lokale Netze sind Systeme, die mittels eines Hochleistungskommunikationsmediums, wie zum Beispiel Koaxialkabel oder Glasfaser, angeschlossenen Teilnehmern partnerschaftlich orientierten Nachrichtenaustausch auf räumlich begrenztem Gebiet, also zum Beispiel einem Campus oder Bürogelände bzw. Fabrikgelände, in eigener Verantwortung des Netzbetreibers ermöglichen. Durch die Eigenverantwortlichkeit sind Protokolle und Systeme möglich, die bei den anderen Netzsparten nicht denkbar sind. Normalerweise herrscht eine homogene Übertragungsstruktur vor, die Geschwindigkeiten von 10 bis 300 Mbit/s unterstützt. LANs können untereinander direkt, über MANs und WANs zu größeren Strukturen verbunden werden. LAN-Dienste werden nicht öffentlich angeboten. Beispiele für LANs: Ethernet, Token-Ring.

**VLAN: Very Local Area Networks** verbinden Rechen-, Speicher- und Interface-Komponenten, die auf einem Chip sitzen. Dies ist noch in Entwicklung befindlich. Durch direkte Fortführung der VLAN-Struktur an andere Chips können homogene Multiprozessor-Systeme gebaut werden.

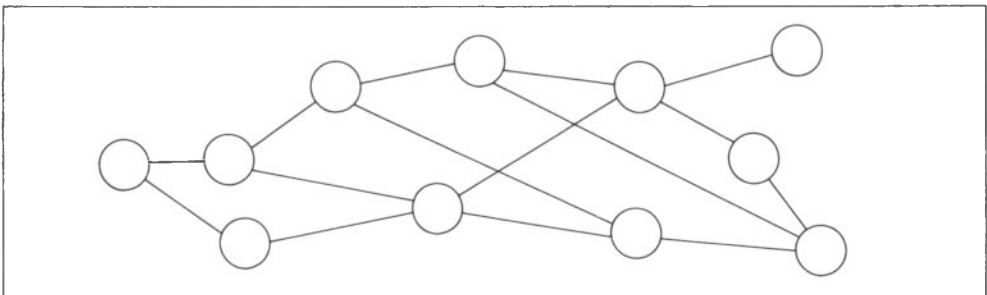
Die so entstehende mögliche Hierarchie zeigt Bild 1.1. In der Literatur werden unterhalb der LAN-Ebene oft noch Multiprozessor-Systeme oder Verbindungsstrukturen auf Schaltkreis-Board-Ebene genannt. Sie haben jedoch nicht die Problemstellung, die wir hier behandeln, sondern fallen in den Bereich »Rechnerarchitektur«.

Ein weiteres Mißverständnis hängt am Begriff des »verteilten Systems«. Ein Verbund von Rechnern und anderen Komponenten kann erst dann den Namen »verteiltes System« erhalten, wenn alle Komponenten unter der Steuerung eines einheitlichen globalen Netzwerkbetriebssystems stehen.

### 1.3 Generelle Struktur von Netzen

Es gibt im wesentlichen zwei Typen von Netzen, wenn man die Art der Übertragung klassifiziert:

1. *Teilstreckennetze* (Store-and-forward)
2. *Diffusionsnetze* (Broadcast)

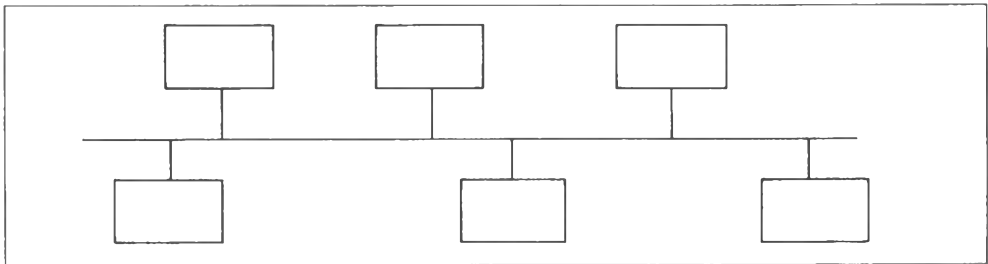


**Bild 1.2:** *Teilstreckennetz.*

Wenn wir uns auf den Standpunkt stellen, daß die Daten in Paketen übertragen werden, die wenigstens Senderidentifikation, Empfängeridentifikation, die Nachricht selbst und einige Kontrollbits enthalten, so geben erstere die Nachricht von Knoten zu Knoten weiter, bis sie beim Empfänger ankommt. Jede Teilstrecke muß ganz durchlaufen werden, ehe das Paket auf die nächste Teilstrecke darf. Dies bringt Probleme, zum Beispiel bezüglich der Zwischenspeicherverwaltung und der Wegfindung (Routing), mit sich, die wir später besprechen.

Bei Diffusionsnetzen wird die Nachricht auf einen Kanal bzw. ein Übertragungsmedium gegeben, welches von allen angeschlossenen Stationen abgehört wird (werden kann). Aus dem Strom der Pakete kann sich dann der Empfänger das für ihn bestimmte aussuchen.

Die direkte Übertragung von Quelle zu Ziel ist sehr vorteilhaft. Insbesondere entfallen viele Zwischenrechenzeiten für Speicherung an den Teilstreckenenden und die Wegwahl. Allerdings treten neue Probleme dadurch auf, daß im allgemeinen zu einem Zeitpunkt auch nur eine Station senden darf.



**Bild 1.3:** *Diffusionsnetz.*

WAN sind in aller Regel als Teilstreckennetze ausgeführt. Die durch Satelliten ausgeführten Teile von GAN sind Diffusionsnetze.

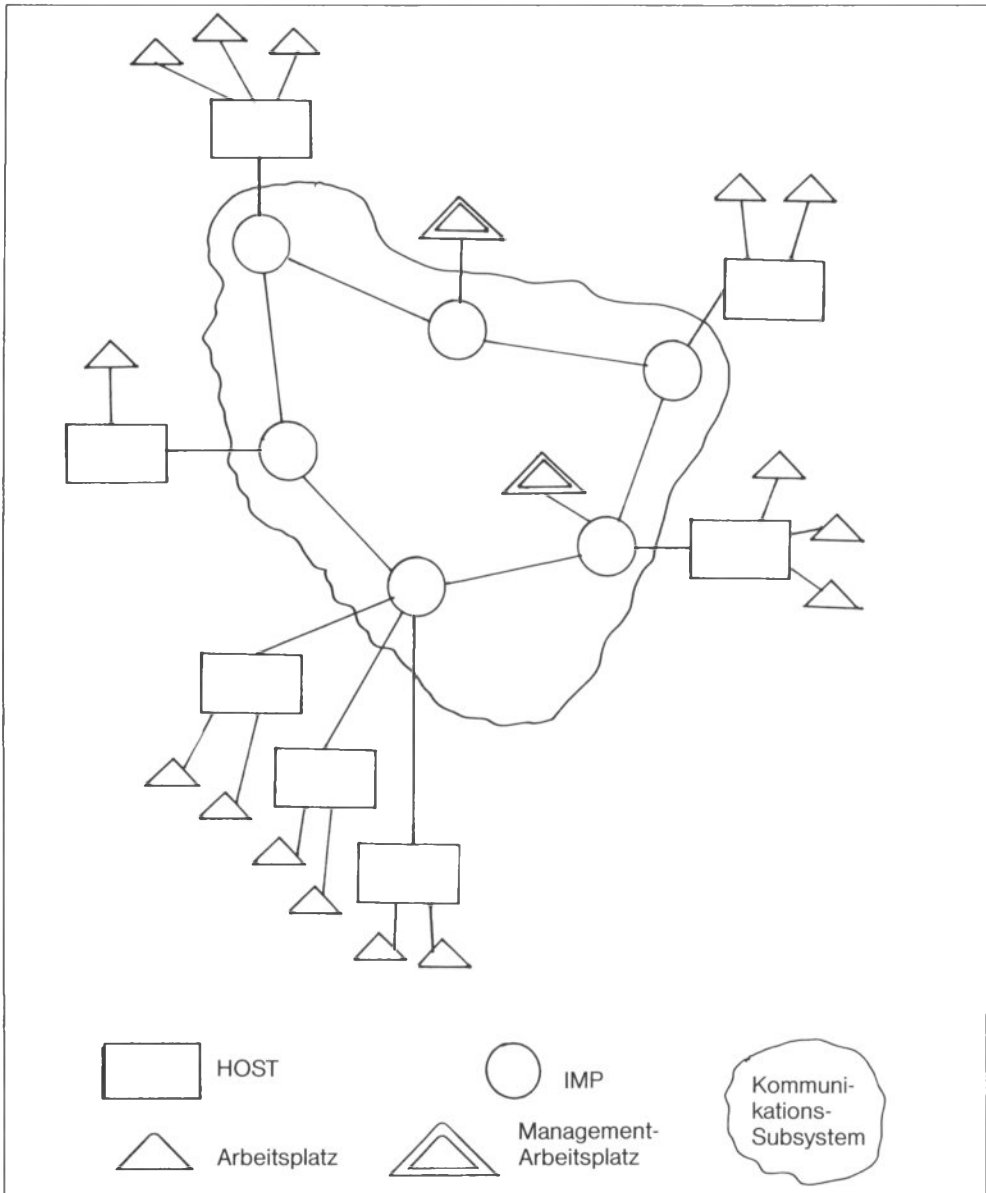
Zwischen den genannten Systemen gibt es noch Lösungen, die das eine mit dem anderen vereinen; darauf werden wir später eingehen.

Bisher hatten wir nur von Rechnern und Verbindungen zwischen diesen gesprochen. Wir wollen dies nun weiter diversifizieren, und zwar zum einen im Hinblick auf WAN und zum anderen im Hinblick auf LAN. Wir betrachten das Bild 1.4.

Wir sehen folgende Komponenten:

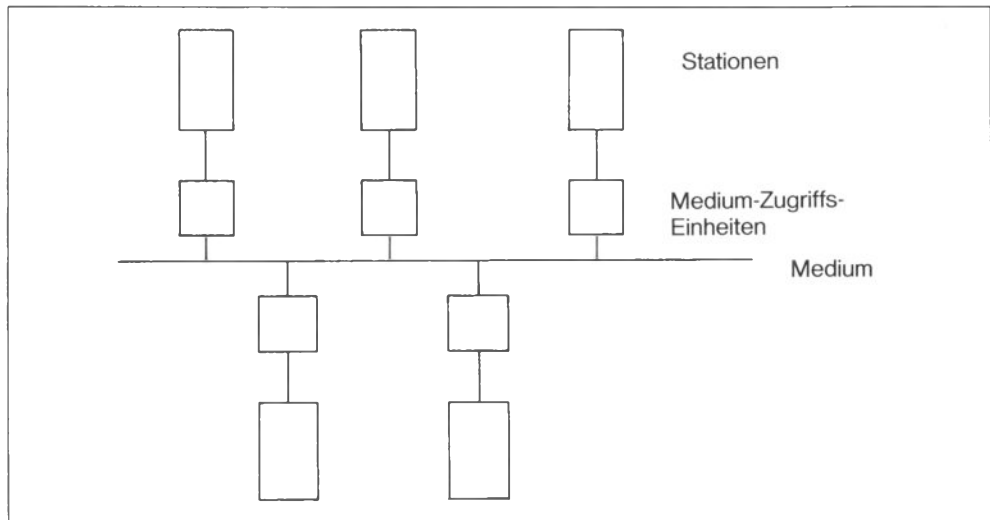
- Die Hosts ; dies sind die Rechner, die miteinander verbunden werden.
- Die Arbeitsplätze , die an den Hosts die Benutzerschnittstellen liefern.
- Die IMPs (Interface Message Processor), die die eigentlichen Stützen der Datenfernverarbeitung sind und für die Hosts eine Schnittstelle zum Netz anbieten. Diese Schnittstellen können äußerst verschiedener Natur sein, und ein IMP kann auch mehrere Hosts bedienen. Die IMPs tragen alle Aufgaben, die mit der Teilstreckennetztechnik zusammenhängen.
- Die Verbindungen nachrichtentechnischer Art zwischen den IMPs und den Hosts und den IMPs.
- Das Kommunikationssystem , wie die IMPs zusammen mit den Leitungen auch genannt werden.

- Die Netzwerkmanagement-Arbeitsplätze, die Schnittstellen zu (humanen) Netzwerkmanagern herstellen und je nach Aufgabenbereich im oder außerhalb des Kommunikationssubsystems anzusiedeln sind.



**Bild 1.4:** Hosts, IMPs und das Kommunikationssystem.

Eine andere Sicht sieht das Netz als Menge von Knoten und Kanten. Die Struktur der Knoten und Kanten ist die *Topologie* des Netzes.



**Bild 1.5:** PC-LAN

Die gerade oben angegebene Sichtweise war im Hinblick auf ein WAN definiert. Für ein MAN oder LAN stellt sich in den meisten Fällen die Sache so dar: Da wir an ein LAN nicht nur Rechner anschließen, sondern wegen der geringen Kosten eines Anschlusses auch Peripheriegeräte oder sogar Terminals, nennen wir die verbundenen Geräte Stationen. Die Übertragung findet meist über einen wechselseitig ausgeschlossen zu benutzenden Kanal statt, der durch das Übertragungsmedium technisch realisiert ist. Den Zugang zu diesem und die Schnittstelle zu den Stationen bieten die Medium-Zugangseinheiten (MAU und viele andere Namen). MAUs und Medium bilden wieder das Kommunikationssystem.

Management-Arbeitsplätze werden mit speziellen Stationen realisiert. Bei GAN ist es so, daß der Satellit zusammen mit dem Medium »Luft« bzw. »Vakuum« die Übertragung leistet. Die heute noch relativ teuren Strecken mit aufwendigen Antennen, Sendern und Empfängern können nur dann richtig ausgenutzt werden, wenn die Hosts über Vorrechner »gesammelt« werden.

# KAPITEL

## 2

## Ein globales Architekturmodell für die Kommunikation von Systemen

Im letzten Kapitel hatten wir die Ziele von Rechnernetzen kennengelernt. Weiterhin haben wir uns mit den möglichen Arten von Netzen befaßt.

Es dürfte klar geworden sein, daß es erheblicher Anstrengungen bedarf, die genannten Ziele in systematischer Art und Weise durchzusetzen.

Diese Durchsetzung ist Aufgabe der Netzwerksystemarchitektur. Man kann viele Ansätze für den Entwurf einer solchen Architektur machen, es haben sich jedoch Schichtenmodelle, in denen die einzelnen Aufgaben des Systems in sinnfällige Teilbereiche zerlegt werden, durchgesetzt. Von diesen ist wiederum das ISO-Referenzmodell das bekannteste. Es wurde Ende der siebziger Jahre entwickelt und bildet die Basis für die Definition von Standards sowie eine hervorragende Meßlatte für das Gespräch über Rechnernetze oder verteilte Systeme. (Von einem verteilten System sprechen wir nur dann, wenn alle Komponenten ein und demselben globalen Netzwerkbetriebssystem gehorchen.)

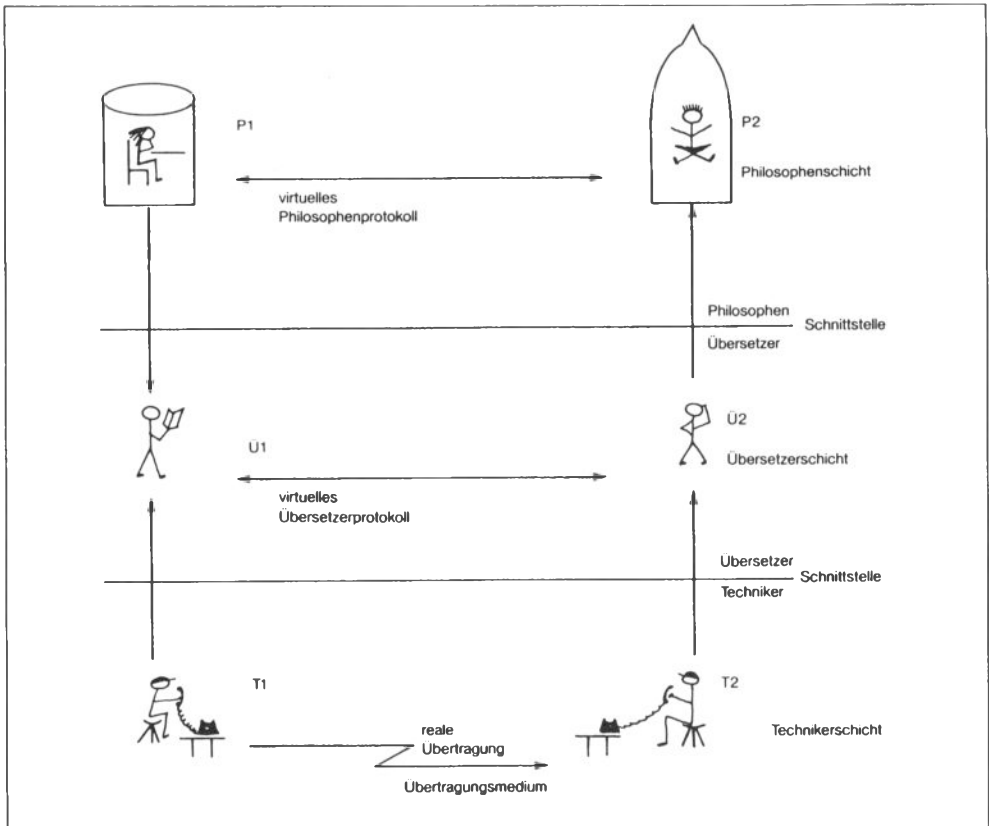
### 2.1 Schichtenbildung als Designhilfe

Das Prinzip der Schichtenbildung sagt folgendes aus: Es gibt eine Hierarchie von Schichten oder Levels. In Endgeräten wie Hosts oder PCs sollten alle Schichten präsent sein, wenn kommuniziert wird. Jede Schicht, mit Ausnahme der oberen, liefert über eine Schnittstelle der nächstoberen Schicht die Dienstleistung, die diese verlangt. Dazu bedient sich die Schicht der Hilfsmittel, die sie selbst hat. Dazu gehören auch Services, die sie von der nächstunteren Schicht anfordern kann. Diese Beziehung regelt also die Arbeitsweise einer Schicht in einem Rechner. Wird mit einem anderen Rechner korrespondiert, dann tritt eine Schicht mit der betreffenden Schicht des Zielrechners in Verbindung. Dabei hält sie eine Menge von Regeln ein, die wir das Protokoll der Schicht nennen. Über die Gesamtheit der Schichten ergibt sich dann auch die gesamte Protokollmenge des Systems.

Die Verbindung zwischen gleichberechtigten Schichten in einem Rechner ist mit Ausnahme der untersten Schicht virtuell, denn nur die unterste Schicht ist in der Lage, physikalisch mit ihrer gleichberechtigten Schicht zu kommunizieren. Es gehört also insbesondere zum Aufgabenbereich einer Schicht, Nachrichtentransport für eine nächsthöhere Schicht anzubieten, wobei sie zumeist selbst auf den Transport zurückgreifen muß, der ihr selbst von der nächstunteren Schicht angeboten wird.

Dies hört sich zunächst alles viel komplizierter an als es ist. Wir wollen zur Erholung und zur Erleuchtung ein Beispiel besprechen, welches frei nach dem hervorragenden Buch von Tanenbaum »Computer Networks« zitiert wird. Gegeben seien zwei Philosophen.

P1 sitzt in einem Elfenbeinturm in Afrika und der andere, P2, in einem Elfenbeinturm in Indonesien. P1 spricht nur Swahili, P2 nur Telugu. Dennoch wollen sie kommunizieren. Wie läßt sich dies bewerkstelligen. Als erstes sollten zwei Übersetzer angeheuert werden, nennen wir sie Ü1 und Ü2. Weiterhin brauchen wir zwei Techniker, T1 und T2. Die Kommunikation läuft dann wie folgt ab:



**Bild 2.1:** Zwei Philosophen, zwei Sprachen. Kommunikation auf drei Ebenen.

P1 denkt einen Gedanken, formuliert ihn und gibt ihn über die Schnittstelle zu Ü1, der diesen Gedanken in eine gemeinsame Zielsprache, zum Beispiel Englisch, übersetzt. Ü1 kann mit technischen Geräten nicht umgehen und wendet sich daher vertrauensvoll an T1. Dieser stellt eine physikalische Verbindung zu seinem Kollegen T2 her, zum Beispiel über Funk, Telefon oder ein Message-System. T2 gibt die erhaltene Nachricht an Ü2, dieser übersetzt nach Telugu und gibt den Gedanken an P2 weiter. Der umgekehrte Weg funktioniert natürlich auch. Wir haben also drei Ebenen oder Schichten: die Schicht der Philosophen, die Schicht der Übersetzer und die Schicht der Techniker. Die vertikale Kommunikation folgt durch Beauftragung. Die Initialisierung muß mittels einer Verhandlungsphase geschehen. Innerhalb der horizontalen Kommunikation zwischen gleichberechtigten Ebe-



nen existiert das Schichtenprotokoll, im Falle der Übersetzer legt es zum Beispiel die gemeinsame Zielsprache fest.

Das Beispiel verdeutlicht folgende Punkte:

- Jeder Teilnehmer empfindet die Kommunikation als horizontal.
- Die tatsächliche Kommunikation ist mit Ausnahme der Schicht 1 vertikal.
- Die drei Schichtprotokolle sind bis auf die Schnittstellen fast völlig unabhängig voneinander.
- Die Philosophen können vom Sinn des Lebens auf die Schönheit des Bauchtanzes wechseln, ohne daß dies die anderen Schichten berührt.
- Die Übersetzer können die gemeinsame Sprache von Englisch nach Französisch umändern.
- Die Techniker können morsen, anstatt das Telefon zu benutzen.
- Keine der unteren zwei Ebenen interpretiert den Inhalt der Nachricht semantisch, sondern formt ihn für ihre Zwecke lediglich um. In der Regel wird jede Schicht Kontroll- oder sonstige Informationen hinzufügen, die die korrespondierende Schicht im Zielsystem wieder entfernt.

Bei der Kommunikation mit binären Daten wird man so vorgehen, daß man beim Übergang auf die nächstuntere Ebene die Nachricht in einen »Umschlag« steckt, der wieder entfernt wird. Die Nachricht wird so in Richtung der untersten Schicht immer umfangreicher, in Richtung der obersten Schicht nimmt sie wieder ab.

## 2.2 Überblick über das ISO-Referenzmodell

Das Referenzmodell für die Kommunikation Offener Systeme, wie es offiziell heißt, wurde in der Intention geschaffen, die Möglichkeit für eine internationale einheitliche Standardisierung zu schaffen. Offen heißt dabei, daß ein System mittels anwendungsneutraler Protokollvereinbarungen mit anderen durchaus von ihm verschiedenen Systemen kommunizieren kann. Offene Systeme sind demnach zum Beispiel solche, die über ein öffentliches Netz kommunizieren können.

Über dieses einschränkende Ziel hinaus ist das ISO-Referenzmodell ein allgemein gültiger Bezugspunkt geworden, wenn man über Netze spricht. Insbesondere kann man die Leistung von Hard-, Soft- und Firmware an den Schichten des ISO-Modells messen.

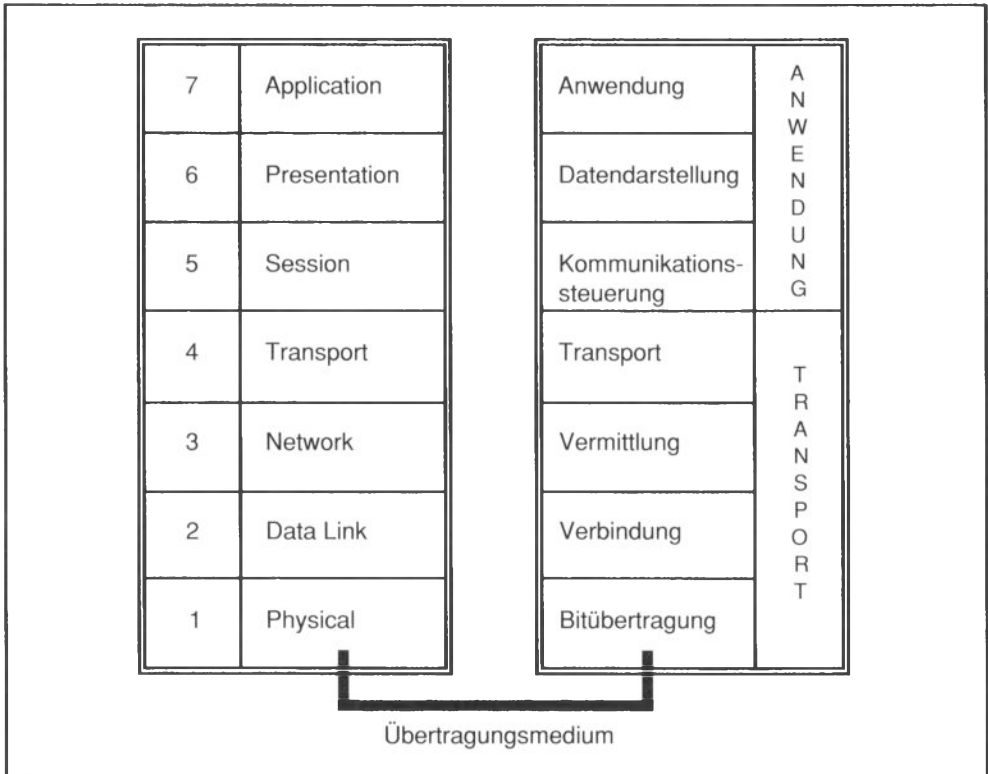
Die Schichtenbildung folgt folgenden Prinzipien:

- Eine Schicht sollte dann definiert werden, wenn ein neues Abstraktionsniveau gebraucht wird.
- Jede Schicht sollte eine wohldefinierte Funktionalität aufweisen.
- Jede Schicht sollte im Hinblick auf die Definition internationaler Standards für Protokolle gewählt werden.
- Die Schichtgrenzen sollten im Hinblick auf die Definition internationaler Standards für Protokolle gewählt werden.
- Die Schichtgrenzen sollten im Hinblick auf minimalen Informationsfluß über die Interfaces erfolgen.
- Die Anzahl der Schichten sollte so groß wie nötig und so klein wie möglich sein.

Das ISO-Referenzmodell definiert insgesamt sieben Schichten, die wir jetzt der Reihe nach besprechen wollen.

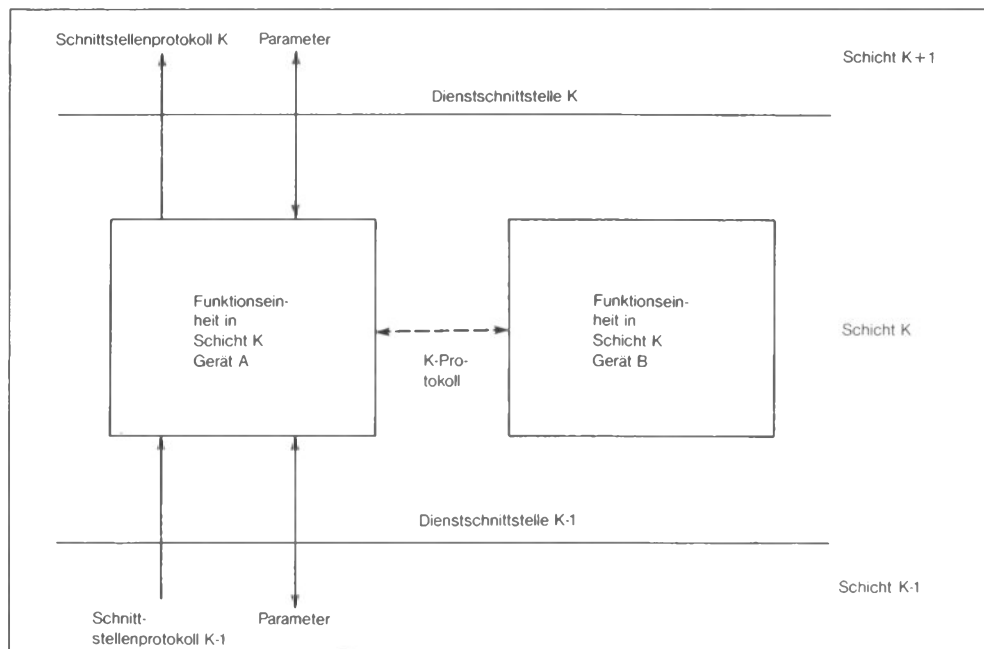
In Bild 2.2 sind die englischen Schichtnamen den deutschen gegenübergestellt.

Um den globalen Charakter zu bewahren, wird im ISO-Modell anstelle von Stationen, Hosts oder IMPs immer von Einheiten gesprochen. Eine Einheit ist ein technisches Gebilde, welches in der Lage ist, die Schichten und Protokolle zu realisieren.



**Bild 2.2:** Das ISO-Referenzmodell.

Die Bitübertragungsschicht legt die elektrischen, mechanischen, funktionalen und prozeduralen Parameter und Hilfsmittel für die physikalische Verbindung einer Einheit fest. Als Funktion steht die Aufrechterhaltung der physikalischen Verbindung im Vordergrund. Es muß die Übertragung eines »rohen« Bitstroms gewährleistet werden können. Es werden Repräsentationen für die Nullen und Einsen festgelegt, welches Pin wofür benutzt wird und so fort. Als Fehlerfall kann im wesentlichen nur der Ausfall des Übertragungsmediums festgestellt werden. Bei LANs beschreibt diese Ebene die Qualitäten des Hochleistungskommunikationsmediums. Als Beispiel für eine Spezifikation, die den Rahmen der Bitübertragungsschicht ausfüllt, möchte ich die bekannte V.24-Schnittstelle anführen.



**Bild 2.3:** Funktionseinheiten und Schnittstellen bezüglich einer Schicht.

Die Sicherungsschicht sorgt für eine zuverlässige, funktionierende Verbindung zwischen Netzanschlüssen. Sie benutzt dazu den rohen Bitstrom und bringt »Form« hinein. Es werden Rahmen für den Datentransport gebildet. Jeder Rahmen enthält zunächst die Nachricht selbst, Sender und Empfänger, üblicherweise darüber hinaus noch Kontrollinformationen. Das Protokoll dieser Schicht sollte vorsehen, daß der Empfänger für ein richtig empfangenes Paket eine Empfangsbestätigung oder Acknowledgement schickt. Sollte ein Paket verlorengegangen sein, so kann dies festgestellt werden. Oft faßt man Pakete zu einer größeren Folge zusammen, ehe man ein Acknowledgement erwartet. Schwierigkeiten ergeben sich dann, wenn die Pakete durcheinandergeraten oder ein Paket aus der Folge verlorenggeht. Die Sicherungsschicht sollte in der Lage sein, auf solche Ereignisse angemessen zu reagieren. Beispiele für Protokolle dieser Ebene sind HDLC (High Level Data Link Control) oder SDLC in IBMs SNA, IBMs hauseigener Systems Network Architecture, böswillig auch als »So und Nicht Anders« bezeichnet.

Die Vermittlungsschicht befaßt sich mit den Problemen des Kommunikationssubsystems, also dem Verkehr zwischen IMPs. Sie hat dafür zu sorgen, daß bei Netzen, in denen von Quelle zu Ziel mehrere Teilstrecken zurückzulegen sind, sogenannten Teilstreckennetzen, die Wegwahl problemlos vonstatten geht. Wege dürfen nicht überlastet sein, man versucht, den kürzesten oder den billigsten Weg zu finden usw. Alle diese Verfahren werden unter dem Sammelbegriff »Routing« zusammengefaßt. Flußkontrolle innerhalb des Netzes ist eine weitere wesentliche Aufgabe, denn bei Teilstreckennetzen werden die Nachrichten am Ende einer Teilstrecke zwischengespeichert, und erst wenn eine Nachricht ganz empfangen wurde, darf sie auf die nächste Teilstrecke. Man muß, da

die Zwischenspeicher nicht unendlich sind, dafür Sorge tragen, daß kein Speicher überläuft, denn dann würden Nachrichten verlorengehen.

Bei Netzen, bei denen die Nachrichten immer direkt von der Quelle zum Ziel gesendet werden, den Diffusionsnetzen, zu denen die LANs meistens gehören, treten diese Probleme nicht oder nur zu einem sehr geringen Maße auf. Bei diesen gewinnt die Vermittlungsschicht also erst dann an Bedeutung, wenn mehrere Netze miteinander verbunden werden. Diese Verbindung geschieht über sogenannte Gateways. Wenn dann Stationen in verschiedenen Teilnetzen kommunizieren möchten, liegt eine den Teilstreckennetzen analoge Situation vor. Die Transportschicht hat die Aufgabe, der nächsthöheren Schicht einen zuverlässigen Transport-Service anzubieten, der von seiner Qualität her so ist, daß er alle Einzelheiten des Datentransportes der höheren Ebene gegenüber abschirmt. Die Schicht richtet dazu oft einen oder mehrere virtuelle Kanäle ein, die sie managt. Dazu benutzt sie die Dienste der unteren Ebenen. Die Schicht führt Fehlerkontrollen auf einer höheren Ebene durch. Sie zerlegt, wenn nötig, Nachrichten in kleinere Einzelpakete und schickt diese auf die Reise durch den Kanal. Sie reagiert auf Wiederholungsanforderungen fremder Stationen im Falle des Verlustes oder der Verfälschung von Paketen. Sie sortiert erneut durcheinandergekommene Paketfolgen und setzt nach Fehlern selbständig wieder auf. Mit dieser Schicht ist der transportorientierte Teil der Kommunikation beendet. Bei Transportschicht-(Ebene-4-)Protokollen spricht man daher auch von Ende-zu-Ende-Protokollen. Für die Weiterleitung von Nachrichten über einen IMP als Zwischenstation ist diese Schicht die höchste, die erforderlich ist. Meist kommt man aber sogar schon mit der Vermittlungsschicht aus.

Die Kommunikationssteuerungsschicht ist das eigentliche Interface des Netzes zu den Prozessen, die die Kommunikation benutzen. Eine Sitzung zwischen räumlich voneinander entfernten Arbeitseinheiten der Kommunikationssteuerungsschicht kann zum Beispiel dazu benutzt werden, sich in ein fremdes System einzuloggen oder den Dateitransport zwischen fremden Systemen zu etablieren. Die Schicht bietet folgende Dienste an: Auf- und Abbau einer Sitzung, Überwachung der Betriebsparameter während einer Sitzung, Datenflußsteuerung, Dialogkontrolle. Die Schicht selbst arbeitet sehr eng mit dem Host-Betriebssystem zusammen. Die Kommunikationssteuerungsschicht ist auch in der Lage, bei unzuverlässigen Transportverbindungen die Zuverlässigkeit des Services zu gewährleisten, wenn die Transportschicht hierzu nicht in der Lage ist. Später werden wir Beispiele für Sitzungsprotokolle kennenlernen. In realen Netzwerksystemarchitekturen werden die letzten zwei Ebenen oft zusammengefaßt, obwohl dadurch leider die Trennung zwischen transportorientierten und anwendungsorientierten Protokollen und Services wegfällt.

Die Datendarstellungsschicht interpretiert und konvertiert Daten für die nächste, die Anwendungsschicht. Es werden Codes und Formate umgesetzt, des weiteren können Endgeräte angepaßt werden, wie zum Beispiel virtuelle Terminals. Die Schicht gewinnt eine besondere Bedeutung im Zusammenhang mit dem Schutz von Daten vor dem Zugriff durch unberechtigte Benutzer. Gerade bei offenen Systemen kommt diesem Punkt eine besondere Bedeutung zu. Verfahren mit Codierung oder Verfahren mit öffentlichen Schlüsseln können hier implementiert werden. Doch auch darüber später mehr. Die Anwendungsschicht ist schließlich die oberste. Als Mindestleistung muß sie die Verbindungsanforderung mit Parametern für die Zielstation, für die ausgehende Kom-

munikation und die Verbindungsanzeige mit den Parametern des Absenders für die eingehende Kommunikation erbringen.

## 2.3 Aufgaben der einzelnen Schichten

Dem durchschnittlichen PC-Benutzer wird in den nächsten Jahren üblicherweise seltener eine ISO-OSI-konforme Implementierung eines Kommunikationssystems vorliegen. Der Trend dorthin ist jedoch ungebrochen. Die einzige architekturelle Alternative mit langfristigem Bestand wird IBMs SNA sein.

Für den Interessenten ist es an dieser Stelle vor allem von Bedeutung, die Kommunikationsaufgabe »von der Anwendung zum Draht« in sinnfällige kleine Stücke zu zerlegen, die zu übersichtlichen Lösungen führen. Der Autor hat sich zur Anlehnung an das ISO-Referenzmodell entschieden, da dieses Modell die augenfälligste Systematik aufweist.

Die Aufgabenstellungen und der Weg zur Lösung sind ohnehin in allen Fällen ziemlich ähnlich, so daß man auch andere architekturelle Ansätze gut versteht, wenn man sich am ISO-Modell orientiert hat.

Dieser Abschnitt hat die Absicht, einen Überblick über die Probleme und Lösungsmöglichkeiten zu geben, die auf dem Weg zwischen zwei Anwendungen auftreten können, ohne jedoch in Details zu verfallen. In den folgenden Kapiteln werden diese Einzelheiten für den hier interessierenden Zusammenhang nachgetragen.

### Application Layer (Anwendungsschicht)

Die Protokolle in der Anwendungsschicht existieren, um die Kommunikation zwischen Anwendungsprozessen in Verbindung mit den Verwaltungsfunktionen, die die Anwendungsprozesse unterstützen, durchzuführen. Es wird an dieser Stelle deutlich, daß viele Arbeitseinheiten der Schicht sieben eine Erweiterung üblicher Betriebssystemfunktionen an die Erfordernisse einer Netzumgebung sind.

Anwendungen, die wichtig für Netzumgebungen sind, sind »verteilt«, d.h., daß die Anwendungsprozesse kommunizieren müssen, um die Aufgaben der Anwendungen durchzuführen. An diese Kommunikation kann man weitere Anforderungen stellen, die sich unmittelbar oder mittelbar aus der Anwendung selbst ergeben und Zuverlässigkeit, Reaktionsfähigkeit und Erweiterbarkeit des Systems betreffen.

Für PC-LANs ist die Anwendungsschicht diejenige, die die Ausführung der Anwendungsprogramme in der Netzumgebung unterstützt. Im Idealfalle stellt sie dazu anwendungsnahe Grunddienste zur Verfügung. Das sind Software-Dienste, die ein Anwendungsprogramm aufrufen kann, um sich das Leben in der Netzumgebung zu erleichtern.

Anwendungsnahe Grunddienste sind

- *File Transfer* für die Übertragung von Dateien oder Datensätzen mit nur wenigen Bestimmungen für Form und Inhalt von einer definierten Quelle zu einem definierten Ziel. Quelle und Ziel sollten dabei logische Namen haben und, wenn möglich, unabhängig vom Ort der aktuellen Implementierung sein. Dies ist z.B. dann nützlich, wenn

man erreichen möchte, daß ein Benutzer des Netzwerksystems sich an einen beliebigen Arbeitsplatz setzen und unter Angabe seines Namens und eines Paßwortes oder sonstigen Schlüssels seine Arbeitsumgebung aufrufen kann.

- *Elektronische Post* oder *Message Handling Systeme* für die Übertragung von Briefen oder Dokumenten mit straffer Form von einer definierten Quelle zu einem definierten Ziel, wobei sich die Randbedingungen wie vorstehend ergeben.
- *Virtual Terminal Systeme* oder zumindestens *Terminal-Emulatoren* für die Benutzung eventuell aus dem Netz erreichbarer größerer Rechner. Der allgemeine Ansatz eines virtuellen Terminals als völlig rechnerneutrales Instrument ist in der Vergangenheit zugunsten der heute am weitesten verbreiteten Terminalfamilien 327X und VT XYZ zurückgetreten.
- *Distributed Transaction Processing* erlaubt das Zusammenwirken von zwei Prozessen auf verschiedenen Rechnern. Dies ist ein logisch sehr hochstehendes Konzept und kann besser im Zusammenhang mit Unix oder OS/2 als im Zusammenhang mit DOS-PCs realisiert werden, da die beiden erstgenannten Betriebssysteme Grundmechanismen besitzen, die ein derartiges Konzept günstig unterstützen.
- *Job Transfer* dient dazu, einen Job an einen anderen Rechner loszuwerden und sich von diesem die Ergebnisse zukommen zu lassen. In einer reinen PC-Umgebung hat dies nur in selteneren Fällen einen Sinn.
- *Remote Database Access* erklärt sich schon mit seinem Namen. Der Autor sieht hier für die Zukunft jedoch keine international standardisierten Lösungen, sondern eher Herstellerkonzepte.

Man muß der Anwendungsschicht schon bescheiden, recht umfangreich werden zu können, und, um es einfach auszudrücken, ein normaler DOS-PC ist nicht in der Lage, diesen ganzen Kanon von Möglichkeiten gleichzeitig zu unterstützen, sondern höchstens eine oder zwei.

Heutige netzwerkfähige Anwendungsprogramme setzen in den allerwenigsten Fällen auf derart ausgeprägte, anwendungsnahe Grunddienste. Wir werden in späteren Kapiteln sehen, was denn heutige Softwarepakete, die DOS-PCs in einer Netzumgebung arbeitsfähig machen, von den ganzen oben angesprochenen Möglichkeiten wirklich realisieren. Um es vorwegzunehmen, es ist erstaunlich viel, wenn auch die jeweiligen Dienste in einer Form angeboten werden, die zuweilen stark von der Vorstellung eines anwendungsnahen Grunddienstes abweicht.

Wie schon in einem früheren Abschnitt bemerkt, muß man bei PCs oft einen Kompromiß aus Zielvorstellung und realen Möglichkeiten beschreiten.

Für den Anwender tritt die logische Netzumgebung in vielen Fällen überhaupt nicht in Erscheinung, da die eigentliche Anwendung dies verdeckt. Für die heutige Anwendergeneration ist dies auch sicher die geeignetste Lösung.

Weitere Anforderungen an die Anwendungsschicht ergeben sich im Hinblick auf Datenschutz, Datensicherheit und Netzwerkmanagement.

Das Netzwerkmanagement ist dafür verantwortlich, daß im Netz nichts schiefgeht, und wenn doch etwas klemmt, sollte es bei der Fehlersuche behilflich sein. Diese Funktionen sind schon bei kleinsten Konfigurationen nützlich und hilfreich.

Eine weitere, ganz wesentliche Funktion des Managements ist die Benutzerkonfigurierung. Dabei wird nicht, wie man annehmen könnte, das Aussehen der Benutzer verändert, sondern für jeden Benutzer festgelegt, mit welchen Objekten (Daten, Programmen) er arbeiten darf und gegebenenfalls in welchem Umfang. Dieses Benutzer-Environment wird dann dem Benutzer zur Verfügung gestellt, sobald er sich als Benutzer zu erkennen gibt. Modernen Systemen ist es dabei gleichgültig, an welcher Maschine der Benutzer sitzt, solange dieses Gerät bestimmte Mindestanforderungen erfüllt (wird z.B. im Environment die Benutzung eines Farbschirms nach einem bestimmten Standard zwingend vorgeschrieben, und der Benutzer setzt sich an ein Gerät mit Monochrom-Bildschirm, muß ihm die Eröffnung seines Environments verwehrt bleiben und ein Hinweis auf die technischen Notwendigkeiten ergehen).

Wächst die Konfiguration, so ist recht bald Konfigurationsunterstützung notwendig, da ein einzelner Netzplaner oder Administrator in vielen Fällen gar nicht mehr überblicken kann, welche Konsequenzen bestimmte Änderungen im Netz auf andere Komponenten haben könnten.

Haben die Netze eine bestimmte Größe erreicht, so ist die prophylaktische Problembestimmung von höchster Bedeutung: Engpässe sollen erkannt werden, bevor sie sich negativ bemerkbar machen können.

Schließlich dient das Netzwerkmanagement der Verbesserung der Gesamtorganisation.

Abschließend sei zu der Anwendungsschicht bemerkt, daß das Zusammenwirken von PCs im Rahmen eines Client-Server-Konzeptes im Grunde genommen oft recht unkompliziert ist, so daß man nicht den ganzen Kanon von Möglichkeiten implementieren muß, sondern sich wesentlich kürzer fassen kann. Das ISO-OSI-Konzept geht immer vom ungünstigsten Fall, nämlich von grundverschiedenen Maschinen, die kommunizieren können sollen, aus.

In der Vergangenheit wurde bei PC-LANs leider oft »gestrickt«, ohne ein Konzept zu haben. Das ISO-OSI-Referenzmodell ist vielleicht wirklich an verschiedenen Stellen zu umfangreich und zu ausführlich, es ist aber ein äußerst sauber durchdachtes Konzept. Wenn man im Rahmen konkreter Realisierungen Abstriche machen kann, so vereinfacht das die Sachlage oft erheblich.

Bei »gestrickten« Lösungen kommt das dicke Ende oft dann, wenn man aus der reinen PC-Umgebung auch noch auf einen Host heraus möchte, was ja, wie wir im vergangenen Kapitel gesehen haben, sehr zweckmäßig sein kann. Hat man nämlich bis dato ohne Konzept gearbeitet, wird sich die Kommunikationsarchitektur des Hosts böse rächen.

Die Entwicklung von OS/2 ist ein gutes Beispiel für die Akzeptanz einer Systematik: Es werden im Rahmen des Betriebssystems Mechanismen für die Kommunikation auch nach außen und zu Großrechnern bereitgestellt, auf die sich die Anwendungen beziehen können.

### **Presentation-Layer (Datendarstellungsschicht)**

Die Aufgabe dieser Schicht ist die Bereitstellung von Services für die Anwendungsschicht zur Interpretation der ausgetauschten Daten.

Sie stellt ein Repertoire von Standarddarstellungen und Interpretationen für diese bereit, so daß kommunizierende Anwendungsprozesse ihre Daten zunächst in ein zu vereinbarendes Standardformat transformieren, sie dann übertragen und schließlich rücktransformie-

ren; dies ist natürlich nur dann sinnvoll, wenn man sich vorher über die Syntax und Semantik einigen konnte.

Die Standarddarstellung wird auch als *Presentation-Image* bezeichnet. Die Presentation-Image-Definition liefert die Informationen, die die Datenstruktur und die Kommandos für ihre Manipulation beschreiben.

Die für die Anwendungsebene bereitgestellten Services erlauben die Kommunikation von Anwendungsprozessen in einer heterogenen offenen Systemumgebung ohne unannehmbare Kosten für die Interfaces und Transformationen zu erzeugen. Anwendungen können weiterhin auch in der offenen Umgebung mit den für sie optimierten Datendarstellungsformaten operieren.

Von der Kommunikationssteuerungsschicht verlangt die Schicht 6 Aufbau, Durchführung, Wartung und Terminierung einer logischen Verbindung auf dieser Schicht (»Session«). Während des Session-Aufbaus wird eine Protokoll-Initialisierung zwischen zwei Presentation-Arbeitseinheiten ausgeführt.

Die Diskussion um die Gestaltung der Schichten 6 und 7 des ISO-Referenzmodells ist noch lange nicht abgeschlossen. Insbesondere ist die Schnittstelle zwischen den beiden Schichten problematisch:

Ein Benutzer kann einen Anwendungsservice aufrufen, über dessen funktionale Struktur er eine Vorstellung hat. Dieser Anwendungsservice impliziert unmittelbar eine Darstellungsstruktur der Daten. Anwendungsservice und Darstellungsstruktur hängen also eng zusammen. Bei einer Implementierung wird man oft so vorgehen, daß man beide relativ eng koppelt. Die Schichtenstruktur bleibt hierbei prinzipiell erhalten, die Schnittstelle ist jedoch nicht so ausgeprägt wie bei den anderen Schichtenübergängen.

Konkrete Standards für die Darstellungsschicht sind noch sehr jung und haben sich in der PC-LAN-Entwicklung kaum niedergeschlagen.

### **Session-Layer (Kommunikationssteuerungsschicht)**

Die Aufgabe dieser Schicht ist die Unterstützung der Wechselbeziehungen zwischen kooperierenden Anwendungsarbeitseinheiten (Anwendungsprozessen). Die Services zerfallen in zwei Gruppen:

- Bindungsservices für zwei Anwendungsarbeitseinheiten inklusive Starten der Session-Verwaltungsservices.
- Session-Daten-Transfer-Kontrollservices für die Kontrolle des Datenaustausches und die Synchronisation.

Bei der Session-Gründung (Verbindungsaufbau) werden dem Benutzer die Mittel zum Aufbau einer Session zwischen zwei Anwendungsarbeitseinheiten bereitgestellt. Während der Datentransferphase gibt es die Möglichkeit des Auftretens von Fehlern. Im Falle von durch diese oder eine weiter unten gelagerte Schicht erkenn- und korrigierbaren Fehlern kann eine Verbindung nach Behebung dieser Fehler weiterbetrieben werden, wobei die Verbindungsaufnahmephase nicht nochmals durchlaufen werden muß.

Von der Transportschicht verlangt die Kommunikationssteuerungsschicht die Möglichkeit, Transportverbindungen zu beginnen, durchzuführen und aufzulösen. Der normale Datenfluß muß richtig und fehlerfrei ablaufen. Im Falle des Auftretens von durch die



Transportschicht nicht mehr korrigierbaren Fehlern muß die Kommunikationssteuerschicht informiert werden.

Die Kommunikationssteuerschicht hat einen weiten Bereich von Möglichkeiten für die Auswahl von Funktionen und die Festlegung der Qualität des Services. Wie bereits erwähnt, ist es nicht wünschenswert, für alle Anwendungen eine gleiche Mächtigkeit des Funktionsangebots zu implementieren. In der ISO-Empfehlung 8326 gibt es daher funktionale Einheiten und Subsets aus diesen. Bei einer Implementierung kann man sich an diesen Subsets orientieren.

Im Rahmen eines PC-LANs muß bei dieser Schicht vor allem auf ein möglichst reibungsloses und overhead-armes Zusammenspiel zwischen den Anwendungsprozessen, oder, in Multiprozesssystemen, den die Anwendungsprozesse repräsentierenden Elementarprozessen, geachtet werden.

Die Mechanismen für das Zusammenspiel der Prozesse müssen einfach und durchschaubar sein. Ist dies nicht der Fall, besteht die Gefahr, daß Anwendungsprogramme nicht optimal auf die Netzumgebung angepaßt werden können.

### **Transport-Layer (Transportschicht)**

Aufgabe dieser Schicht ist die Bereitstellung eines universellen Transportservices für die nächsthöhere Schicht unter optimaler Nutzung und Verwaltung der Hilfsmittel der nächstunteren Schichten. Die Transportschicht befreit ihre Benutzer (das sind im allgemeinen Arbeitseinheiten der Kommunikationssteuerungsschicht) von der Notwendigkeit der Bestimmung optimaler Wege, der Flußkontrolle, der Überlastkontrolle, der Fehlerkontrolle auf niederem Niveau usw.

Alle Protokolle, die auf dieser Schicht definiert werden, haben End-to-End-Charakter, da sie die Bindeglieder zwischen dem Nachrichtentransportsystem und den Benutzern dieses Systems sind. Protokolle der untergeordneten Schichten können Vereinbarungen zwischen Knoten sein, die bei der Nachrichtenübertragung zwischen Quelle und Senke auf dem Weg liegen. Die Protokolle der Schichten 4 bis 7 arbeiten grundsätzlich in den betroffenen Endsystemen.

In einem einzelnen LAN ist dies völlig unproblematisch. Man stelle sich aber vor, daß zwei LANs durch ein X.25-WAN (Postnetz DATEX-P) miteinander verbunden sind. Dann müssen bezüglich der Nachrichtentechnik das LAN und das Anschlußkästchen zum Postnetz, der eine Postnetzanschluß mit dem anderen Postnetzanschluß sowie das entfernte Anschlußkästchen zum Postnetz und sein LAN zusammenwirken, also mindestens drei sichtbare Teilstrecken, unbenommen davon, was innerhalb des Postnetzes passiert. Für die Anwendungen sind aber nur die lokale Station am lokalen LAN und die entfernte Station am entfernten LAN interessant. Also muß es irgendwo im Rahmen der Konstruktion eine Schnittstelle geben, wo der Übergang zwischen den netzspezifischen Eigenheiten und den anwendungsspezifischen Protokollen realisiert wird. Und gerade das ist die Transportschicht.

Eine Transportverbindung wird durch ihren Benutzer als Transportverbindungsendpunkt gesehen. Zwischen dem gleichen Paar von Transportadressen können mehrere Transportverbindungen eröffnet werden. Um die Transportverbindungsendpunkte zu unterscheiden werden Transportverbindungsendpunkt-Identifizier bereitgestellt.

Die Qualität des Services, der auf einer Transportverbindung bereitgestellt wird, wird durch die Service-Benutzer ausgewählt und während der Lebenszeit einer Verbindung aufrechterhalten.

Die Transport-Service-Dateneinheiten werden durch die Transportschichtarbeitseinheiten und die Hilfsmittel der unteren Schichten von einem Ende der Transportverbindung zum anderen übermittelt.

Nachrichteneinheiten müssen in der gleichen Reihenfolge am Bestimmungsort abgeliefert werden, wie sie am Quell-Punkt übernommen wurden. Eine Fragmentierung im Rahmen der Nachrichtenübertragung muß am Ziel wieder durch eine folgerichtige Konkatenierung ausgeglichen werden.

Von der Vermittlungsschicht erwartet die Transportebene primär die Zusammenstellung eines optimalen Weges durch das Netzwerk. Die Optimalität richtet sich dabei an verschiedenen Kriterien aus, die durch das Netzwerk und durch die Art und Struktur seiner Leitungen und Verbindungen gegeben sind.

### **Network-Layer (Vermittlungsschicht)**

Die Aufgabe der Vermittlungsschicht ist die Bereitstellung funktionaler und prozeduraler Mittel für den Austausch von Netzwerk-Service-Dateneinheiten zwischen zwei Transportarbeitseinheiten über eine Netzwerkverbindung. Sie macht die Transportschicht unabhängig von Wegbestimmungs- und Durchschaltfunktionen (Routing).

Von der Sicherungsschicht erwartet die Vermittlungsschicht die Bereitstellung von logischen Duplex-Verbindungen zwischen zwei oder mehr Netzwerk-Arbeitseinheiten. Die Daten-Links der Schicht zwei werden durch die Netzwerkarbeitseinheiten gegründet und aufgelöst.

Die Hauptfunktionen innerhalb der Ebene sind Routing, Fehlererkennung und Wiederaufsetzen nach Fehlern.

Die Vermittlungsschicht besitzt sozusagen die Landkarte des Netzes oder eines gewissen Teils, wenn das Netz sehr groß ist. Sie hilft dabei, Partner, die nur über logische Adressen spezifiziert werden, auf- und wiederzufinden.

Bei PC-LANs ist sie oft leer, da es nur einen Weg zwischen den Partnern gibt. Die Wegfindung in andere Netze übernimmt meistens ein Kommunikations-Server, an den sich die Client PCs vertrauensvoll wenden können.

### **Link-Layer (Sicherungsschicht)**

Die Sicherungsschicht stellt funktionale und prozedurale Hilfsmittel bereit, um eine Datenverbindung zwischen zwei oder mehr Netzwerkarbeitseinheiten zu gründen, aufrechtzuerhalten und aufzulösen. Eine Datenverbindung besteht aus einem oder mehreren realen oder virtuellen Datenschaltkreisen.

Die Sicherungsschicht abstrahiert in erster Stufe von den Gegebenheiten der rein physikalischen Bitstromübertragungsressource der Schicht 1. Sie verwaltet logische Beziehungen zwischen Verbindungsendpunkten, an die die Arbeitseinheiten der Netzwerkschicht gebunden werden.

Die Sicherungsschicht kann je nach Netzwerktyp sehr unterschiedlich ausgeprägt sein. In den meisten Fällen übernimmt sie aber eine Sicherungsfunktion für die Datenübertra-

gung, indem sie Daten in Form von Paketen überträgt, in denen elementare fehlererkennende und -korrigierende Codierungen enthalten sind.

Von der Bitübertragungsschicht erwartet sie die Möglichkeit der Übertragung eines Bitstroms zwischen Verbindungsschichtarbeitseinheiten.

Bei LANs fällt in den allermeisten Fällen noch die Notwendigkeit an, den Zugriff von vielen Stationen auf ein gemeinschaftlich wechselseitig ausgeschlossen benutzbares Kommunikationsmedium zu regeln. Dies werden wir später noch genau zu besprechen haben. Diese Regelung ist ebenfalls Aufgabe der Sicherungsschicht.

### **Physical-Layer (Bitübertragungsschicht)**

Die Aufgabe dieser Schicht ist die Bereitstellung funktionaler, prozeduraler, mechanischer und elektrischer sowie elektronischer Hilfsmittel für die Gründung, Aufrechterhaltung und Terminierung von Datenschaltkreisen realer oder virtueller Art zwischen Datenendeinrichtungen, Datenübertragungseinrichtungen, Datenschaltaustauscheinrichtungen und Zwischen-Netzwerk-Datenschaltaustauscheinrichtungen.

Schlicht: es müssen Bits über Medien geschickt werden. Dazu muß man sie dem Medium anpassen, sie auf das Medium bringen und an einer passenden Stelle wieder vom Medium holen und für den PC lesbar machen.

Dabei können elementare Fehler auftauchen, die diese Schicht erkennen und beseitigen können sollte.

# KAPITEL

# 3

## Nachrichtentechnische Grundlagen der Rechnerkommunikation

### 3.1 Einführung

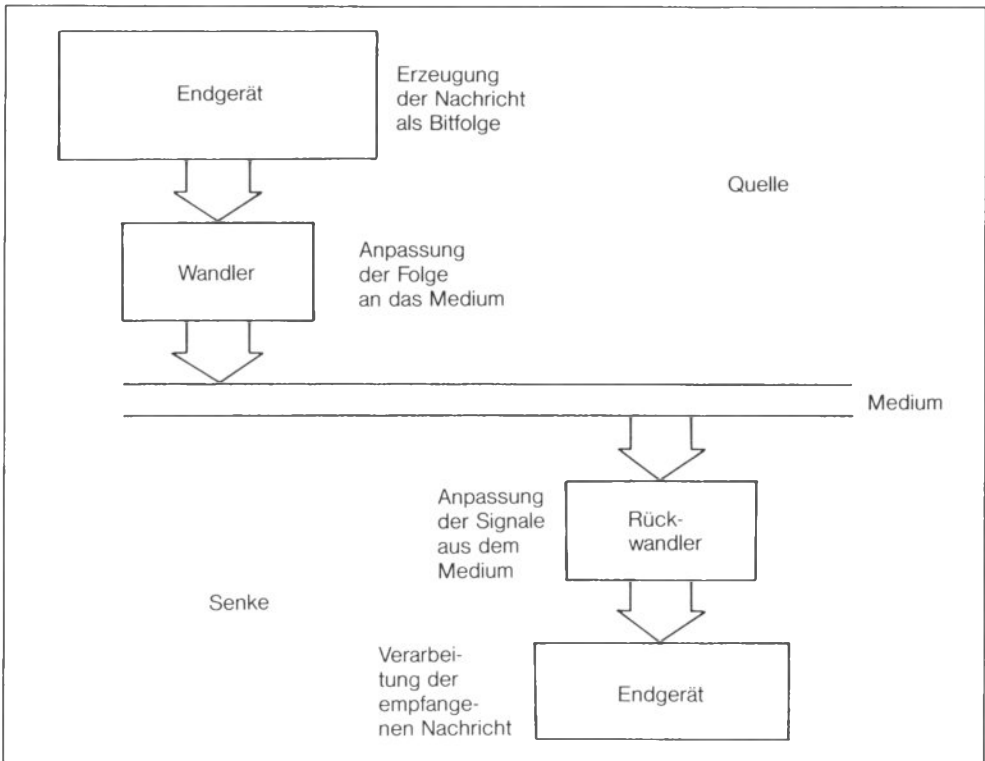
Im letzten Kapitel haben wir ein globales Architekturmodell für die Konstruktion von Netzen kennengelernt. In diesem Kapitel wollen wir uns in die Bitübertragungsschicht begeben und hier wiederum die Grundlagen der Rechnerkommunikation aus der Sicht der Nachrichtentechnik besprechen.

Für die Datenübertragung in Rechnernetzen stehen im wesentlichen die Medien zur Verfügung, die auch für die Übertragung von Wort und Bild benutzt werden können. Dies wird besonders deutlich, wenn man sich vor Augen hält, daß es möglich ist, letztere auch als binäre Daten zu übertragen. Wir wollen eine Folge von Bits, besser gesagt von Repräsentationen von Bits, übertragen. Diese Folge ist das Endprodukt aller Maßnahmen, die in den höheren Ebenen der Architektur getroffen worden sind, um eine solche Folge zu bilden. Insbesondere legen wir also Wert darauf, daß die Folge am Ende des Übertragungsweges nicht verfälscht eintrifft, sondern ihr Informationsgehalt erhalten bleibt. Dies können wir in zwei Ebenen tun: Erstens können wir durch eine geeignete Codierung dazu beitragen, daß eventuell auftretende Fehler auf dem Übertragungsweg erkannt und korrigiert werden können; dazu gibt es verschiedene Verfahren, die letztlich darauf hinauslaufen, »umgekippte« Bits zu erkennen. Man braucht auf jeden Fall neben den eigentlichen Datenbits noch Kontrollbits, die man einfügen muß, noch bevor die Nachrichten den technischen Übertragungsmedien zugeführt werden. Zweitens müssen wir dafür sorgen, daß die Folge nicht durch die Übertragungsgeräte selbst verfälscht wird. Dies kann man nur durch sorgfältige Konstruktion dieser Geräte erreichen.

Uns stehen für die Übertragung im wesentlichen die Medien Kabel verschiedener Ausprägung, Funkverbindungen sowie Lichtwellenleiter zur Verfügung. Alle diese Medien haben spezifische Eigenschaften. Unsere Folge wird zunächst einem Wandler zugeführt, der sie im Hinblick auf das zu benutzende Medium modifiziert, ohne allerdings ihren Informationsgehalt zu verändern.

**Beispiele:** Wollen wir eine Telefonleitung direkt benutzen, so müssen wir ein Postmodem verwenden, welches die elektrischen Eigenschaften unserer Folge so modifiziert, daß sie durch das Leitungsnetz laufen kann. Zu diesen Eigenschaften gehören nicht nur die Amplitude bzw. die Signallevel, sondern auch der zeitliche Abstand der Bits. Wollen wir eine Telefonleitung als akustisches Medium verwenden (Akustikkoppler), so verwandeln wir die Folge zu einer Folge akustischer Piepser, die ebenfalls den Spezifikationen des Telefonnetzes entspricht. Möchten wir hingegen über einen Lichtwellenleiter übertragen, so muß der Informationsgehalt der Bitfolge einem Lichtstrahl oder einer Folge von Lichtimpulsen aufgeprägt werden. Den Vorgang des Aufprägens einer sogenannten

primären Zeichenschwingung auf eine Trägerschwingung, die dem Medium, welches benutzt werden soll, besser angepaßt ist als die primäre Zeichenschwingung durch Veränderung eines oder mehrerer Signalparameter, nennt man Modulation. Unsere Folge wurde nun also selbst modifiziert und/oder einem Träger aufmoduliert. Sie wird nun dem Übertragungsmedium zugeführt.



**Bild 3.1:** Übertragungsmodell in einfachster Ausprägung.

Manchmal werden auch mehrere derart bearbeitete Folgen gebündelt und zusammen dem Medium zugeführt (Multiplex). Sie durchläuft das Medium und wird am Zielpunkt rückgewandelt. Der Rückwandler muß in der Lage sein, alle Modifikationen, die die Folge hat erleiden müssen, um über das Medium zu kommen, rückgängig zu machen. Je nach Erfordernissen wird die Folge als Ergebnis einer Demodulation und eventuell eines Demultiplexes erscheinen.

Die Wahl der Form von Wandler und Rückwandler ist im wesentlichen abhängig von der Kapazität des Mediums und der zeitlichen Dichte der Folge. Die Kapazität des Mediums wird primär angegeben durch seine Bandbreite. Diese gibt die maximale Schwingungsanzahl oder Frequenz vor, mit der ein Signal über dieses Medium sicher übertragen werden kann. Die Bandbreite ist nicht nur von der Art des Mediums abhängig, sondern auch von der Entfernung, über die übertragen werden kann. Für die Übertragung binärer Signale besteht ein einfacher Zusammenhang zwischen Dichte der Bitfolge (in

Bit/s) und Bandbreite: pro Hertz einer Übertragungsschwingung können höchstens zwei Bit Information übertragen werden. Im Normalfall begnügt man sich mit weniger, da der Aufwand für eine Wandlung, die diese Grenze erreicht, recht hoch ist.

**Beispiel:** Eine Telefonleitung hat eine Bandbreite von ca. 3000 Hz (3 kHz), wenn man sie akustisch betreibt. Theoretisch könnte es also Akustikkoppler geben, die 6000 Bit/s übertragen. Ein Koaxialkabel hoher Güte beschert uns eine Bandbreite von ca. 400 MHz. Wir könnten also auf ihm bis zu 800 Mbit/s übertragen.

Diese zwei Extreme zeigen uns, daß in einem Wandler auf jeden Fall Maßnahmen zur Zwischenspeicherung von Nachrichten getroffen werden müssen: Wenn wir über einen langsamen Akustikkoppler ausgeben, so werden wir uns nicht damit aufhalten wollen, zu warten, bis er endlich alles übertragen hat, sondern zur Steigerung der Effizienz dem Wandler etwas Ähnliches zuordnen wie einen Spooler einem langsamen Drucker. Im Falle des schnellen Koaxialkabels, das aufgrund seiner Leistungsfähigkeit sicherlich nicht nur für einzelne Verbindungen genutzt wird, werden wir eventuell anderen Benutzern nicht zumuten können, zu warten, bis unser PC die 800 Mbit/s schnelle Nachricht verdaut hat. Wir werden also dem Rückwandler einen Speicher nachschalten, der die Nachricht aufnimmt und sie langsam an das Endgerät weitergibt.

## 3.2 Medien zur Übertragung

Die wichtigsten Medien sind Niederfrequenzkabel, Hochfrequenzkabel und Lichtwellenleiter. Niederfrequenzkabel werden elektrisch symmetrisch ausgeführt. Man findet zwei oder mehr Adern. Ein wichtiges Maß für die Beurteilung einer Leitung ist die Dämpfung, das logarithmierte Verhältnis von Spannung bzw. Leistung am Anfang der Leitung zu Spannung bzw. Leistung am Ende der Leitung. NF-Kabel, wie zum Beispiel Telefonkabel, bilden leider einen Tiefpaß, das heißt, sie leiten Wechselströme niedriger Frequenz besser als solche hoher Frequenz. Bei sehr hohen Frequenzen (einige 10 MHz) überwiegt bei der Dämpfung jedoch der Skineffekt, der besagt, daß bei diesen Frequenzen der Strom fast nur noch in einer dünnen Schicht an der Leiteroberfläche fließt, während das Leiterinnere fast stromlos ist. Dies hat man sich bei der Konstruktion von Hochfrequenzkabeln zunutze gemacht: Beim Koaxialkabel sind zwei Leiter konzentrisch angeordnet. Der Innenleiter ist von hoher Güte und meistens noch mit einer Silberoberfläche versehen, weil dieses Material besonders gut leitet. Dann folgt ein isolierendes Dielektrikum, um das der hohle, meist flexible Außenleiter gelegt ist. Seine Leitfähigkeit entspricht bei hohen Frequenzen einem massiven Leiter gleichen Durchmessers. Durch diese Anordnung werden auch viele Verbesserungen im Hinblick auf Abschirmung etc. erreicht. Übertragung auf Lichtwellenleitern ist erst in letzter Zeit aktuell geworden. Ursprünglich ist man von dem Gedanken ausgegangen, über Licht noch höhere Frequenzen übertragen zu können als mit konventionellen Systemen. Dieser Aspekt ist für uns weniger interessant. Lwl arbeiten nach dem Prinzip der Totalreflexion. Sie bestehen aus einem Mantel und einem Kern verschiedener Brechungsindizes. Licht, welches in einem genügend flachen Winkel, dem Akzeptanzwinkel, in den Kern eingespeist wird, wird an der Kern-Mantel-Trennfläche total reflektiert und reist so entlang einer gedachten Achse im Lwl. Es macht auch nichts

aus, wenn man den Lwl sanft biegt. Aufgrund der winzigen Radien für Kern und Mantel kann man die meisten Lwl besser verlegen als Koaxialkabel. Je nachdem, ob das Licht in sehr flachem Winkel entlang der optischen Achse verläuft oder in eher starkem Zickzack, spricht man von Licht niedrigen bzw. hohen Modes. Es ist klar, daß das Licht im hohen Mode langsamer vorankommt als im niedrigen. Dadurch entstehen Signalverzerrungen. Diese versucht man durch andere Typen Lwl einzudämmen. Der Kern einer Monomodefaser ist zum Beispiel so dünn, daß nur noch Licht nahe der optischen Achse passieren kann.

Als Sender und Empfänger kommen Leuchtdioden und Fotowiderstände bzw. Laserdioden und Lawinendioden in Frage. Mit ersterem Paar erreicht man zu einem günstigen Preis Geschwindigkeiten bis etwa 10 Mbit/s.

Das letztere Paar läßt Geschwindigkeiten bis zu einigen Gbit/s zu. Es ist ein weitverbreitetes Vorurteil, daß Lwl-Übertragungsstrecken für die Verwendung im Zusammenhang mit PCs zu teuer seien. Der Preis hängt auch hier natürlich von den Anforderungen ab. Es sind jedoch Systeme bekannt, die mit einer ausgesprochenen Billigtechnologie sehr schöne Leistungen erzielen. Vorteile der Lwl-Technik:

- Unempfindlichkeit gegenüber elektrischen und magnetischen Störungen
- Vollständige elektrische Trennung von Sender und Empfänger
- Abhörsicherheit
- Leicht zu verlegendes Kabel
- Hohe Übertragungskapazität
- Verlustarmut

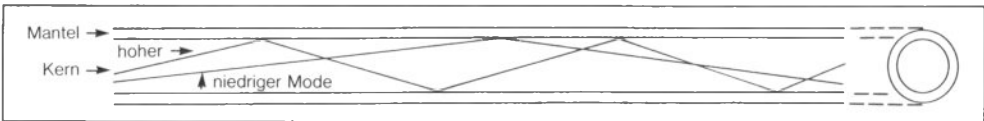
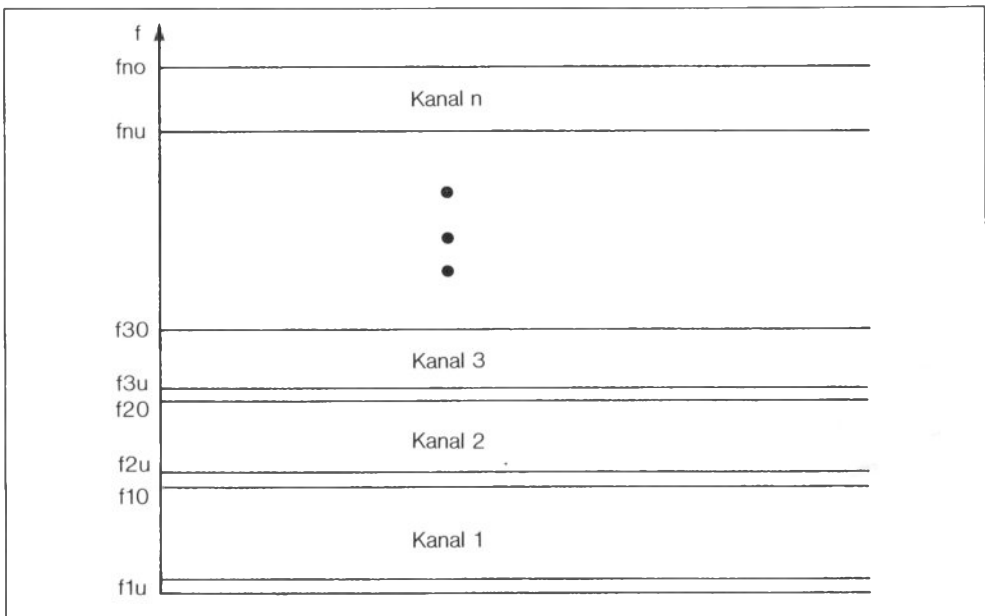


Bild 3.2: Der Lichtwellenleiter.

### 3.3 Übertragungsverfahren und Modulationstechniken

Im Zusammenhang mit Rechnerkommunikation tauchen immer wieder zwei Begriffe auf, die wir hier klären wollen: Basisbandübertragungssysteme und Breitbandübertragungssysteme. Bei ersteren reicht das Frequenzband der übertragenen Signale theoretisch bis zur Grenzfrequenz 0 Hz herab. Analoge Signale werden in ihrer ursprünglichen Form wiedergegeben, digitale Signale werden entweder in einem gleichstromfreien Leitungscode oder mit Hilfe der Umtastung übertragen. Ein Leitungscode ist eine bestimmte einfache Darstellung der binären Signale durch elektrische Potentiale. Bei der Umtastung wird eine Trägerfrequenz, zum Beispiel bei Übertragung einer Null einfach aus-, und bei Übertragung einer Eins eingeschaltet. Auf einem Basisbandmedium kann zu einer Zeit nur eine Nachricht übertragen werden. Zur besseren Ausnutzung des Übertragungsmediums

(zum Beispiel bei leistungsfähigen Medien wie Koaxialkabel) werden bei Breitbandübertragungssystemen die Signale durch Modulation so verändert, daß eine Übertragung mit Kanalmultiplex vorliegt, das heißt, die zur Verfügung stehende Bandbreite wird in disjunkte Teilbänder unterteilt, die jede eine obere und untere Grenzfrequenz hat. Ein Signal wird dann einem Träger so aufgeprägt, daß das Mischprodukt innerhalb der Grenzen des Teilbandes verbleibt. Die Frequenzen der unmodulierten Träger liegen üblicherweise etwa in der Mitte eines Teilbandes. Man kann so über jedes Band eine Information unabhängig von den Informationen der anderen Bänder übertragen. Das bekannteste Beispiel für ein solches Breitbandssystem ist das Radio mit dem Medium Luft. Jede Sendestation hat bestimmte Frequenzgrenzen einzuhalten. Wir suchen einen Sender dadurch heraus, daß wir eine Frequenz etwa in der Mitte seines Teilbandes am Empfänger einstellen. Ein anderes Beispiel und für die Kommunikation mit PCs wesentlich bedeutsamer ist das Kabelfernsehen. Man kann nämlich (siehe Anfang des Kapitels) auf einem Fernsehkanal, der üblicherweise etwa 6 MHz breit ist, durchaus eine Datenübertragung mit 10 Mbit/s etablieren. Für schnellere Übertragung muß man mehrere nebeneinanderliegende Kanäle zusammenfassen. In den USA hat diese Form der Rechnerkommunikation schon einen recht hohen Stellenwert, wie man auch an der dortigen Standardisierung sehen kann. Bei uns wird dies sicher noch etwas Zeit haben. Es gibt einen Streit der Gelehrten, welches System besser ist. Einfach gesagt sind die Basisbandsysteme, wenn nicht Zusatzmaßnahmen getroffen werden, mit Einbahnstraßen zu vergleichen, die Breitbandssysteme hingegen mit mehrspurigen Autobahnen.



**Bild 3.3:** Frequenzaufteilung beim Breitbandsystem.



Wenn wir uns hier auch nur sehr oberflächlich mit den interessanten nachrichtentechnischen Problemen auseinandersetzen, so sollen doch einige Ausführungen über die grundsätzlichen Modulationstechniken gemacht werden. Bei der Modulation wird das Nachrichtensignal einem sinus- oder impulsförmigen Träger aufgeprägt. Hierbei werden sowohl der zeitliche Verlauf des Signals als auch Lage und Dichte seiner spektralen Anteile verändert. Je nach Art des Parameters des Trägersignals, dem das Nachrichtensignal aufgeprägt wird, spricht man von:

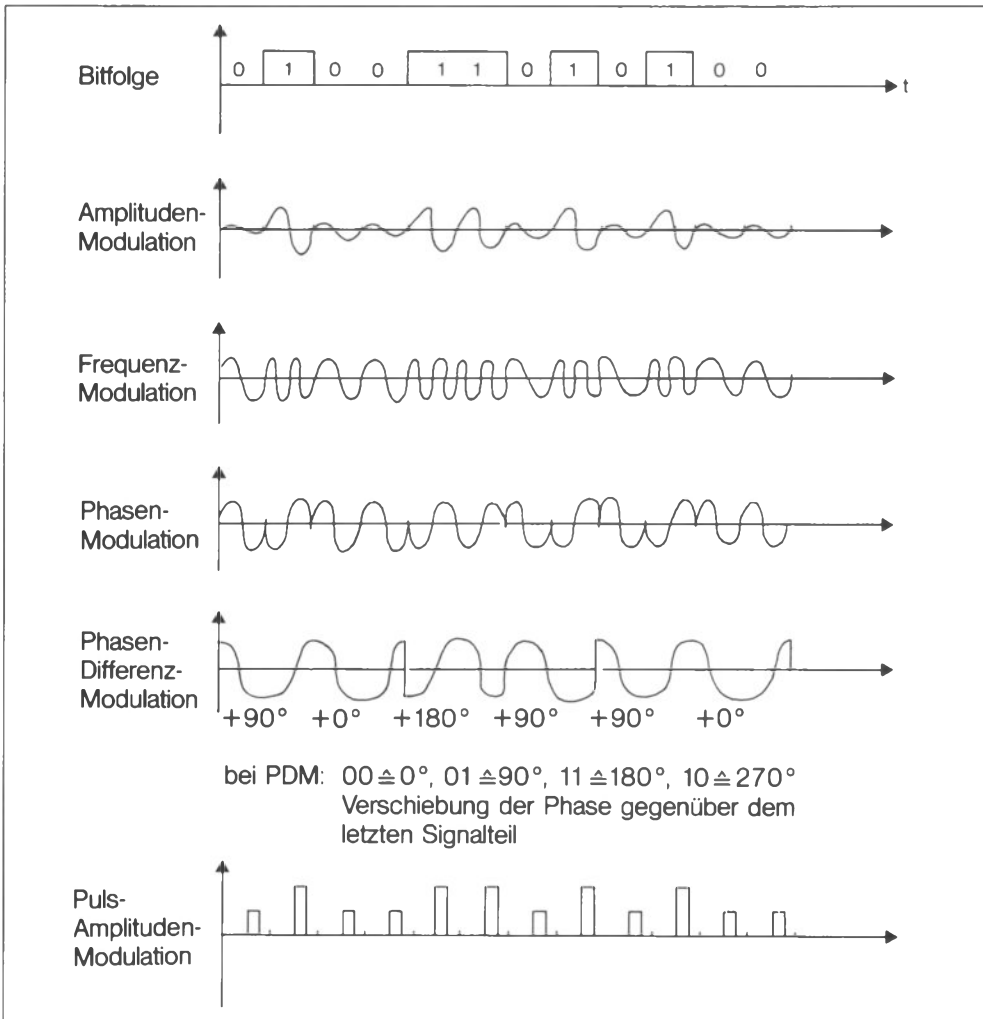


Bild 3.4: Modulationsarten.

**AM – Amplitudenmodulation:** Die Amplitude des Trägers wird gemäß dem Nachrichtensignal ausgelenkt. Es gibt verschiedene Arten der AM, von denen die bei Basisbandsystemen verwendete Umtastung die einfachste ist.

*FM – Frequenzmodulation:* Die Frequenz des Trägers wird gemäß dem Nachrichtensignal um einen Ruhewert herum ausgelenkt. Bei binären Nachrichten führt dies zu zwei wohlunterscheidbaren Frequenzen.

*PM – Phasenmodulation:* Die Phase des Trägers wird um einen Ruhepunkt, zumeist um den Nullphasenwinkel herum, ausgelenkt.

Der Unterschied zwischen den sinus- und pulsförmigen Trägern besteht im wesentlichen darin, daß bei geschickter Anordnung die Impulse mehrerer Nachrichtensignale auf einem Kanal geschachtelt werden können, was zu einer weiteren Verbesserung der Ausnutzung des Mediums beiträgt.

Die amerikanischen Bezeichnungen ASK, FSK und PSK (Amplitude, Frequency, Phase Shift Keying) werden gerne im Zusammenhang mit der Modulation durch binäre Nachrichtenquellen benutzt, da hier ja nur zwischen zwei Amplituden, Frequenzen oder Phasen hin- und her»geschoben« wird. Dies ist im übrigen eine große Verschwendung. Man kann nämlich auch mehrere Bits zu einer Gruppe zusammenfassen und so eine höherwertige Nachrichtenquelle schaffen. Das Beispiel in Bild 3.4 zeigt, wie mit je zwei Bit vier verschiedene Phasenverschiebungen, bezogen auf die vorangehende Phase, erzeugt werden (PDM). Man kann dies noch weitertreiben, indem man zum Beispiel durch vier Bit 16 Kombinationen zuläßt, die einen Träger sowohl in der Amplitude als auch in der Phase beeinflussen. Solche Verfahren nennt man Quadratur-Amplituden-Modulation (QAM).

Für den Aufwand bei Modulatoren und Demodulatoren gilt, daß AM und PM den geringsten, FM den nächsthöheren und PDM und QAM den höchsten erfordern.

# KAPITEL

# 4

## Lokale Netze – Basis für die Steigerung der Leistungsfähigkeit

In den vorangehenden Kapiteln haben wir Arten von Netzen, ein globales Systemmodell und die technischen Grundlagen für die Nachrichtenübertragung kennengelernt.

In den nächsten Kapiteln befassen wir uns mit den lokalen Netzen, LAN.

Wir gehen der Frage nach, ob LANs für PCs eine Relevanz haben und in welcher Richtung eine Leistungssteigerung zu erwarten ist. Sodann besprechen wir architekturelle Eigenheiten genereller Natur dieser Systeme.

### 4.1 Verbund von PCs mittels LAN

Der PC ist in der Lage, bei geeigneter Ausstattung in verschiedenen Teilbereichen die Leistung der Groß-DV in den Schatten zu stellen. Nicht immer können Großrechnerlösungen dem Anwenderanforderungsprofil genügen. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn die Arbeit stark auf den Arbeitsplatz des Einzelmitarbeiters orientiert ist und die Kosten einer Großrechnerlösung größer sind als die zu erwartende Produktivitätssteigerung.

Insbesondere im Bereich der Hardware- und Software-Ergonomie stellen PC-Lösungen ganz erhebliche Verbesserungen gegenüber den herkömmlichen Techniken dar. Außerdem ist es einfacher und billiger, auf dem PC verschiedene Lösungen auszuprobieren.

Die lokalen Netze sind ein ebenso revolutionäres Konzept, vervielfachen sie doch die Möglichkeiten von Rechensystemen erheblich. Durch die Verwendung eines Hochleistungskommunikationsmediums ermöglichen sie jeder angeschlossenen Komponente den Zugriff auf verteilte Ressourcen in äußerst rationeller Weise.

Im PC-Magazin wurden schon mehrfach Anwendungsberichte geschrieben, in denen die Kopplung von PCs mittels lokaler Netze vorgestellt wurde. Sind dies Ausnahmefälle? Sind LANs nur ein Privileg für Systeme, in denen Großrechenanlagen Hauptstützpunkte der Rechenperformance sind und Personalcomputer höchstens die Rolle intelligenter Terminals spielen dürfen?

Diese beiden Fragen können beruhigt verneint werden. Zur Begründung brauchen wir uns nur mehrere Entwicklungstendenzen vor Augen zu führen:

- Es gibt PCs, die in der geeigneten Zurüstung in die Leistungsklasse kleinerer oder mittlerer Mainframer vordringen. Die mit 80286 oder 80486 begonnene Entwicklung der prinzipiell Multiuser/Multitasking-»PCs« ist ein hervorragendes Beispiel hierfür.

- Die verwendeten Speichermedien waren von jeher ein Schwachpunkt der PCs. Mit der Einführung virtueller Adreßräume wie unter Xenix oder OS/2 und leistungsfähigen Hintergrundspeichern wird diese Schwachstelle wegfallen.
- Die lokalen Netze werden mit Sicherheit billiger. Während vor fünf Jahren ein Anschluß nicht unter sieben- bis zehntausend DM zu bekommen war, wird sich die Situation deutlich ändern. Schon jetzt sind erste Controller auf dem Markt, die einen Anschluß an ein Netz für weniger als zweihundert Mark realisieren.
- Durch fortschreitende Standardisierungstendenz wird die verwirrende Typenvielfalt der Netze eingeschränkt. Dadurch fallen viele Unsicherheitsfaktoren weg. Langfristig gilt dies sicherlich auch für die Software, und es ist anzunehmen, daß sich in diesem Bereich Standardprodukte durchsetzen.
- Die Anbindung von LAN-Konzepten an bestimmte PC-Favoriten führt zu einer Kostensenkung durch Vereinheitlichung.
- Es gibt Modelle für integrierte Gesamtlösungen, in denen nicht mehr ein Großrechner, sondern eine Reihe von PCs die nunmehr dezentralisierte Rechenperformance erbringt. Diese Modelle entstehen meist in einer Verallgemeinerung des Multiprocessingkonzepts oder im Bestreben nach Verlegung der Maschinenintelligenz an den Arbeitsplatz. Leider sind diese Lösungen stark von der Implementierung verteilter Algorithmen abhängig, welche noch in den Kinderschuhen steckt.
- Bei Informations- und DV-Managern in Unternehmen sind die PCs heute noch wegen der Unübersichtlichkeit gefürchtet, die sie erzeugen. Weiterhin gibt es schnell ein Kapazitätszuordnungschaos, welches die Produktivität in Frage stellt. Allen diesen Dingen kann durch die Anbindung der PCs in ein homogenes Netz entgegengewirkt werden. Die Auslastung einer Station kann durch die Teilnahme am Netzbetrieb und die aufgerufene Software festgestellt werden. Auch kann man so unerwünschten Aktivitäten leichter auf die Schliche kommen. Ich wage an dieser Stelle sogar die These, daß in größeren Unternehmen ein großer Teil der Kosten für das LAN oder den Anschluß der PCs an ein bereits bestehendes LAN für Großrechner durch die Wegrationalisierung oder Vermeidung von »Prestige-PCs« gedeckt wird.
- Durch das Netz können der Gemeinschaft der PCs im Netz Hochleistungsperipheriegeräte oder Spezialrechner zur Verfügung gestellt werden. Zu denken ist hierbei zum Beispiel an Laserdrucker oder größere Hintergrundspeicher, Anschlüsse an öffentliche Netze, Datenbanken usw. Die Qualität der Arbeit kann hierdurch in erheblichem Maße verbessert werden.
- Kleine und mittlere Unternehmen können durch PC-LAN-Lösungen einen erheblichen Liquiditätsvorsprung dadurch gewinnen, daß sie »sanft« in die DV einsteigen und nicht direkt mit »einem großen Hobel«. Insbesondere bei Unternehmen, in denen die Sinnfälligkeit eines DV-Einsatzes noch nicht eindeutig klar ist oder Unklarheiten über die Bereiche bestehen, in denen DV angewendet werden kann, sind solche Lösungen empfehlenswert. Die Systeme fangen mit wenigen Komponenten an und können mit den Erfordernissen des Unternehmens oder dem Unternehmen selbst behutsam wachsen. Es gibt LAN-Systeme, bei denen 2 bis 20000 Stationen zu linearen Kosten angeschlossen werden können. Der nahtlose Anschluß der Groß-DV ist bei geeigneter Wahl des LAN-Systems immer möglich.

Da wir nun genügend motiviert sind, wollen wir uns den Eigenheiten von LAN-Systemen selbst widmen.

## 4.2 Anforderungen an die Konstruktion

Im ersten Kapitel haben wir Ziele von Systemen kennengelernt. Um diese Ziele durchzusetzen, müssen wir Anforderungen an die Konstruktion eines LANs stellen. Bei der Bewertung von LAN-Systemen sollten wir uns insbesondere vor Augen führen, inwieweit diese Anforderungen erfüllt werden konnten.

- Hohe Bandbreite des Übertragungsmediums für raschen Netzzugang und schnelle Nachrichtenübertragung.
- Geeignete Topologie zur Erreichung der angesprochenen Ziele einschließlich hoher Ausfallsicherheit und leichter Erweiterbarkeit.
- Geeignete Netzprotokolle.
- Geeignete funktionale und prozedurale Hilfsmittel zur optimalen Ausnutzung der durch Übertragungseinrichtungen und Protokolle gegebenen Möglichkeiten seitens der Benutzer. Insbesondere ist hier an eine Mensch-Maschine-Schnittstelle zu denken, die den Benutzer ergonomisch in die Möglichkeiten der Systembenutzung einweist.
- Offene Systemarchitektur im Sinne des ISO-Referenzmodells zur Forcierung von Modularität.

Es gibt eine Anzahl von Systemen, die wir im Laufe der nächsten Kapitel teilweise kennenlernen werden. Trotz der relativ kurzen Zeit von etwas über zehn Jahren, in der es lokale Netze gibt, kann man schon eine Entwicklungsgeschichte angeben:

**1. Generation:** Ziel war die Verbesserung der Rechner-Rechner- bzw. der Rechner-Peripheriekopplung durch die Verwendung eines schnellen Kommunikationsmediums. Die bis dahin eingesetzten Kopplungen über Modems und/oder serielle Schnittstellen boten nicht die gewünschte Leistung.

**2. Generation:** Wie die erste Generation, jedoch mit der Möglichkeit versehen, Teilnehmer relativ beliebig an- und abzuschalten. Die Kommunikation wird flexibler, die Hinzufügung weiterer Komponenten relativ problemlos. Die zweite Generation ist schon ein relativ ausgereifter Vertreter des LAN-Gedankens.

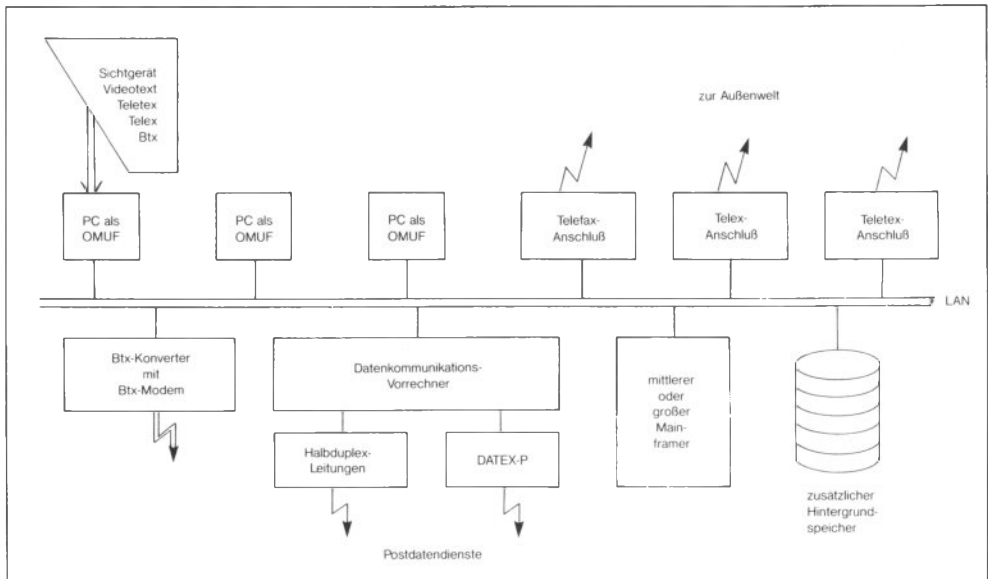
**3. Generation:** Als weitere Möglichkeit tritt die Verwendung von Gateways zur Schaffung des Anschlusses an öffentliche oder andere nichtlokale Netze sowie zum Anschluß von fremden lokalen Netzen hinzu. Durch dieses wichtige Feature spielt die geographische Verteilung der Datenbestände oder Benutzer nur eine untergeordnete Rolle. Diese dritte Generation ist der heutige Status quo. Es werden fast ausschließlich digitale Nachrichten, Daten und Texte transportiert.

**4. Generation:** Die Fähigkeiten der dritten Generation werden in der Richtung erweitert, daß auch Sprache und Bilder in digitalisierter Form übertragen werden können, was eine Herausforderung an das Echtzeitverhalten und die Bandbreite darstellt. Mit der vierten Generation steht dann eine wirklich leistungsfähige Basis für integrierte Multiservice-Informationssysteme zur Verfügung. Allerdings zeigt sich vielfach heute der Trend, solche

Multiservice-Systeme auf die Funktionen einzuschränken, die der Benutzer tatsächlich braucht. Und das geht dann auf jeden Fall mit heutigen Systemen.

### 4.3 LANs, PCs und Integrierte Informationssysteme

Videotext, Telex, Teletex, Telefax, Bildschirmtext und andere Dienste öffentlicher und privater Natur stellen die Basis für das Informationsangebot der Zukunft dar. Wer die heute schon bestehenden Dienste benutzen will, muß entweder intelligent vorgehen, oder er hat schnell eine kleine Hannover-Messe auf dem Schreibtisch stehen. Der Ausweg ist eigentlich nur darin zu sehen, daß man ein Endgerät konstruiert, welches in der Lage ist, mehrere Dienste gleichzeitig zu realisieren: Das sogenannte offene multifunktionale Büroarbeitsplatzgerät. Der PC ist eine hervorragende Ausgangsbasis für die Konstruktion solcher OMUFs. In Bild 4.1 sehen wir, wie sich ein solcher Arbeitsplatz in die Umgebung einfügt, wenn er an einem LAN angeschlossen wird. Die Schnittstellen zu den einzelnen Diensten werden durch spezielle Schnittstellen-Vorrechner oder Gateways realisiert. Da der PC mit den entsprechenden Emulationsprogrammen auch als Sichtgerät zu benutzen ist, ist die Anbindung der eventuell vorhandenen Groß-DV an dieses System unproblematisch. Man benötigt also nur einen Anschluß pro Dienst. Wie viele OMUFs man schließlich über einen solchen Anschluß betreiben kann, hängt von dessen Leistungsfähigkeit ab.

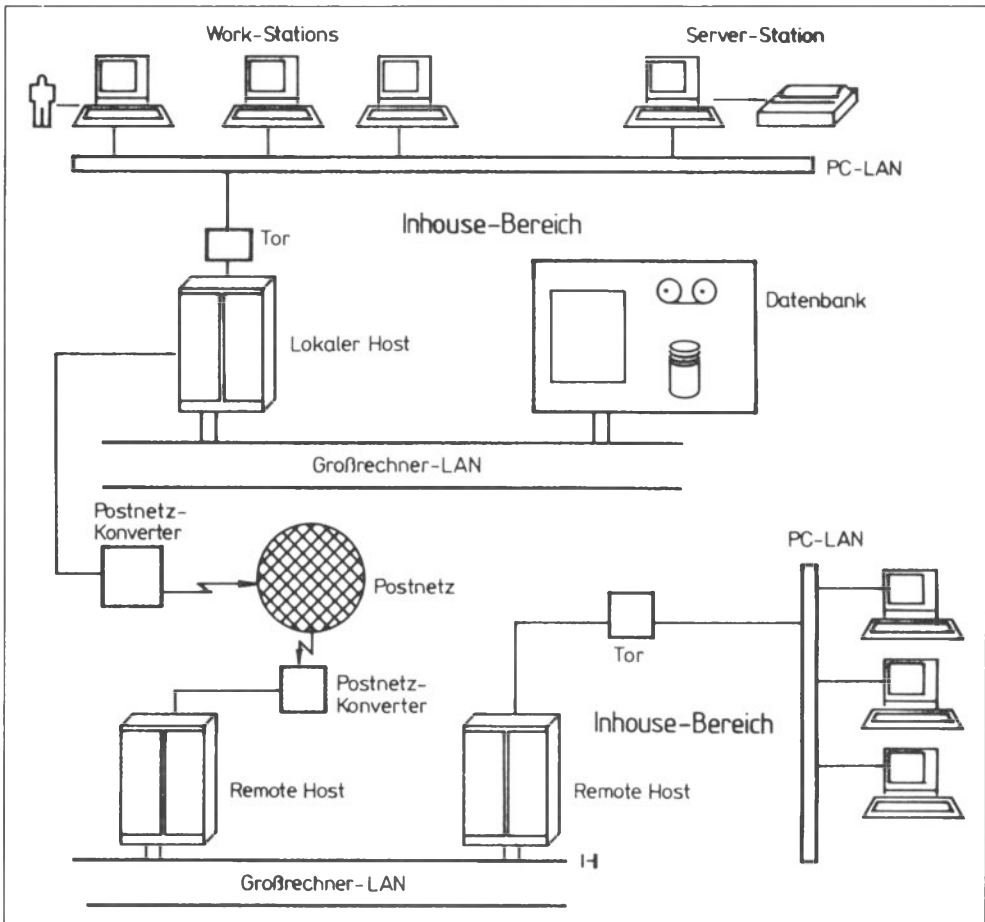


**Bild 4.1:** PCs als offene multifunktionale Arbeitsplätze im lokalen Netz.

### Architekturelle Besonderheiten lokaler Netze im Hinblick auf das ISO-Referenzmodell

Es ist eine offensichtliche Forderung, daß ein Benutzer an einer Station in einem Netzwerk davon befreit sein soll, zu wissen, mit welcher Art Netzwerk er arbeitet. Von daher gesehen dürften sich die Services der oberen Ebenen bei allen möglichen Netztypen nicht sonderlich unterscheiden. Höchstens Unterschiede in der Qualität sind denkbar (zum Beispiel kleinere Antwortzeiten beim Betrieb über das LAN), jedoch keine, die die funktionale Spezifikation betreffen.

Die wesentlichen Änderungen machen sich also in den unteren Ebenen, besonders der Bitübertragungs- und der Sicherungsschicht bemerkbar.



**Bild 4.2:** Szenario einer modellhaft gewählten Anwendungsumgebung für Netze.

Offen bleibt die Frage, an welche Stelle man eine universelle Schnittstelle legt. Zwei Antworten sind hier plausibel: Die erste universelle Schnittstelle, ab der aufwärts sich für den Benutzer nichts mehr ändert, könnte oberhalb der Sicherungsschicht angesiedelt wer-

den. Dies würde dann allerdings in der nächsten Schicht einen homogenen Netzwerkservice voraussetzen.

Dieser wird nicht in allen Fällen gegeben sein, insbesondere dann, wenn die Vermittlungsschicht Kopplungen heterogener lokaler und öffentlicher Netze vorsieht. Besser ist es, die universelle Schnittstelle oberhalb der Transportschicht anzusiedeln.

Dort kann dann dem Endbenutzer ein zuverlässiger, einheitlicher Transportservice geboten werden.

An einem kleinen Szenario erläutern wir zusammenfassend eine typische, hier modellhaft gewählte, Anwendungsumgebung für Netze.

Der Sachbearbeiter in Bild 4.2 arbeitet an einer Workstation, zum Beispiel einem PC. Seine Arbeit steht im Rahmen einer organisatorischen Gesamtplanung, in der der Sachbearbeiter einen Zweck erfüllt.

Normalerweise arbeitet er mit den lokalen Ressourcen seiner Workstation. Will er auf eine Datei zugreifen, die zwar nicht innerhalb seiner Workstation, aber innerhalb seiner Fachabteilung liegt, oder möchte er etwas ausdrucken, so bedient er sich der Server-Station an seiner lokalen Workstation LAN (PC-LAN). Durch ein Gateway (Tor) kann er jedoch auch mit einem nahestehenden Großrechner in Verbindung treten und mit seiner Workstation entweder so arbeiten wie mit einem Terminal des Rechners oder in einem logisch höhergeordneten Verhältnis zum Großrechner stehen. Der Großrechner muß eventuell im Laufe der Zusammenarbeit mit der Sachbearbeiter-Workstation weitere Informationen einholen. Dazu hat er mehrere Alternativen. Zunächst kann er sich zum Beispiel an eine Datenbank wenden, mit der er über ein Hochleistungs-LAN verbunden ist; findet er die gewünschte Information dort nicht, so wählt er sich über ein öffentliches WAN in ein entferntes System ein und so fort.

Aus der Sicht des Sachbearbeiters ergeben sich dann folgende Arbeitsmöglichkeiten:

1. lokal auf seiner Workstation;
2. via PC-LAN mit dessen Servern;
3. via PC-LAN mit lokalen Großrechnern;
4. via PC-LAN und LAN zu weiteren lokalen Großrechnern;
5. via PC-LAN und Host via Postnetz zu entferntem Großrechner;
6. via 5. via entferntem LAN zu entfernten Workstations und so fort.

An diesem Szenario wird nochmals eindringlich verdeutlicht, wie wichtig eine systemtechnische Abstraktion von den einzelnen Netzen ist.

Im nächsten Kapitel beginnen wir mit der Darstellung der wichtigsten nachrichtentransportorientierten Aspekte für die hier interessante Klasse von Netzen – den lokalen Netzen. Wir werden dabei neben den Konzepten auch die wichtigsten Produkte vorstellen. Die systemtechnische Sicht wird in Kapitel 9 wieder aufgenommen.



# KAPITEL

# 5

## Lokale Netze – die unteren Schichten

Wir wollen die lokalen Netze zunächst über ihre Topologien klassifizieren. Die Topologie ist eine abstrakte Darstellung des Netzes. Jede Topologie hat Leistungsmerkmale, die das Verhalten des Systems bestimmen.

Zu jeder Topologie gibt es eine Anzahl Verwaltungsstrategien, die den Zugang zum gemeinsam benutzbaren Übertragungsmedium wechselseitig ausgeschlossen regeln. Diese Strategien sind es, die die Leistung des Systems letztlich erheblich beeinflussen. Obwohl der Anwender niemals direkt mit einer solchen Strategie arbeiten muß, bestimmt sie doch die Qualität des Netzes bezüglich der Nachrichtenübertragung. Der Anwender sollte also diese Strategien und die sich so ergebenden Systeme kennen.

### 5.1 Topologien und Übertragungstechnik

Die lokalen Netze können in vielerlei Hinsicht klassifiziert werden: nach Übertragungsgeschwindigkeit, Übertragungsprotokollen usw.

Der einfachste Zugang ergibt sich jedoch durch die Klassifizierung nach Netzwerktopologien.

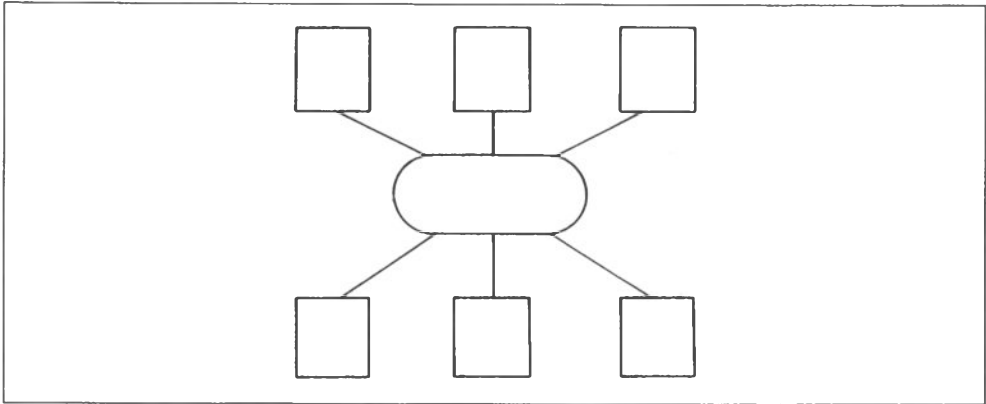
Die Art der Verbindung zwischen den Stationen im Rechnernetz oder zwischen den Adaptionen im Kommunikationssystem unter Abstraktion von der effektiv genutzten Leitungs- und Verbindungstechnik bezeichnet man als Topologie des Netzes.

Man kann an der Topologie schon viele Dinge sehen, die das spätere Verhalten des Netzes charakterisieren, wie zum Beispiel das Verhalten bei Erweiterung und Schrumpfen, die dabei anfallenden Kosten, Reaktionen des Netzes auf den Ausfall einer Station oder Leitung, Anzahl der Leitungen, die ausfallen dürfen, ohne daß ein Teilnehmer von der Kommunikation ausgeschlossen wird, sowie die Kennzeichnung der für die Übertragung benötigten Informations- und Verfahrensebene sowie mögliche Engpässe.

Für die lokalen Netze haben sich einfache, homogene Topologien durchgesetzt: Stern, Ring, Bus und Baum. In der Praxis wird man, wie wir noch sehen werden, Topologien auch mischen.

#### Die Sterntopologie

Bei dieser Topologie brauchen wir einen zentralen Vermittler. Alle Nachrichten laufen über einen zentralen Knoten, der in Abhängigkeit von der gegebenen Zieladresse die entsprechende Weiterleitung vornimmt.



**Bild 5.1:** *Sterntopologie.*

**Vorteile:** Leicht erweiterbare Struktur, geringe Leitungsanzahl, minimaler Zuwachs der Leitungsanzahl bei Erweiterung, konstante Anzahl der für eine Verbindung zu überwindenden Teilstrecken, kaum Störung bei Ausfall einer Station.

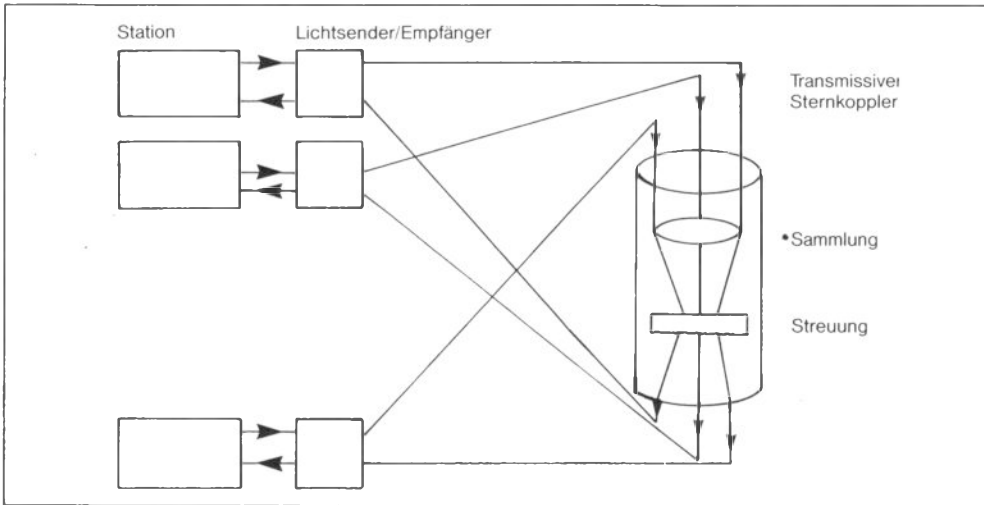
**Nachteile:** Es darf keine Leitung ausfallen, denn dann wäre eine Station von der Kommunikation sofort ausgeschlossen, Totalausfall bei Ausfall des zentralen Vermittlers, hohe Kosten für die Zentrale bei großen Netzen, schlechte Anpaßbarkeit an die Gegebenheiten in Gebäuden, da alle Leitungen zu einem zentralen Punkt führen müssen.

Die sternförmige Topologie findet sich im gedanklichen Zusammenhang mit Telefonnebenstellenanlagen. Elektronische digitale Nebenstellenanlagen der nächsten Generation werden es auf einfache Art und Weise ermöglichen, PCs miteinander zu verbinden. Die heute bekannten Konstruktionen haben jedoch nicht die Leistungsfähigkeit, die sie für einen Einsatz mit Großrechnern brauchbar erscheinen lassen. Gravierendster Nachteil ist das Vorhandensein einer aktiven Zentrale. Sie erzeugt die Engpässe.

Die Sterntopologie ist erst dann unkritisch, wenn sie statt eines aktiven, vermittelnden Elements eine passive Struktur erhält. Es müssen dann selbstverständlich andere Maßnahmen zur Synchronisation getroffen werden, die wir später besprechen.

Ein sehr aktuelles Beispiel hierfür ist der passive optische Sternkoppler (Bild 5.2), bei dem Lichtwellenleiterfasern mit Signalen, die von den Stationen ausgehen, zusammengefaßt werden. Das so nach der Sammellinse gewonnene Produkt wird dann einer Streulinse zugeführt, die die zu den Stationen führenden Lwl bedient. Die für PCs bekannten Netze niedriger Preisklasse mit Lwl-Übertragung arbeiten nach diesem Prinzip. Die Optik kann nämlich einfach aus einem Stück gegossen werden, so wie man Schmetterlinge eingießt. Viele Kopplungsprobleme entfallen bei dieser Lösung.

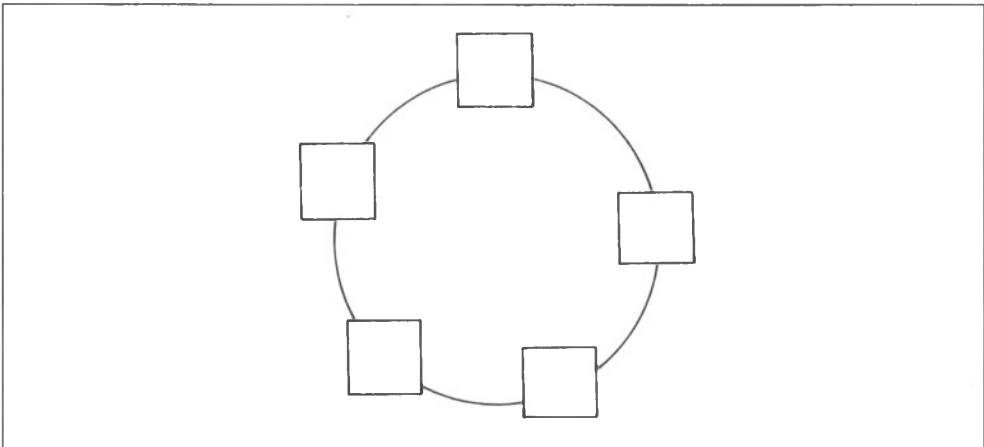
Koppelt man an Lichtsender/Empfänger keine einzelne individuelle Station, sondern einen geeigneten Umsetzer (Bridge, Router), kann so ein ganzes Sub-Netz in z.B. Bus- oder Ring-Topologie mit dem optischen Stern verbunden werden! Dies hilft z.B. elegant bei der Überwindung größerer Distanzen zwischen Sub-Netzen.



**Bild 5.2:** Optischer passiver Stern.

### Die Ringtopologie

Sie ist eine der bedeutenderen Topologien. Die Verbindungen im Ring sind in aller Regel gerichtet. Nachrichten werden von der Quelle zum Ziel rundgeschickt. Je nach Ausführung des Systems werden mehr oder weniger viele Nachrichten-Bits in den Knoten vor der Weiterübermittlung zwischengespeichert. Die Minimalzahl von Bits, die zwischengespeichert werden müssen, ist 1; oft werden aber auch mehr Bits zwischengespeichert. Man sollte sich also ein solches Ringsystem nicht als Teilstreckennetz, in dem die Nachricht immer ganz zwischengespeichert wird, vorstellen, sondern eher als Ringschieberegister.

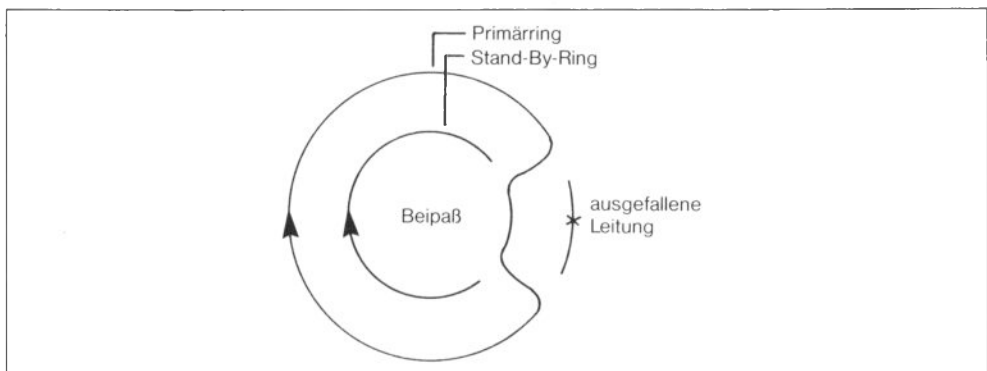


**Bild 5.3:** Ringtopologie.

**Vorteile:** Leicht erweiterbare Struktur, geringe Leitungsanzahl, minimaler Zuwachs der Leitungsanzahl bei Erweiterung, a priori keine Zentralstation notwendig.

**Nachteile:** Totalausfall bei Ausfall nur einer Leitung, eventuell Totalausfall bei Ausfall nur einer Station, Dauer des Nachrichtentransports abhängig von der Entfernung zwischen zwei Stationen durch mehr oder minder viele Zwischenspeicherungen.

Diesen Nachteilen muß man gezielt entgegenwirken. Man kann für ausgefallene Leitungen leicht Stand-by-Leitungen schalten, man kann ausgefallene Stationen ebenfalls mit einem Bypass-Relais umgehen (Bild 5.4). Die wichtigste Eigenschaft von Ringsystemen ist, daß man sehr schöne Protokolle für den Zugriff auf das gemeinsam wechselseitig geschlossen zu benutzende Medium definieren kann.



**Bild 5.4:** Heilung eines durch Leitungsausfall gestörten Rings.

### Die Bustopologie

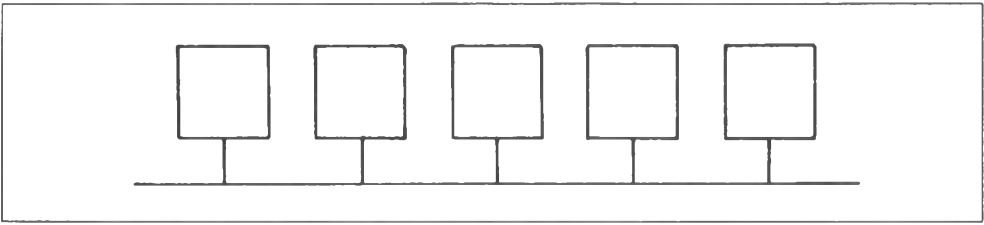
Der Bus wird aus einem passiven Medium gebildet, über das nach Beachtung des wechselseitigen Ausschlusses eine Nachricht direkt von der Quelle zum Ziel gesandt wird.

Der Sender setzt die Nachricht auf das Medium, welches von allen abgehört werden kann. So auch vom Empfänger. Der Zeitverlust hierbei ist minimal und auf jeden Fall geringer, als dies mit einer Zwischenspeicherung ermöglicht werden könnte.

**Vorteile:** Passives, störunanfalliges Medium anstelle von vielen Einzelleitungen, Anschluß einer neuen Station ohne weitere Kosten von der Leitungsseite her gesehen, sogar im laufenden Betrieb möglich, direkte Sendung von Quelle zu Ziel, leichtes Broadcasting (Sendung an alle) bzw. Multicasting (Sendung an eine bestimmte Gruppe), keine Störung bei Ausfall einer Station.

**Nachteile:** Notwendigkeit der Realisierung des wechselseitigen Ausschlusses auf dem Medium, da zu einer Zeit immer nur höchstens eine Nachricht auf dem Medium befindlich sein darf, eine gewisse Unflexibilität gegenüber den Erfordernissen der Verlegung in einem Gebäude, schlechte Verträglichkeit dieser Topologie gegenüber Realisierung mit Lichtwellenleiter, relativ kleine Ausdehnung einzelner Segmente ohne Zwischenverstärker (max. 500 m).

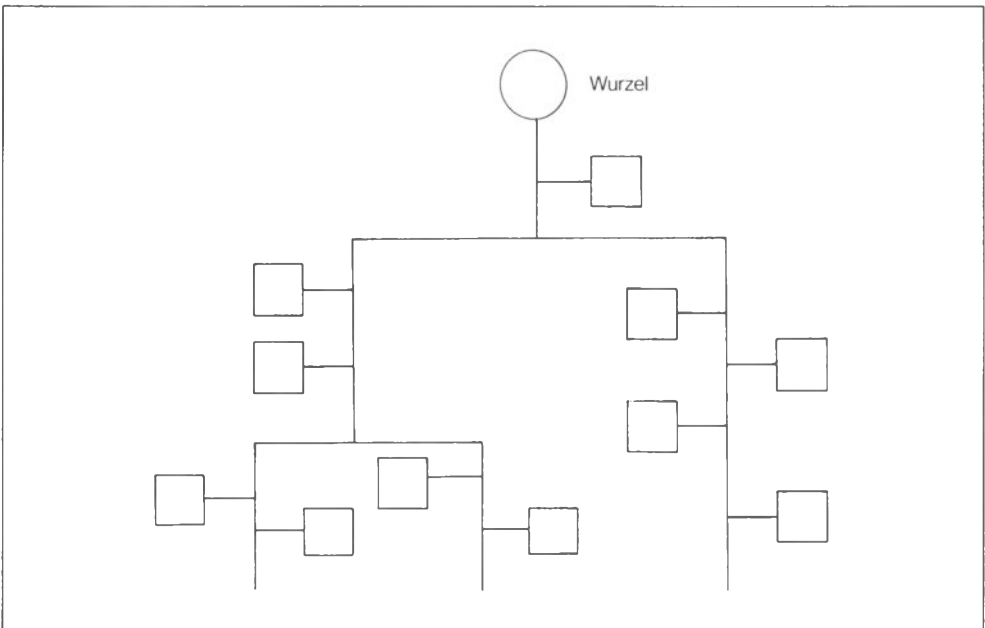
Eine günstige Lösung ist die Kopplung von Bussen über ein Lichtwellenleiter-Sternsystem.



**Bild 5.5:** Bustopologie.

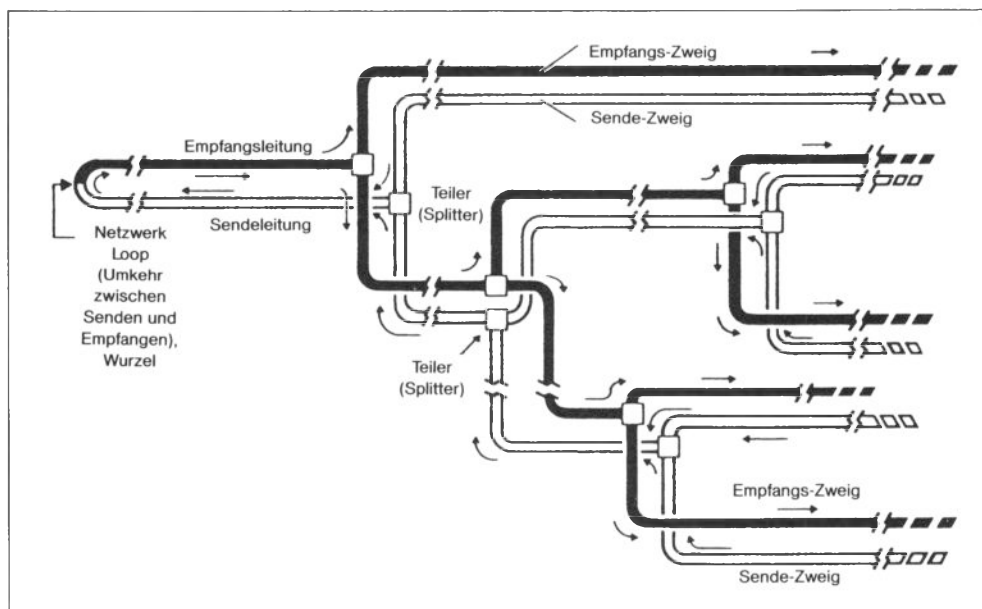
### Die Baumtopologie

Diese Topologie ist eigentlich als Weiterentwicklung der Bustopologie anzusehen, da sie physikalisch und nachrichtentechnisch ebenfalls einen Bus darstellt und auch so betrieben wird. Die Baumtopologie ist den Verhältnissen in Gebäuden wesentlich besser angepaßt.



**Bild 5.6:** Baumtopologie.

Die Baumtopologie kommt im wesentlichen durch die Breitbandnetze in den LAN-Sektor. Es gibt hier zwei wesentliche Systeme. Beide beruhen darauf, daß Signale auf einem Breitbandkanal zur Wurzel des Baumes geschickt (Hinsenden), dort verstärkt und dann wieder auf die angeschlossenen Stationen verteilt werden (Rücksenden). Die Wurzel hat dabei eine rein nachrichtentechnische Bedeutung. Sie selektiert jedoch keine Nachrichten und ist auch nicht für eine Zielbestimmung zuständig. Die Nachrichten von der Wurzel erreichen immer alle Stationen und der Empfänger kann die für ihn bestimmten leicht herausfinden.

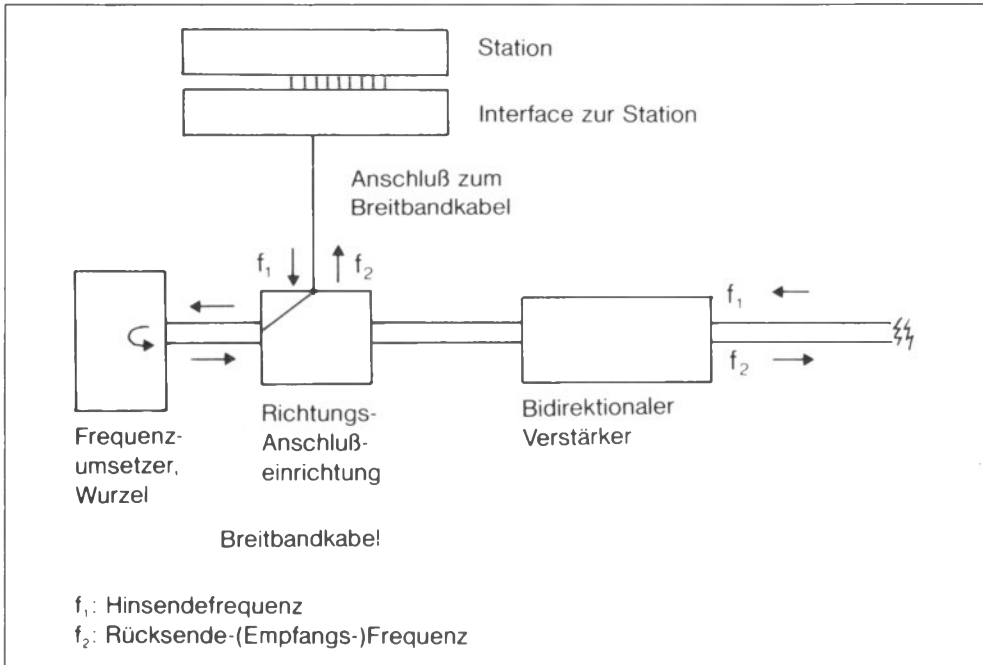


**Bild 5.7:** Dual-Cable-Breitbandnetz.

Dieses Zwei-Wege-Verfahren kann man nun bei Breitbandnetzen auf zwei Arten durchsetzen: Man führt entweder den ganzen Baum doppelt aus (Dual-Cable-Technik [Bild 5.7]), wobei der eine Baum für die Hinsendung und der andere Baum für die Rücksendung benutzt wird und jede Station an beide Bäume angeschlossen werden muß, oder man teilt die zur Verfügung stehende Bandbreite in zwei Teile auf (Mid-Split-Technik [Bild 5.8]), wobei ein Teilbereich für die Hinsendungen zuständig ist und der andere für die Rücksendungen. Die Wurzel muß dann in der Lage sein, die ankommenden Nachrichten auf das andere Teilband umzusetzen, etwa indem sie den Träger auswechselt. Eine solche Wurzel ist zwar eine aktive Komponente, jedoch nicht im Sinne einer Vermittlung von Nachrichten. Ihr Ausfall würde den Gesamtausfall des Systems nach sich ziehen. Es ist aber so, daß eine solche Wurzel aktiver Natur sehr leicht redundant gemacht werden kann, indem man die Verstärker und Frequenzumsetzer mehrfach ausführt. Dies ist wesentlich einfacher als die redundante Ausführung einer vermittelnden Zentrale.

Bild 5.8 zeigt weitere Komponenten, die für den Anschluß an ein Mid-Split-System notwendig sind: eine Richtungsanschlußeinrichtung, die durch den Einsatz von Filtern bewirkt, daß Sendungen von der Station in Richtung Wurzel gehen und Sendungen von der Wurzel als empfangende interpretiert werden können. Weiterhin muß diese Einrichtung in der Lage sein, die für die Kommunikation vereinbarten Frequenzgrenzen einzuhalten.

Normalerweise wird ja für die Rechnerkommunikation nur ein Teil des Breitbandnetzes benutzt. Die frequenzumsetzende Wurzel braucht pro verlegtem Breitbandnetz nur ein einziges Mal angeschafft zu werden. Es ist der Wurzel gleichgültig, ob sie nun TV- oder DV-Signale umsetzt, sie gewährleistet die Frequenzbereichstreue. Je nach räumlicher Ausdehnung des Systems werden bidirektionale Verstärker notwendig.



**Bild 5.8:** *Mid-Split-Technik.*

### Basisbandübertragungssystem oder Breitbandübertragungssystem?

In Kapitel 3 haben wir bereits über einen diesbezüglichen Disput gesprochen. Die Breitbandsysteme machen zunächst den Eindruck, als seien sie wesentlich komplizierter aufzubauen. Tatsache ist aber, daß alle oben genannten Komponenten Standardkomponenten sind und daß es für das Breitbandnetz relativ gleichgültig ist, ob ein Fernseher oder ein Personalcomputer daran angeschlossen wird. Hauptsache, die Bänder stimmen.

In den Vereinigten Staaten sind die Breitbandnetze eine bekannte und weitverbreitete Angelegenheit (CATV, Common Antenna TV). Die Technik ist seit Jahren erprobt und billig. Baut man also auf dieser Technik ein LAN auf, so hat man von der übertragungstechnischen Seite keine Überraschungen mehr zu erwarten. Weiterhin ist es natürlich ein ganz großer Vorteil, über ein einziges Kabel viele völlig verschiedene Dienste betreiben zu können. Es sind auch Lösungen bekannt, bei denen über ein Breitbandkabel mehrere voneinander unabhängige LANs gefahren werden können.

Die Basisbandübertragungstechnik mag zunächst einfacher zu begreifen und zu installieren sein. Es ist jedoch so, daß sie im wesentlichen bisher nur für Punkt-für-Punkt-Verbindungen benutzt worden ist. Wenn also ein asynchrones oder synchrones Gerät zu betreiben war, bestand eine eindeutige physikalische Beziehung zwischen Quelle und Senke. Bei LANs, speziell Bussystemen, ist dies nicht so. Insbesondere, wenn man versucht, höhere Geschwindigkeiten zu erreichen, zeigt es sich, daß der Anschluß von vielen Senken an eine virtuelle Quelle (aktueller Sender) nicht unproblematisch ist. Insbesondere

können Situationen entstehen, die meßtechnisch nicht leicht zu erfassen sind. Für die Vernetzung von PCs sollte man folgendes Fazit ziehen:

Basisbandsysteme sind bei relativ wenigen (unter 100) anzuschließenden Systemen und bei einer Übertragungsgeschwindigkeit auf dem Medium von maximal 10 Mbit/s unproblematisch zu betreiben. Weiterhin sind solche Systeme unproblematisch, die aufgrund eines sehr hohen Standes der Anschlußtechnik keine technischen Probleme haben (HYPERbus). Sie sind leider nicht ganz billig. Vorsicht ist geboten bei Systemen obskurer Anbieter, bei denen der berechnete Verdacht besteht, daß das Basisbandübertragungssystem von irgendwelchen Hilfskräften zusammengelötet worden ist.

Breitbandnetze bieten sich überall da an, wo eine flexible räumliche Ausdehnung, ein auf Wachstum angelegtes System und die Koexistenz mehrerer Dienste verlangt werden. Es sei nochmals betont, daß sie in der Regel nicht viel teurer sind als entsprechend leistungsfähige Basisbandsysteme. Eine echte Alternative zu Breitbandnetzen sind Mischsysteme mit Lichtwellenleitern, wie sie mehrfach kurz angesprochen wurden. Der Markt für Breitbandsysteme ist momentan eher rückläufig.

## 5.2 LAN-Ringsysteme

Ringsysteme sind Systeme für LANs, die auf der Ringtopologie basieren. Ringsysteme sind Bestandteil der Internationalen Standards für lokale Netze.

Wesentliche Komponenten eines Ringsystems (Bild 5.9):

- Teilnehmerstationen: Quelle und Ziel von Nachrichten, Interface zum Benutzer.
- Ringinterface: Anschlüsse der Teilnehmerstationen an den Ring, können auch in diese integriert sein.
- Verbindungen: Jedes Ringinterface hat genau zwei Nachbarn, mit denen es verbunden ist.

Die Verbindungen können mit verdrehtem Kabel, Koaxialkabel und sehr günstig auch mit Lichtwellenleitern realisiert werden.

Auf einem Ring können zu einem Zeitpunkt nur relativ wenige Bits dargestellt werden, da die Darstellung eines Bits bei einer Geschwindigkeit von 1 Mbit/s etwa 200 m lang ist. Die Ringinterfaces erzeugen Verzögerungen von mindestens einem Bit. Jede angeschlossene Station verlängert also die Umlaufzeit auf dem Ring. Manchmal ist es auch wünschenswert, mehrere Bits auf dem Ring unterzubringen. Dann wird die Laufzeit künstlich erhöht.

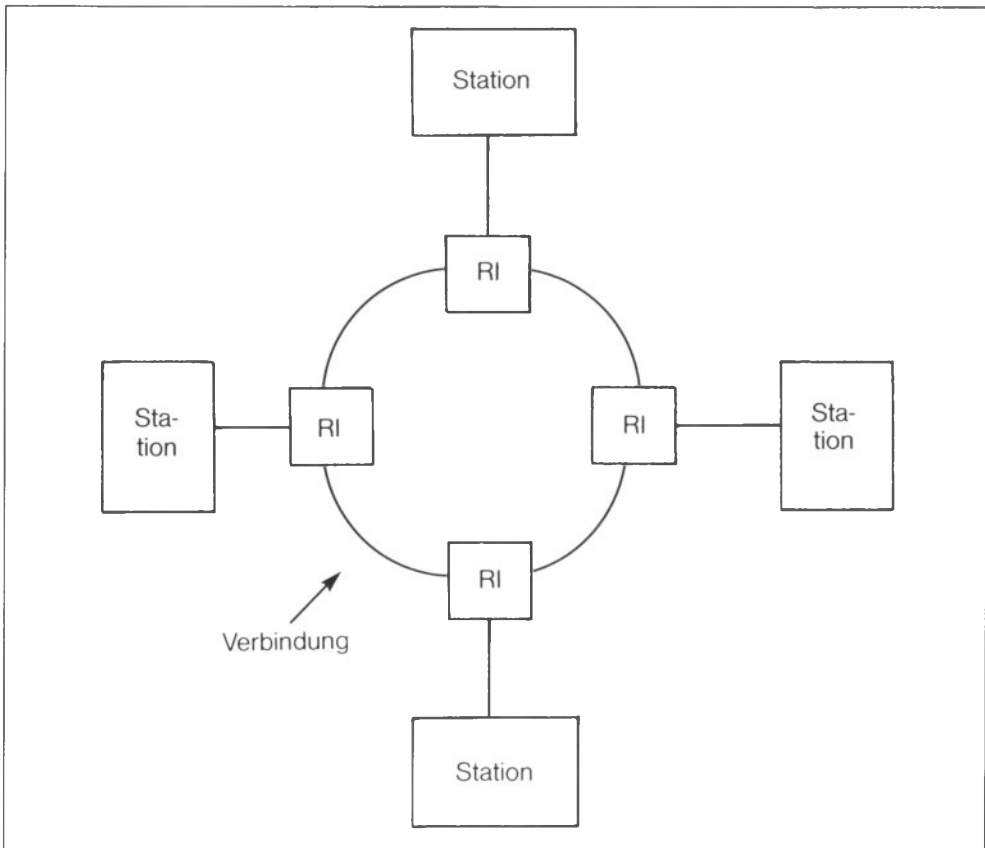
### Token-Ring

Der Token-Ring ist ein klassischer Vertreter seiner Art. Seine Einfachheit ist ebenso bestechend wie seine Zuverlässigkeit. Wir besprechen jetzt das von den Stationen beziehungsweise Ringinterfaces einzuhaltende Protokoll für die Regelung des Zugangs zum Ring. Das Protokoll ist in der ISO-Sicherungsschicht anzusiedeln.

Wenn alle Stationen nicht senden wollen, zirkuliert ein spezielles Bitmuster, das Token, über den Ring; will eine Station über ihr RI (Ring-Interface) eine Nachricht auf den Ring



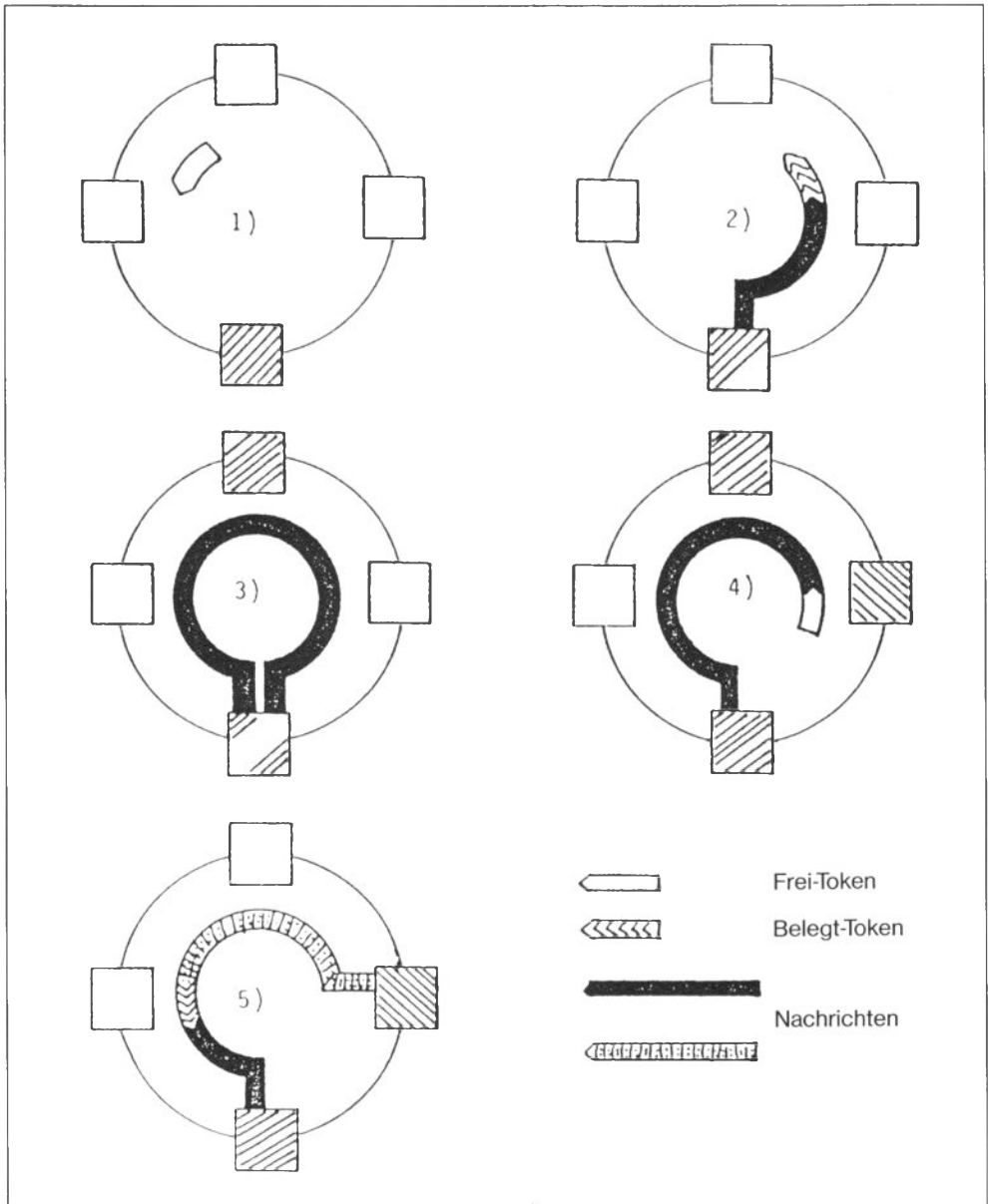
bringen, so muß sie das Token akquirieren und seine Form ändern. Während das erste den Namen »Frei-Token« erhalten soll, nennen wir das Token nach erfolgreicher Akquirierung »Belegt-Token«. An das Belegt-Token kann das RI die Nachricht anhängen. Dieses Gespann wird dann in Kommunikationsrichtung von Ringinterface zu Ringinterface weitertransportiert. Der Empfänger kann die Nachricht abhören, die Adressatenidentifikation hat direkt nach dem Token zu erfolgen. Die Nachricht besteht im allgemeinen aus einem Header mit den entsprechenden Angaben, der Nachricht selbst, einer Prüfsumme CRC- und einem ACK-Feld (Acknowledgement), im einfachsten Fall der Länge 1.



**Bild 5.9:** Komponenten eines Ringsystems.

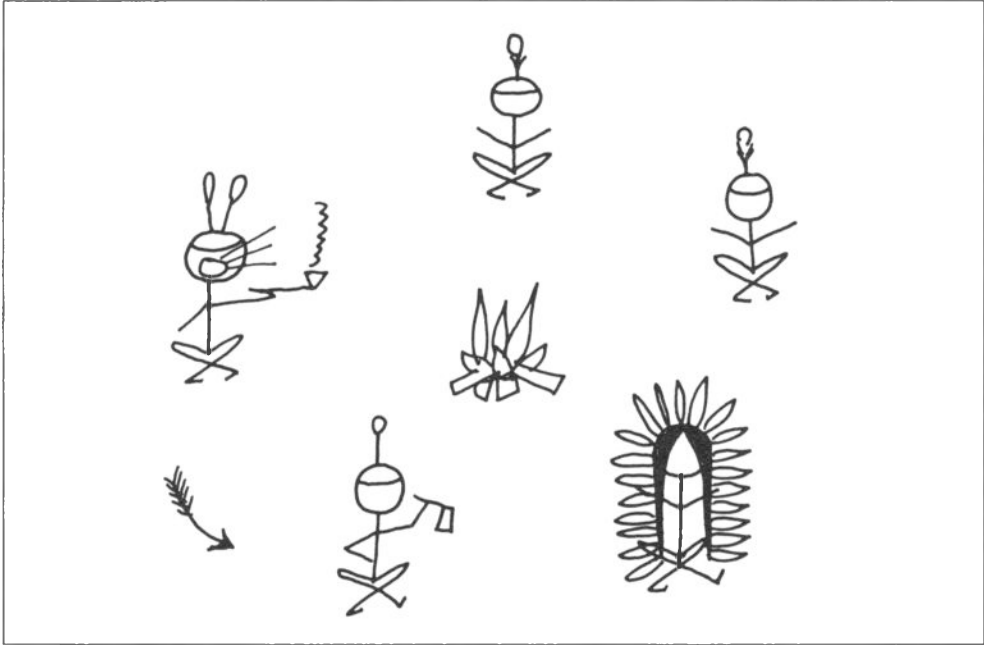
Der Empfänger hört also die Nachricht ab, nimmt sie aber nicht vom Ring. Die einzige Manipulation, die er vornehmen darf, ist die Änderung des ACK-Feldes, wenn er die Nachricht korrekt empfangen hat. Die Nachricht kommt also mit dem entsprechenden ACK wieder beim Sender an. Als erstes empfängt dieser also das Belegt-Token. Dieses nimmt er, wie die gesamte Nachricht samt CRC und ACK, wieder vom Ring weg.

An das Ende der Nachricht hat der Sender wieder ein Frei-Token angehängt. Dieses verbleibt auf dem Ring solange, wie eine andere Station nicht senden will. Will eine andere Station senden, so verwandelt sie das Frei-Token in ein Belegt-Token und so fort.



**Bild 5.10:** Arbeitsweise des Token-Protokolls.

Bild 5.10 zeigt die Zusammenhänge. Wem das alles zu kompliziert ist, der stelle sich folgendes vor: Indianer sitzen um das Lagerfeuer im Kreis und rauchen eine Friedenspfeife. Nur wer die Pfeife (das Token) hat, darf etwas sagen (Bild 5.11). Wenn ein Indianer mit seiner Rede fertig ist, muß er die Pfeife an den Nachbarn weitergeben, der auf der anderen Seite von ihm sitzt als der, von dem er die Pfeife bekommen hat. Wir können daraus folgende wichtige Tatsache ableiten:



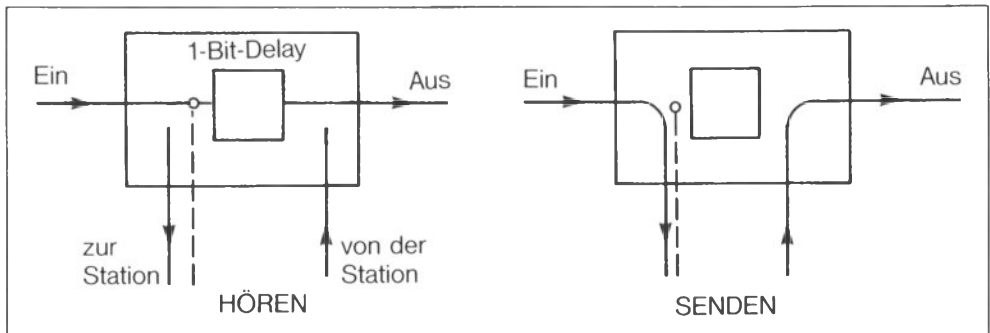
**Bild 5.11:** Analogie zum Token-Ring.

Bei Beschränkung der maximalen Redezeit (Nachrichtenlänge) auf einen endlichen Wert, der in der Praxis nicht allzu groß sein sollte, ist das Friedenspfeifen-(Token-Ring-) Protokoll fair, jeder kommt einmal an die Reihe. Ist wenig zu sagen (senden), wird die Pfeife (das Token) die meiste Zeit beschäftigungslos den Ring umrunden. Hat jeder etwas zu sagen (senden), wird das Rede-(Sende-)Recht reihum weitergegeben und zirkuliert langsam um das Lagerfeuer (den Ring). Das Protokoll garantiert eine endliche Wartezeit, die man sogar aus dem Produkt der Nachrichtenlänge und der Anzahl der Indianer (Stationen) errechnen kann: So lange dauert es höchstens, bis die eigene Berechtigung nach der letzten Berechtigung wieder eintrifft. Diese Eigenschaften können längst nicht alle Protokolle für LAN bieten.

Ringinterfaces haben zwei Übertragungsmodi: Hören und Senden. Im Hören-Modus wird die Nachricht vom Eingang des Interfaces zum Ausgang unter Einfügung eines 1-Bit-Delays kopiert.

ACK-Modifikation und Token-Modifikation sind die einzigen aktiven Operationen, die zugelassen sind, jedoch auch nur für den jeweiligen Empfänger bzw. Sender. Beim

Senden-Modus, der nur nach einem Frei-Token auftreten kann, bricht das Interface die Verbindung zwischen Ein- und Ausgang auf, und die Stationsdaten kommen auf den Ring bzw. verlassen diesen (Bild 5.12). Um innerhalb einer Bitzeit vom Hören- in den Senden-Modus umschalten zu können, muß die Station oder das Ringinterface die Sendung schon fertig in einem Puffer stehen haben. Wenn die Nachricht den Ring umrundet hat, sollte sie mit einer zu diesem Zweck zurückgehaltenen Kopie auf Fehler untersucht werden. In diesem Falle kommt man mit einem 1-Bit-ACK aus, da der Empfänger nur den Empfang als solchen quittieren muß. Die Wahrscheinlichkeit, daß die Sendung auf dem Weg vom Sender zum Empfänger verfälscht und auf dem weiteren Weg zum Sender zurück wieder richtiggestellt wurde, kann vernachlässigt werden. Ist das letzte Bit einer Nachricht wieder beim Sender angekommen, so muß das Ringinterface sofort vom Senden- in den Hören-Modus zurückschalten, damit das nachfolgende Token ungehindert weiterkommt.



**Bild 5.12:** Modi des Ringinterfaces.

Leider können bei diesem Protokoll durch unglückliche Umstände Fehler auftreten. Zur Reaktion besitzt der Ring eine ausgezeichnete Station, den Monitor. Prinzipiell kann jede Station Monitor werden, dies ist sogar zweckmäßig, wie wir sehen werden.

- Verlust des Tokens: Der Monitor erwartet nach einer gewissen endlichen Zeit ein Token. Tritt dieses Ereignis nicht ein, so liegt ein Fehlerfall vor. Behebung: Leeren des Ringes mit anschließendem neuen Frei-Token.
- Endlos kreisendes Belegt-Token: Dieser Fall würde den Verkehr auf dem Ring auf Dauer lahmlegen. Jedes Belegt-Token darf bei regulärer Operation nur einmal am Monitor vorbeikommen, daher bekommt es beim ersten Auftreten einen Stempel. Kommt ein bereits gestempeltes Token wieder vorbei, Reaktion wie oben.
- Duplizierung von Token: Jede sendende Station prüft die Herkunftsadresse der nächsten empfangenen Nachricht. Ist es nicht die eigene Nachricht oder wird nach einer Zeit wie unter dem ersten Fehlerfall kein belegtes Token empfangen, so liegt eine Störung vor. Die Station bricht ihre Sendung ab, ohne ein neues Token zu generieren. Damit entsteht nach einer gewissen Zeit der Fehler »Verlust«, den wir wie oben behandeln können.

- **Monitorausfall:** Solange der Ring auch ohne den Monitor korrekt arbeitet, brauchen keine gesonderten Maßnahmen ergriffen zu werden. Sobald aber eine Monitorstörung zu einer fehlerhaften Ringoperation führt, muß eine andere Station diese Aufgaben übernehmen. Es wird vorausgesetzt, daß mindestens ein Reservekandidat vorhanden ist. Die Stationen müssen dann über einen Wählalgorithmus unter sich ausmachen, wer als nächster an die Reihe kommt. Der einfachste Algorithmus ist der, daß jeder seine eigene Adresse aussendet. Empfängt er eine höhere Adresse, so absorbiert er sie, kleinere Adressen als die eigene läßt er durch. So erhält genau eine Station ihre Adresse zurück. Diese ist dann der neue Monitor.

Bei den Token-Ringen muß man auch bei ansonsten völlig leerem Ring eine gewisse Zeit warten, bis man auf den Kanal zugreifen darf. Diese Zeit bezeichnen wir als Kanalzugangszeit. Neben dem reinen Token-Ring, den wir hier besprochen haben, gibt es eine ganze Reihe von Derivaten, so zum Beispiel dies, daß es vor einer Nachricht kein Belegt-Token gibt, sondern die Nachricht selbst (»frame«) dieses verkörpert. Bei hohen Geschwindigkeiten (10001 Bit/s) kann es auch mehrere Token geben.

In Arbeitsweise und Vorzügen unterscheiden sie sich jedoch alle nur recht wenig vom Ausgangssystem.

### **Slotted-Ring (Empty-Slot-Prinzip)**

Durch künstliche Maßnahmen wird bei dieser Art Ring die Umlaufzeit von Bits im Ring erhöht, dadurch passen mehr Bits auf den Ring. Am einfachsten bewerkstelligt man dies durch Schieberegister in den Ringinterfaces. Es werden umlaufende Nachrichtencontainer erzeugt. Diese enthalten an ihrem Anfang einen Statusindikator, der angibt, ob der Container voll oder leer ist. Eine Station darf einen an ihr vorbeikommenden leeren Container mit ihrer Nachricht füllen. Dazu sollte die Nachricht schon fertig im Ring-Interface vorliegen. Nach einer Umrundung des Rings wird er wieder geleert (Bild 5.13).

Der Slotted-Ring garantiert ein faires Zugangsverfahren für die angeschlossenen Benutzer. Er kann eine endliche Wartezeit garantieren, was man sich leicht vor Augen führen kann, daß das Verfahren bei sinkender Containerzahl gegen das Token-Verfahren konvergiert.

Die Kanalzugangszeit ist im allgemeinen geringer als beim Token-Ring, weil man nicht so lange warten muß, bis ein freier Container vorbeikommt.

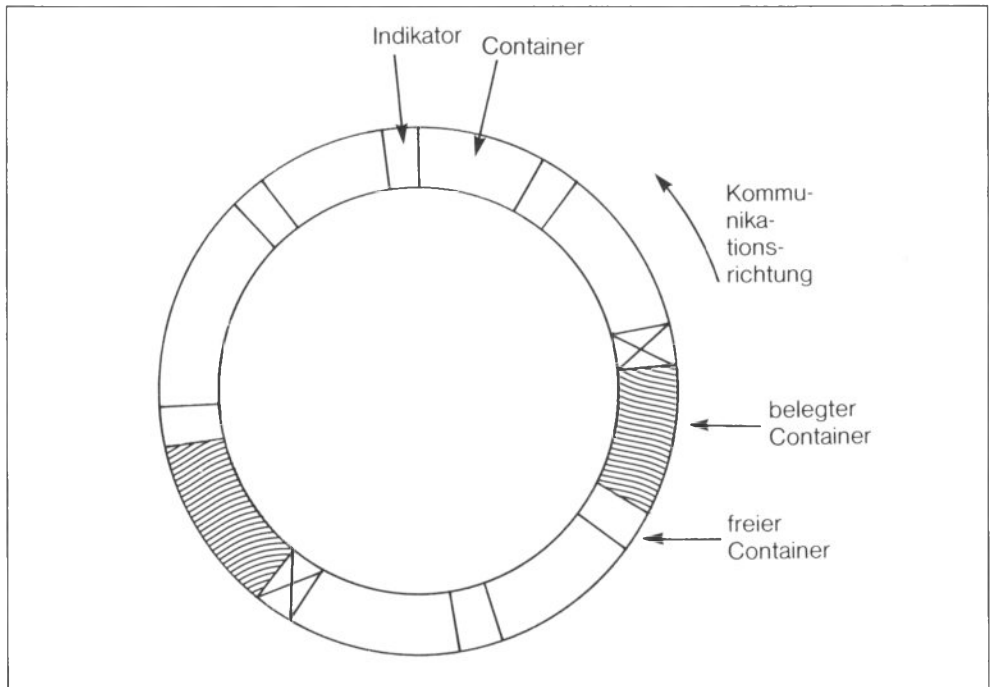
Die Anzahl der Container sollte mindestens gleich der Anzahl der angeschlossenen Stationen oder ein ganzzahliges Vielfaches hiervon sein.

Der Slotted-Ring hat in der Regel eine längere mittlere Systemzeit als der Token-Ring. Die Systemzeit ist die Zeit, die vom Beginn der Fertigstellung einer neuen Nachricht im RI bis zum Ende der Auslieferung dieser Nachricht beim Empfänger RI bzw. dem Rückerhalt einer positiven Quittung vergeht. Beim Token-Ring kann die ganze Nachricht variabler Länge dann ausgesendet werden, wenn man das Token akquirieren konnte. Beim Slotted-Ring muß die Nachricht in einzelne Teile zerlegt werden, die in die relativ kleinen Container passen müssen. Dadurch kann es länger dauern, bis eine Nachricht ganz beim Empfänger angekommen ist.

Der Slotted-Ring braucht sehr viel Bandbreite für die Verwaltungsnachrichten. Beispiel: Ein Container bestehe aus Anfangsbit / Indikatorbit / 8 Bit Quelladresse / 8 Bit Zieladresse

/ 16 Bit Nachrichten / 2 Bit Prüfsumme / 2 Bit ACK / 2 Bit diverse Steuerinformationen. Dann sind also nur 40% der im Container übertragenen Informationen Nutzinformationen. Anders gesehen besagt dieses durchaus realistische Beispiel (Cambridge-Ring, Transring), daß bei einer zur Verfügung stehenden Übertragungsgeschwindigkeit von 10 Mbit/s nominal des Mediums nur 4 Mbit/s für die tatsächliche Übertragung benutzt werden können. Wenn wir uns vor Augen führen, daß von den der Sicherungsschicht oben aufliegenden Schichten bezüglich des ISO-Modells ebenfalls um die eigentliche Nachricht noch Kontrollinformation gepackt worden ist, dann sehen wir deutlich, wie wenig eine Brutto-Übertragungsrate im LAN-Hochglanz-Prospekt aussagt.

Neben den genannten Systemen gibt es aber noch das Register-Insertionsverfahren, welches wir aber wegen seiner geringen Marktrelevanz nicht besprechen wollen.



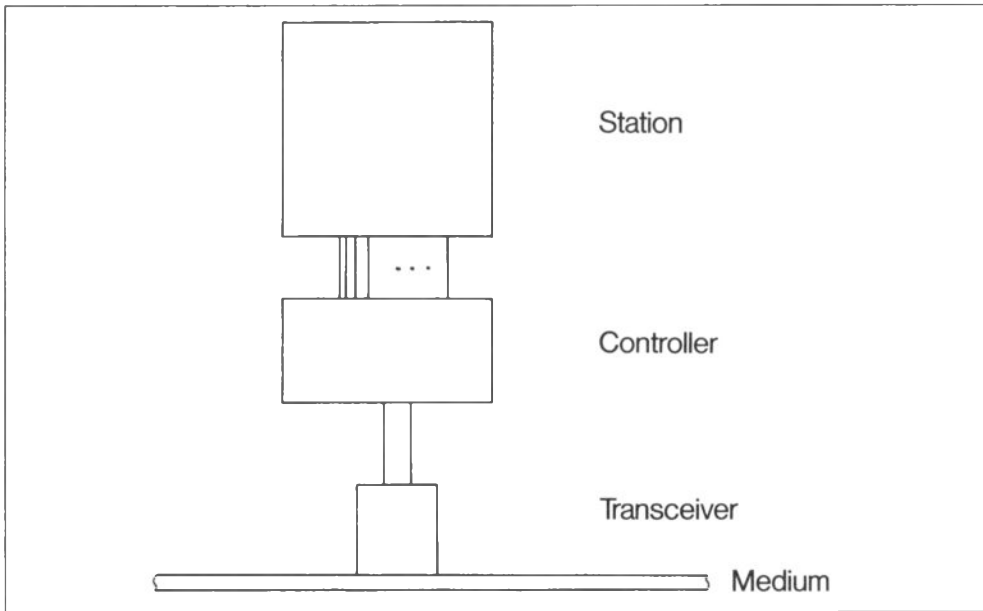
**Bild 5.13:** *Slotted-Ring-Nachrichtencontainer.*

### Leistungen eines LAN-Ringsystems

Was kann nun der Benutzer von einem solchen System erwarten? Als erstes erwartet er eine gewisse Abstraktion von der Topologie und den Protokollen. Das RI sollte in der Lage sein, nach außen Schnittstellen anzubieten, an die ein PC angeschlossen werden kann. Dies können serielle Schnittstellen sein wie V.24 oder parallele Schnittstellen. Erwartet man eine höhere Leistung, so muß das RI mit dem Bus des PC-Systems zusammenarbeiten können. Insgesamt unterstützen die meisten LAN-Systeme, gleichgültig welcher Topologie und Übertragungstechnik, virtuelle Schaltkreise. Diese können fest oder wählbar sein. Der Benutzer hat dann das Gefühl, direkt mit seinem Partner über einen exklusiven

Übertragungsweg wie eine feststehende Leitung zu kommunizieren. Das LAN-Subsystem emuliert dann diesen Übertragungsweg.

Werden solche Verbindungen mit Standardschnittstellen, wie zum Beispiel V-24, betrieben, dann nennt man sie auch protokolltransparent. Dies bedeutet, daß es für die Protokolle der höheren Schichten gleichgültig ist, welche Transportverbindung besteht, da die LAN-Connection genauso aussieht wie ein festes Mehrfachkabel.



**Bild 5.14:** Komponenten eines Bussystems.

### 5.3 LAN-Bussysteme

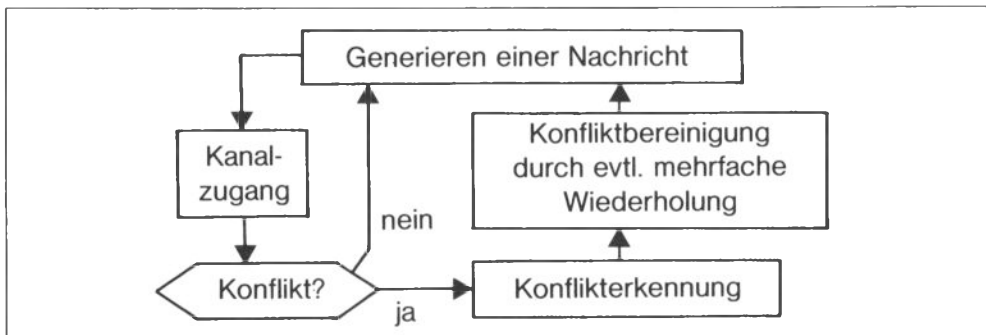
Im vorigen Abschnitt haben wir Protokolle der Sicherungsschicht für LAN-Systeme, die auf der Ring-Topologie basieren, kennengelernt. Jetzt befassen wir uns mit Bussystemen. Sie haben zur Zeit am Markt den größten Anteil. Es gibt verschiedenartige Ausprägungen. Das bekannteste Protokoll ist die CSMA/CD-Zugriffsmethode. Wir werden jedoch auch andere Methoden kennenlernen. Komponenten eines Bussystems (Bild 5.14) sind:

- Teilnehmerstationen: Quelle und Ziel von Nachrichten, Benutzerinterface.
- Zugriffseinheit (Controller): zur Realisierung der Schnittstelle der Teilnehmerstationen zum Netz.
- Transceiver: Sender/Empfänger für die nachrichtentechnische Handhabung des Mediums.
- Übertragungsmedium: zum Nachrichtentransport.

Das Medium muß von den Benutzern wechselseitig ausgeschlossen gemeinsam benutzt werden. Es darf zu einer Zeit also nur eine Nachricht auf dem Medium befindlich sein. Halten sich Stationen nicht an diese Abmachung, so werden die auf dem Medium befindlichen Nachrichten alle unbrauchbar. Es ist also wieder das Problem, daß nur ein Indianer reden darf, nur sitzen die Indianer jetzt alle an einem langen Tisch in einem Bierzelt. Weiterhin hat man ihnen die Friedenspfeife weggenommen. Was nun? Zur Regelung des Zugangs kann zwischen folgenden grundsätzlichen Methoden unterschieden werden:

**Auswahltechniken:** Zentral oder dezentral wird nach dem Ende einer Übertragung der nächste sendeberechtigte Benutzer ausgewählt. Der Zeitpunkt des nächsten eigenen Zugangs zum Übertragungsmedium kann von den Benutzern meistens nicht vorausberechnet werden.

Im Falle der Indianer erteilt bei einer Auswahltechnik der Häuptling das Wort. Nachteilig an den Auswahltechniken ist eine gewisse Trägheit, die durch ein meist vorhandenes starres Schema induziert wird.



**Bild 5.15:** *Random-Access-Methoden.*

**Random-Access-Methoden** (Bild 5.15): Abgesehen von gewissen Einschränkungen haben die Benutzer bei diesen Methoden jederzeit Zugriff zum Übertragungsmedium. Dies ist besonders bei stark schwankender Benutzeraktivität von Vorteil. Wenn zwei oder mehr Stationen quasi gleichzeitig von dieser Möglichkeit des Zugangs zum Medium Gebrauch machen, so entstehen Konflikte: Die Sendungen stoßen zusammen und werden ganz oder teilweise zerstört. Es kommt keine Nachricht korrekt beim Empfänger an. Random-Access-Methoden unterscheiden sich in Art und Weise der Behandlung von

- Kanalzugang,
- Konflikterkennung und
- Konfliktbereinigung.

Ein Indianer redet also, wenn ihm danach ist. Reden zwei Indianer durcheinander, so versuchen sie es nach einer zufällig gewählten Verzögerungszeit wieder. Würden sie alle die gleiche Zeit abwarten, bis sie es erneut versuchen, so redeten immer die gleichen Indianer durcheinander.

Die Random-Access-Methoden sind für den Zugang von Bus-Medien die am weitesten verbreiteten, besonders durch ihren Vertreter CSMA/CD. Wir werden später sehen, daß sie



den Nachteil der Unfairneß anhaften haben, wenn nicht besondere Gegenmaßnahmen getroffen werden.

*Reservierungstechniken:* Im Gegensatz zu Auswahlverfahren werden hier für jede sendewillige Station bestimmte Zeitintervalle für Übertragungen exklusiv reserviert. Die Übertragungszeitpunkte können von den sendenden Stationen vorausberechnet werden.

Es ist sehr schwierig, dynamische Reservierungsverfahren mit angemessenem Aufwand zu realisieren. TDMA (Time Division Multiple Access) ist ein Beispiel für ein statisches Schema. Insgesamt kann man sagen, daß die Reservierungstechniken wegen ihrer Inflexibilität nur eine untergeordnete Bedeutung für den PC-Benutzer haben, weswegen diesmal auch die Indianer wegfallen.

Wir besprechen nun wichtige Protokolle im einzelnen.

### CSMA-Protokolle

Diese Carrier-Sense-Multiple-Access-Protokolle (Mehrfachzugriff durch Abhören des »Trägers«) wurden zunächst im Hinblick auf die Übertragung mit Rundfunkwellen definiert. Bei Breitbandsystemen ist während einer Übertragung ein meßbarer Signalträger (Trägerfrequenz-Signal) anwesend, sonst abwesend.

Bei Basisbandsystemen muß die An- oder Abwesenheit einer Sendung durch eine spezielle Signalform dargestellt werden, da man sonst keine Unterscheidungsmöglichkeit zwischen dem Fall, daß keiner sendet, und dem Fall, daß das Medium ausgefallen ist, hat. Der Träger wird also simuliert.

Sendewillige Stationen hören zunächst das Übertragungsmedium ab (Carrier Sensing). Die Station hat Zugang zum Kanal, wenn das Medium frei ist (Random-Access-Zugriff-Methode). Konflikte entstehen genau dann, wenn mehrere Stationen quasisimultan, also innerhalb der Signallaufzeit zwischen den Stationen, eine Übertragung beginnen, weil sie alle vorher das Medium für frei befunden haben. Konflikte können dadurch erkannt werden, daß keine Quittung innerhalb einer Time-out-Periode eintrifft. Die Konflikte müssen dann durch eine Übertragungswiederholung bereinigt werden. Alle Beteiligten an einem Konflikt müssen die Sendung nach dem Ablauf möglichst verschiedener Intervalle wiederholen. Darauf gehen wir später ein. Was aber macht eine Station, wenn sie das Medium als belegt vorfindet. Es gibt hier im wesentlichen zwei Strategien:

- die sanfte: Der Übertragungswunsch wird zurückgestellt und nach einer zufällig gewählten Verzögerungszeit wiederholt. Das Verhalten der Station entspricht also dem Verhalten nach einem Konfliktfall;
- die aggressive: Die sendewillige Station hört den Kanal ununterbrochen ab und wartet darauf, daß er frei wird.

Sobald er frei ist, sendet sie unverzüglich. Ein Konflikt entsteht mit Sicherheit, wenn mehrere Stationen auf das Ende einer Übertragung warten. Die sanfte heißt non-persistent CSMA, die aggressive 1-persistent CSMA. Es gibt dann noch einen Kompromiß zwischen diesen, der leistungsmäßig besser als beide ist, sich jedoch in keinem Produkt niederschlägt.

Voraussetzung dafür, daß CSMA-Methoden funktionieren können, ist, daß der Quotient aus maximaler Signallaufzeit zwischen den Stationen und der Übertragungsdauer einer Nachricht kleiner 1 ist, wie dies bei LAN normalerweise der Fall ist.

Wenn ein Konflikt entsteht, so wiederholt die Station ihren Übertragungsversuch nach Ablauf eines aus einem Verzögerungsintervall zufällig gewürfelten Intervalls. Dabei können erneute Kollisionen nicht ausgeschlossen werden. Wenn Konflikte ein und desselben Paketes mehrfach auftreten, so kann man für die Größe des Verzögerungsintervalls annehmen, daß sie entweder konstant bleibt, was zu einem instabilen Systemverhalten führt, da das System im zunehmenden Maße damit beschäftigt wird, gestaute Kollisionen abzuarbeiten, oder sich nach einer bestimmten Vorschrift verändert. Schön wäre es, diese Vorschrift nach der aktuellen Belastung des Systems als Ganzem auszurichten. Doch dazu steht der einzelnen Station in der Regel keine Information zur Verfügung, da das System verteilt realisiert ist. Ein Indiz ist jedoch die Anzahl der Kollisionen ein und desselben Paketes: Wenn ein Paket mehrfach kollidiert, so kann man davon ausgehen, daß auf dem Medium »viel los« ist. Die Mißweisung hierbei ist sehr gering. Bei realisierten Systemen verdoppelt man die Größe des Intervalls, aus dem gewürfelt wird, nach jeder Kollision, solange nicht mehr als zehn Kollisionen aufeinander folgten (Binary Exponential Backoff). Danach läßt man das Intervall gleich und geht nach einer weiteren Anzahl von Kollisionen mit einem Systemfehler aus dem Protokoll.

Nachteil dieser Art der Konfliktbereinigung: Wenn eine Station das Pech hat, mit ihrem Paket zu kollidieren, so wird sie zusätzlich durch ein immer längeres mögliches Verzögerungsintervall benachteiligt. Das ist nicht fair. Es ist möglich, daß unter besonders ungünstigen Umständen eine Station ein Paket gar nicht losbekommt. Dies ist sicherlich kein Verhalten, wie man es sich bei einem zuverlässigen System wünscht. In der Praxis werden diese Nachteile insbesondere beim Verbund von PCs nicht besonders schwer wiegen, da es äußerst selten vorkommt, daß ein Paket kollidiert. Dies ist jedoch nicht durch prinzipielle Mittel, sondern durch Überdimensionierung des gesamten Übertragungssystems erreicht worden.

**CSMA/CD:** Im Gegensatz zum reinen CSMA haben hier die Stationen die Möglichkeit, die eigene Sendung mitzuhören (CSMA mit Collision Detection). Ein Konflikt kann dann sofort erkannt werden, bei CSMA mußte man ja noch ein relativ langes Zeitintervall auf das eventuelle Eintreffen einer Empfangsbestätigung abwarten. Im Falle einer Kollision wird die Sendung sofort abgebrochen. Ansonsten verhält sich das System wie ein CSMA-System. Kollisionen werden in der Praxis dadurch offenbar, daß eine Signalform auf der Leitung entsteht, die nicht zulässig ist. Die erste Station, die eine solche Signalform bemerkt, sendet das sogenannte JAM-Signal aus, welches sich noch von allen anderen Signalformen unterscheidet. Es muß dies nicht eine gerade sendende Station sein, sondern kann auch eine fremde sein. Jede Station, die sendet und das JAM-Signal hört, bricht die Sendung sofort ab. Dadurch wird der Kanal nur unwesentlich mit Kollisionen belastet.

Ethernet ist ein CSMA/CD-System und der Urvater aller solcher Systeme. Wir werden es im nächsten Kapitel noch genauer besprechen.

**CSMA/CA:** CSMA mit Collision Avoidance. Dieses CSMA-System wird bei dem Hochleistungs-HYPERChannel von Network Systems angewandt (bis zu 4 x 50 Mbit/s Übertragungsgeschwindigkeit). Es ist eine Mischform aus Random Access und Reservierungs-

schema (implizit). Das System verhält sich im Normalfall wie ein aggressives CSMA. Es können so Konflikte auftreten. Im Gegensatz zu CSMA werden weitere Konflikte im Anschluß an eine Übertragung dadurch vermieden, daß alle Benutzer, also auch die nicht am Konflikt beteiligten, paarweise unterschiedliche feste Verzögerungen bis zum Beginn der nächsten Übertragung einhalten. Hierdurch erhält derjenige Benutzer den Kanalzugang, der die aktuell kürzeste Verzögerungszeit besitzt. Technisch wird dies so realisiert, daß jede Station Zähler besitzt, mit denen sie das Eintreffen folgender Ereignisse realisiert:

- ACK-Delay zur kollisionsfreien Übertragung der Empfangsbestätigung für die letzte Sendung auf dem Medium.
- Station Delay; jede Station hat ein eigenes Delay, und wenn es erreicht ist, darf sie den Kanal erneut abhören. Ist er frei, kann die Station davon ausgehen, daß keine andere Station »vor« ihr sendet. Die Stationen »nach« ihr dürfen ja noch kein Carrier Sensing machen. Die Station darf also senden. Ist der Kanal nicht frei, so muß sie ihre Zähler zurücksetzen, und das Spiel beginnt von neuem.
- Total Delay; keine Station nutzt mehr die Prioritätenregelung zum Senden. Es kann dann wieder in den Wettbewerbsmodus übergegangen werden.

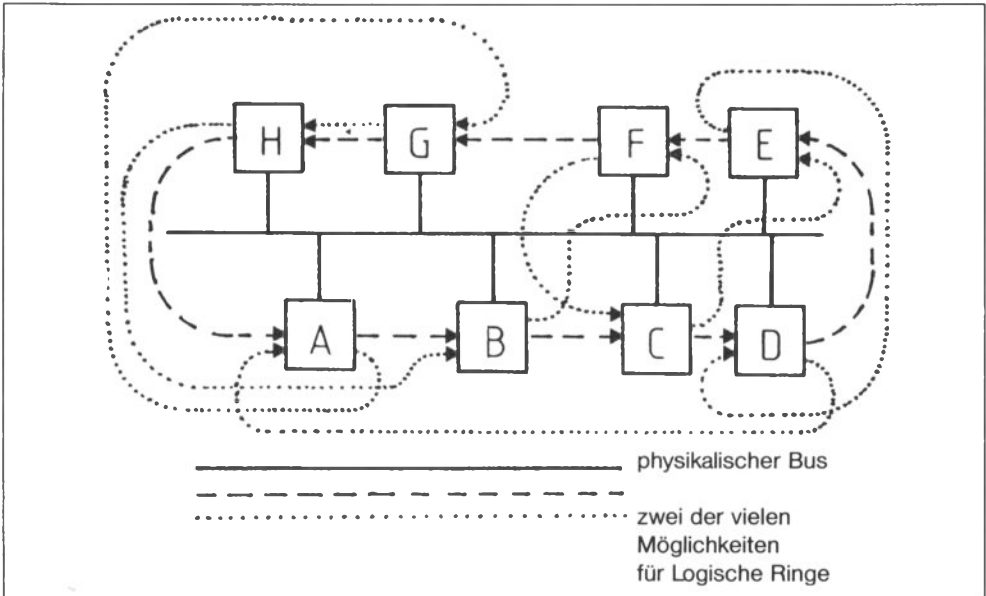
Das CSMA/CA-Protokoll bereinigt einige Schwächen der anderen CSMA-Protokolle, impliziert jedoch eine nicht immer gewünschte Prioritätenregelung.

### Token-Bus

Obwohl im ARCNet der Firma Datapoint schon seit einigen Jahren im Einsatz, hat das Token-Bus-Protokoll in verbesserter Form erst in letzter Zeit an Bedeutung gewonnen. Man will mit Systemen nach diesem Protokoll die Vorteile von Token-Ring-Systemen mit den Vorteilen der Bustopologie (Sendung direkt von der Quelle zur Senke, leichte Verlegbarkeit, technisch einfacher Aufbau, Möglichkeit der Integration in Breitbandsysteme) verbinden, ohne die Nachteile der beiden Systeme in Kauf nehmen zu müssen. Bei einem Token-Bus-System wird auf dem physikalischen Busübertragungsmedium ein logischer Ring etabliert, der nach dem Token-Ring-Protokoll verwaltet wird. Kompliziert? Nein! Man muß nur für eine Station eine Liste führen, die angibt, wer ihr Vorgänger bzw. Nachfolger auf dem logischen Ring ist. Wir nehmen einmal an, eine Anzahl von Stationen am Bus habe diese Information und sei als Ring organisiert. Wie kann dann eine kollisionsfreie Übertragung stattfinden? Wir nehmen an, daß gerade eine Station sendet. Die anderen hören die Sendung und senden nicht. Wenn die aktuelle Station mit ihrer Sendung fertig ist, sendet sie ein spezielles Paket, welches das Token symbolisiert, an ihren Nachfolger. Alle können somit mithören, wer der nächste Sendeberechtigte ist. Die nächste Station kann auf ihr Senderecht verzichten; dann gibt sie das Token an ihren Nachfolger weiter. Sie kann aber auch zuerst senden und dann das Token weitergeben. Unter Beschränkung der maximalen Sendezeit ergibt sich so ein faires Zykeln des Senderechts mit vorhersehbarer Wartezeit.

Was muß gemacht werden, damit eine neue Station in den Ring kann. Von Zeit zu Zeit senden die bereits aktiven Stationen ein Paket aus, das heißt, »will noch jemand in den logischen Ring?«. Meldet sich darauf eine Station, so wird sie Nachfolger der Station, die gerade das Paket ausgesendet hat, und deren alter Nachfolger wird Nachfolger der aktuellen

Station. Melden sich mehrere Stationen auf dieses Paket, so gibt es einen Konflikt. Diesem Konflikt kann man entgegenwirken, indem man von vornherein nur ein gewisses »Adreßfenster« aufmacht, in dem neue Stationen höchstens liegen können. Zur Bereinigung eines Konfliktes kann man das Fenster solange verkleinern, bis nur eine Station als Nachfolger übrigbleibt.



**Bild 5.16:** Organisation eines Token-Bus-Systems.

So kann der logische Ring beliebig wachsen und schrumpfen. Diese Fähigkeit bleibt dem Token-Ring versagt. Auch hier kann es passieren, daß eine Station ausfällt. Sie reagiert dann nicht auf das Token-Paket. Die Station, die als letzte gesendet hat, muß dann einen neuen Nachfolger suchen. Naheliegenderweise ist dies zunächst der Nachfolger des bisherigen Nachfolgers. Also fragt die Station »wer ist Nachfolger meines Nachfolgers?«. Meldet sich hierauf eine Station, ist es gut. Wenn nicht, wird der Versuch wiederholt. Meldet sich immer noch keine, wird ähnlich wie bei der Neuaufnahme einer Station ein Fenster geöffnet, aus dem sich ein neuer Nachfolger rekrutieren muß, denn es gibt mindestens eine Station, der der Vorgänger fehlt. Funktioniert dies alles nicht, so kann die Station davon ausgehen, daß entweder ein fürchterlicher Fehler (Anschlag auf das gemeinsame Übertragungsmedium) vorliegt oder daß der eigene Empfänger defekt ist.

Ein Token-Bus kommt ohne Monitor aus. Er ist sowohl dem CSMA/CD-Bus als auch dem Token-Ring überlegen, weil er fairer als ersterer und flexibler als letzterer ist. Der Token-Bus hat keinerlei offensichtliche Nachteile außer einer gewissen Komplexität der verwendeten Algorithmen. Dennoch sind Token-Bus-Controller bekannt, die billiger sind als alle Ethernet-Controller. Dies kann man darin begründen, daß der prozedurale Teil zwar größer ist, aber durch einen einfachen Mikroprozessor leicht gehandelt werden kann. Dafür entfällt beim Token-Bus der Konflikterkennungsteil mit Echtzeitfähigkeit, der meist

in einer teuren Logikfamilie aufgebaut werden muß, um die Spezifikation zu treffen. Mit mehr oder minder veränderten Token-Bus-Protokollen arbeiten neben dem vorstehend erwähnten ARCNet auch das für den Einsatz in Breitbandnetzen konzipierte LAN/1 oder LAN/PC von 3M, MultiLink von Davong für PCs und die auf dem ARCNet basierenden PLAN 2000, 3000 und 4000 von Sytek/Nestar. Alle diese Systeme haben die Bustopologie zu einer Baum- oder einer beliebig schleifenfreien Topologie verallgemeinert.

# KAPITEL

# 6

## Standards für lokale Netze

### 6.1 Einführung

Im Kapitel 2 haben wir das ISO-Referenzmodell für die Einbettung von Standards kennengelernt. In den letzten Kapiteln haben wir eine Reihe von Systemen für lokale Netze besprochen. Jedes dieser Konzepte ist in sich abgeschlossen, und die meisten sind inkompatibel zueinander.

Man kann ohne Zusatzmaßnahmen nicht davon ausgehen, daß zwei Stationen, die verschiedenen Konzepten angehören, miteinander kommunizieren können, selbst wenn es eine physikalische Verbindung zwischen ihnen gibt. Diese Situation ruft nach der Schaffung von Standards. Dies bringt jedoch erhebliche Schwierigkeiten mit sich. Jede Firma hat nämlich eine eigene Philosophie, wie sie mit ihren Netzwerk-Produkten im Hinblick auf die Mitbewerber umgeht.

Weiterhin haben verschiedene Konzepte schon eine zu weite Verbreitung, als daß man sie bei einem Standard völlig übergehen könnte, was nämlich in letzter Konsequenz zu einer Nicht-Akzeptanz für den betreffenden Standard führen könnte, und dann war die Mühe umsonst.

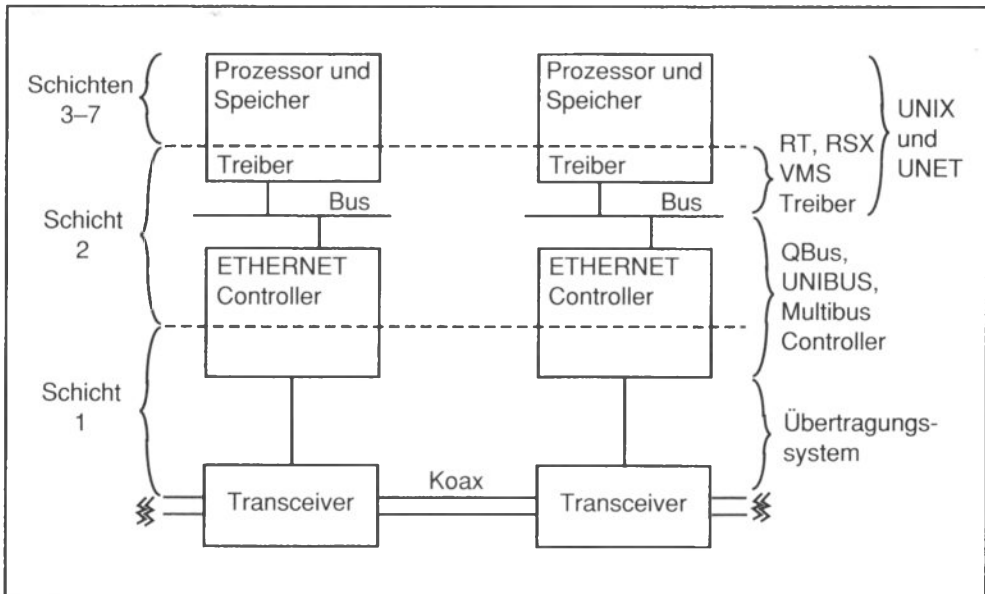
Ein Standard für lokale Netze muß ambivalent sein. Er muß verschiedene Übertragungstechniken und Zugriffsmethoden unterstützen. Er muß des weiteren eine gemeinsame obere Teilschicht definieren, ab der dann alles gleich aussieht. Dann können die verschiedensten Endgeräte ohne größere Schwierigkeiten angeschlossen werden, und das Übertragungssystem wählt dann der Anwender im Hinblick auf von ihm geforderte Qualität des Services.

### 6.2 LAN-Standards und das ISO-Modell

Welche Schichten des ISO-Modells kommen für eine LAN-Standardisierung in Frage? Alle können es nicht sein, denn dem Endbenutzer soll es nicht auffallen, ob er über ein LAN oder eine andere Kommunikationsstruktur mit seinen Partnern »redet«.

Man sollte alle Anwendungsprogramme ohne größere Änderungen benutzen können. Damit scheiden auch die Schichten 5 und 6 für eine LAN-Standardisierung aus. Bleiben die unteren vier. Hier haben sich zwei Standpunkte herauskristallisiert: Der erste besagt, daß nur die Schichten 1 und 2 einer LAN-Standardisierung unterliegen sollten und als Schnittstelle zur Schicht 3 eine recht komfortable zur Verfügung gestellt werden sollte. Die Schichten 3 und 4 gehören dann zu einer globalen Netzwerkarchitektur, die außerhalb des

Betrachtungsbereiches des betreffenden Standards zu sein hat. Diese Sichtweise ist insbesondere nützlich im Hinblick auf hierarchisch verteilte Systeme, in denen die LANs lediglich Kommunikationssubsysteme einer höhergeordneten Systemarchitektur sind. Es wird immer deutlicher, daß dieser Alternative auf Dauer der Vorzug zu geben ist.



**Bild 6.1:** ISO-Schichten und LAN-Funktionalität in einer beispielhaften Ethernet-Kopplung.

Der zweite Standpunkt möchte die Schichten 3 und 4 im Zusammenhang mit den LANs betrachten. Dadurch wird die allgemeine Schnittstelle auf die Schicht 4 gebracht, dort wo auch heute die in der Telekommunikation üblichen Transportschnittstellen zu finden sind. Die Schicht 2 wird dadurch erheblich entlastet, man handelt sich jedoch Probleme mit der Schicht 3, der Vermittlungsschicht ein, weil diese im Hinblick auf alle Möglichkeiten für Subsysteme betrachtet werden muß.

### 6.3 Der IEEE-802-Standard

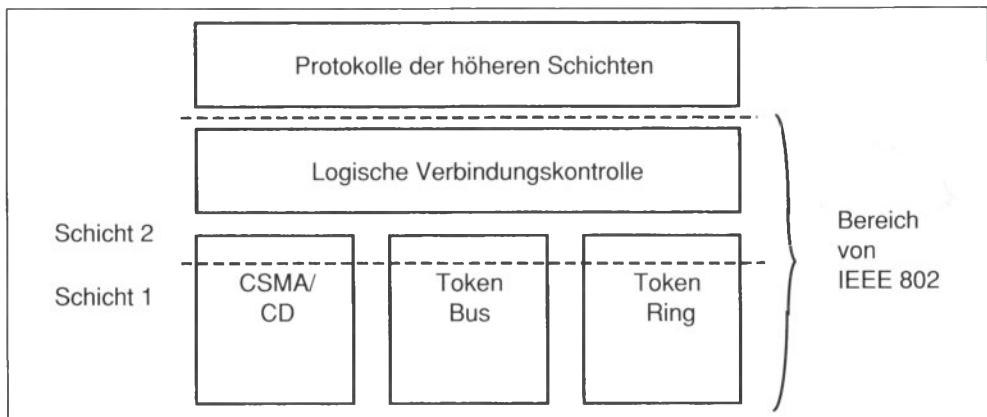
Der von den 802-Arbeitsgruppen des IEEE entworfene Standard unterstützt drei wesentliche Technologien:

- CSMA/CD
- Token-Bus
- Token-Ring

Damit kann der größte Bereich der LANs abgedeckt werden, obwohl IEEE-802 nicht für Höchstgeschwindigkeitsnetze zuständig ist.

Es beschränkt sich auf die unteren zwei Schichten, bezogen auf das ISO-Referenzmodell.

Die Schicht 1 unterstützt die technischen Übertragungssysteme im Hinblick auf die jeweilige Technologie. Die Schicht 2 zerfällt in zwei Unterebenen: Die logische Verbindungskontroll-Unterebene LLC (Logical Link Control) und die Medium-Zugriffskontroll-Unterebene MAC (Medium Access Control). MAC beinhaltet die Mechanismen zur Kanalverwaltung (also CSMA/CD oder Token) einschließlich der Paketbildung und der Fehlerkontrollen, die man von einem System der Sicherungsschicht erwartet.



**Bild 6.2:** IEEE-802-LAN-Standardstruktur.

LLC bildet die vereinheitlichende Schnittstelle, ab der es ohne weitere Modifikationen für alle Übertragungssysteme »nach oben« gleich weitergeht.

Wir wollen uns nun die einzelnen Bestandteile des IEEE-802-Standards näher ansehen:

### IEEE-802-LLC

Diese Unterebene stellt vier wesentliche Services zur Verfügung:

- **Nichtbestätigter verbindungsloser Service:**  
Er liefert die Hilfsmittel, mit denen Netzwerkanschlüsse Dateneinheiten der Verbindungsschicht austauschen können, ohne daß eine virtuelle Verbindungsschichtverbindung aufgebaut werden muß (Logischer Kanal). Der Datentransfer kann von Punkt-zu-Punkt, Punkt-zu-Vielpunkt oder durch Rundsendung erfolgen. Bestätigungen werden nicht ausgegeben.
- **Bestätigter verbindungsloser Service:**  
Analog dem obigen, mit dem Unterschied, daß Empfangsbestätigungen auf der Schicht 2 ausgegeben werden.
- **Verbindungsorientierter Service:**  
Hier werden die Hilfsmittel vorgesehen, um logische Kanäle der Schicht 2 einzurichten, sie zu benutzen, rückzusetzen und sie zu beenden. Die Verbindungen sind Punkt-zu-Punkt-orientiert. Der Verbindungsdienst liefert die Hilfsmittel, durch die eine Netzwerkeinheit den Aufbau einer Verbindung anfordern kann und über ihn informiert wird.



Der verbindungsorientierte Datentransferservice ermöglicht einer Netzwerkeinheit Sendung und Empfang von Verbindungsservice-Dateneinheiten. Weiterhin gibt es Sequencing für die Einhaltung der korrekten Reihenfolge von Paketen in einer längeren Folge, Flußkontrolle zur Vermeidung der Überlastung eines Empfängers oder eines Kanals mit Nachrichten und Wiederaufsetzen (automatisch) nach Fehlern wie Übertragungsfehlern, Verlust von Paketen usw.

Diese drei Services sind in ihrer Gesamtheit sehr leistungsfähig, etwa so wie bei WAN oftmals Transportprotokolle, z.B. CCITT-Empfehlungen.

Andererseits sind auch bei WAN Schicht-2-Protokolle dieser Komplexität bekannt: HDLC und SDLC (High Level bzw. Synchronous Data Link Control) für die Übertragung von Paketen auf Miet- oder Wählleitungen. Der vierte Service ist der Management-Dienst. Er zerfällt in Teilgruppen wie Flußkontroll-Service für die höheren Ebenen, Statusinformationsdienst für lokale und entfernte Verbindungen, Testservice für die eigenen und für entfernte Komponenten, Aktivierungs- und Deaktivierungsdienste für Stations- und Zugriffspunkt-komponenten.

- Management-Dienste sorgen für eine wirklich tragfähige und komfortable Transportarchitektur auf dieser Ebene. Der einzige Einwand, den man angesichts dieser Services machen möchte, ist der des Aufwands. Erfahrungen mit ähnlich komplexen Protokollen haben jedoch gezeigt, daß es möglich ist, VLSI-Einchip-Lösungen für sie zu finden, weswegen ihrem Einsatz in einer breiten Serie nichts entgegensteht.

### IEEE-802-CSMA/CD-System

Die Beschreibung dieses Systems im Standard zerfällt in zwei wesentliche Teile: Die der MAC und die der Bitübertragungsschicht, wobei die Mediumzugriffskontrolle auf die bekannte Art und Weise ausgeübt wird. Die MAC ist gültig für die Systeme, die nach einer der möglichen physikalischen Spezifikationen konstruiert werden. Es ist noch eine Modifikation des bekannten Algorithmus im Gespräch, die sich jedoch nach Expertenmeinung nicht durchsetzen wird. Auf der Bitübertragungsschicht werden sowohl Basisband- als auch Breitbandübertragungssysteme normiert. Das Basisbandsystem entspricht im wesentlichen dem E, es sind jedoch Signalaraten von 1, 5, 10 und 20 Mbit/s wählbar. Die Spezifikation für das Breitbandsystem unterstützt folgende Eigenschaften:

- Übertragungsgeschwindigkeit bis 10 Mbit/s.
- Das Endgerät kann das Breitbandübertragungsmedium und die Mediumzugriffseinheit testen.
- Möglichkeit des Interfaces zu etablierten CATV-Netzwerken, in denen Daten-, Video- und Audioübertragungen simultan stattfinden.
- Unterstützung der höheren CSMA/CD-Funktionalebenen.

Es werden auch hier verschiedene Übertragungsgeschwindigkeiten vorgesehen; für eine 10 Mbit/s schnelle Anfangsversion wurden die Kanäle mit 71,75 und 77,75 MHz Grenzfrequenz vorgesehen. Das System soll als Mid-split-System realisiert werden, wobei ein Bein des so aufgespannten Baumes die Länge 2,8 km nicht überschreiten darf. Eine weitere vorgeschlagene Variante der Breitbandsysteme entspricht in etwa dem IBM/Sytek-PC-Netz. Weiterhin ist als »Cheaper Net« eine billigere Basisbandversion mit maximal 300 m Ausdehnung und 30 Knoten im Gespräch.

Unter dem Kürzel FOSTAR (Fiber Optic Star) wird ein IEEE-802-CSMA/CD-Fiber-Optic-System definiert, welches CSMA/CD MACs durch physische optische Sterne unterstützt. Es sind sowohl passive als auch aktive Sternkoppler in der Diskussion.

FOSTAR-Systeme können mit den metallischen Kabelsystemen gemischt werden.

Ganz neu ist eine Variante des Basisbandübertragungssystems mit verdrehter Leitung.

### **IEEE-802-Token-Bus-System**

Dieses System entspricht dem, was wir in dem betreffenden Abschnitt über den Token-Bus besprochen haben, wenigstens soweit es die MAC angeht. In der physikalischen Ebene werden drei verschiedene Ansätze verfolgt:

- Basisbandsystem, welches zur Verbesserung der physikalischen Übertragungseigenschaften mit FSK-Modulation um 5 MHz operiert und eine beliebige schleifenfreie Topologie mit 1 Mbit/s bedient.
- Basisbandsystem mit phasenkohärenter FSK und 5 bzw. 10 Mbit/s mit CATV-Komponenten.
- Breitbandsystem mit 1, 5, 10 und 20 Mbit/s, AM/PSK-Modulation und CATV-Kompatibilität. Bei AM/PSK wird der Träger sowohl in der Amplitude (AM) als auch in der Phase (PSK) moduliert, wobei die Daten so umgeformt werden, daß am Eingang des Modulators jeweils zwei Bit gleichzeitig stehen. So ist es möglich, auf nur zwei Fernsehkanälen der Bandbreite 6 MHz eine Übertragung von 20 Mbit/s zu realisieren.

Die sogenannten Basisbandsysteme sollten besser als »Einkanal-Breitband-Bus« bezeichnet werden, da ja die Schwingung nicht ab der Grundfrequenz 0 Hz, sondern mit Hilfe der Modulation übertragen wird. IBM bereitet für die Prozeßdatenverarbeitung und andere Echtzeitanwendungen einen wahrscheinlich IEEE-802-kompatiblen oder sogar entsprechenden Token-Bus vor.

### **IEEE-802-Token-Ring**

Die prinzipielle Arbeitsweise des Token-Rings ist uns ebenfalls bekannt. Eine Veränderung gegenüber dem, was wir im Abschnitt über Ringe besprochen haben, ist die Möglichkeit der Einführung verschiedener Prioritätsklassen, die den Algorithmus in nicht unerheblicher Weise komplexer macht. Es gibt vier Klassen, eine Nachricht einer niedrigeren Klasse darf erst dann abgearbeitet werden, wenn die Nachrichten der höheren Klasse(n) bereits transportiert wurden. Es gibt einen Mechanismus, um die Klasse zu wechseln oder sich in einer Klasse Übertragungszeit zu reservieren.

Durch kleinere Veränderungen des Protokolls ist eine Monitorstation nicht unbedingt notwendig, wird aber auch nicht ausgeschlossen.

Es gibt auch hier wieder zwei verschiedene physikalische Ebenen: Die erste spezifiziert ein Basisbandübertragungsmedium mit verdrehtem Doppelkabel und 1 oder 4 Mbit/s Übertragungsrate, die zweite spezifiziert ein Basisbandübertragungsmedium mit Koaxialkabel und 4, 20 oder 40 Mbit/s Übertragungsrate. Beide Systeme arbeiten mit differentieller Manchester-Codierung.

## IEEE-802-Netzwerk-Management

Im IEEE-Standard werden in Übereinstimmung zu den betreffenden Vorschlägen des ISO-Referenzmodells für alle Schichten aller Versionen Netzwerk-Management-Schnittstellen definiert. Benutzer eines offenen Systems haben einen weiten Bereich von Anforderungen an die Informationsverarbeitung, die den Gebrauch von Betriebsmitteln erforderlich machen, die über mehrere offene Systeme verteilt sind. Sie brauchen also:

- Standardmanagementfunktionen, die leicht anzuwenden sind, und Planung, Organisation, Überwachung und Kontrolle des Gebrauchs der Betriebsmittel ermöglichen.
- Flexibilität zur Erleichterung von Änderungen im Zuge eines geänderten Anforderungsprofils.
- Umgebungsmöglichkeiten innerhalb der Standards immer, wenn spezifische, systemabhängige Dienste in Anspruch genommen werden.
- Sicheres und voraussehbares Verhalten der offenen Systeme, die die Anwendung unterstützen.
- Schutz der Informationen und Authentifikationsmöglichkeiten für Quellen und Senken von Informationen.
- Zuverlässige Meldungen über Systemfehler, die die Anwendung zuverlässig oder nicht verfügbar machen, wobei undefinierte Zwischenzustände ausgeschlossen werden sollen.
- Überwachung und Kontrolle von Kosten.
- Spezifikation von Leistungskriterien für die Anwendungen.
- Eine Kommunikationsmöglichkeit mit den Managementeinrichtungen für die offenen Systeme.

Das letzte Ziel aller Maßnahmen, die diese Forderungen unterstützen, ist die Erleichterung der Benutzung der Systeme.

Die Managementfunktionen werden in drei Gruppen aufgeteilt:

- Anwendungs-Management: Anwendungsprozeßkontrolle, Freigabe von Betriebsmitteln, Nebenläufigkeitskontrolle, Bindungskontrolle, Wiederaufsetzkontrolle nach Fehlern, Sicherheitskontrolle (z.B. Paßwörter).
- System-Management: Eintragung eines Systems oder Subsystems als Offenes System, Aktivierung und Deaktivierung von Systemen, Titelmanagement, Rekonfiguration, OSI-Betriebsmittel-Zuteilung.
- Schichten-Management: Sammlung von Statistiken über die Verbindungen, Erfassen und Melden von Fehlern, Eintragen/Löschen/Zuteilung/Freigabe von Kommunikationsbetriebsmitteln im Auftrag des System-Managements, Tests und Auswertung dieser.

Speziell für das LAN-Management werden folgende Konzepte als Basis angegeben:

- Es existiert eine Hierarchie von Management-Leveln innerhalb des Modells:  
 global (über verbundene Netzwerke),  
 Netzwerk (ein einzelnes Glied einer Reihe),  
 Knoten (ein einzelnes End-System im Netzwerk),  
 Schicht (eine einzelne Schicht).

- End-zu-End-Protokolle zwischen den Schichten werden zu Managementzwecken mitbenutzt.
- Es gibt in jeder Schicht Managementfähigkeiten.

Auf die Mechanismen zur Durchsetzung dieser Maßnahmen können wir leider an dieser Stelle aus Platzgründen nicht mehr eingehen.

### **IEEE 802 – Weitere Arbeitsgruppen**

IEEE 802 befaßt sich noch mit anderen als den aufgeführten Fragestellungen wie allgemeine Breitbandempfehlungen, Fiber-Optic-Medien, Internetworking und Metropolitan Area Networks.

In der Zukunft werden diese Arbeitsgruppen zu einer weiteren Vereinheitlichung der LAN-Landschaft beitragen.

Es ist beabsichtigt, den Slotted-Ring zu standardisieren.

### **Andere Aktivitäten der Standardisierung**

ECMA (European Computer Manufacturers Association) befaßt sich ebenfalls mit LAN-Standards, wobei jedoch glücklicherweise in den meisten Fällen auf IEEE-Empfehlungen zurückgegriffen wird. ECMA versucht, diese Standards nach oben an europäische Normen für Netzwerke anzupassen. Die ECMA-Standards befinden sich jedoch noch nicht in einem Stadium, in dem man ein endgültiges Urteil fällen könnte. Es werden ebenfalls die drei Ansätze CSMA/CD, Token-Bus und Token-Ring unterstützt. Außer der Gruppe 802 befassen sich bei IEEE noch weitere Arbeitskreise mit lokalen Netzen, und zwar im Hinblick auf die industrielle Anwendung in der Produktionsumgebung und im Hinblick auf Höchstgeschwindigkeitsnetze. Auch diese Aktivitäten müssen noch weiter vorangetrieben werden, ehe man ein abschließendes Urteil über sie fällen könnte. Nur wenige Hersteller sind heute in der Lage, Standard-entsprechende Systeme anzubieten, was sich sicherlich in den nächsten zwei Jahren drastisch ändern wird.

## **6.4 High Speed Local and Metropolitan (Corporate) Area Networks**

In den letzten fünf Jahren, also innerhalb der Etablierungsphase der »klassischen« lokalen Netze etwa nach dem Standard IEEE 802, hat die Entwicklung der nachrichtentechnischen Komponenten auf der Basis von Glasfasern große Fortschritte gemacht. Gleichzeitig wurden neue Steuer- und Kommunikationselektroniken auf LSI-Basis entwickelt, die es nunmehr möglich machen sollten, Hochgeschwindigkeitsnetze zu entwickeln, deren Gesamtübertragungsgeschwindigkeit 100 Mbit/s deutlich übersteigt. Bisher gab es nur ein kommerzielles Netz, welches diesem Wert nahekommen konnte, nämlich den HyperChannel.

Eine erhöhte Datenübertragungsgeschwindigkeit verleiht dem LAN eine neue Qualität bezüglich der Integration verschiedener Dienste. Lediglich die Breitbandnetze boten bisher akzeptable Integrationsmöglichkeiten auf verschiedenen Kanälen.

Ein Netzwerk mit über 100 Mbit/s sollte das Spektrum von Sprach- über Daten- und Rechner- bis hin zur Bewegtbildkommunikation abdecken.

Ein anderer Aspekt bei Hochgeschwindigkeitsnetzen ist ihre Verwendbarkeit als Backbone-Netzwerk für in der Regel langsamere Subnetze und die Verwendung als I/O-Subsystem bei Supercomputern.

Im Rahmen dieses Buches können die wichtigsten Projekte in dieser Richtung nur kurz skizziert werden, da das innere Verständnis von vielen technischen Einzelheiten abhängt, die der geneigte Leser der angegebenen Literatur entnehmen möge. Heute ist noch keines der Systeme mit Ausnahme des HyperChannels von Network Systems so weit verbreitet, daß man von einer Dominanz sprechen könnte. Für Personalcomputer sind vor allem die Backbone-Netze interessant, da sie langsamere LANs miteinander verbinden können. Vor allem der Standardisierungsvorschlag FDDI wird bald ein breiteres Fachpublikum beschäftigen. Die schnellen Netze können wie folgt klassifiziert werden:

- *HSLAN (High Speed Local Area Network)*, etwa 100 Mbit/s. schnell, einzusetzen in der herkömmlichen Umgebung eines Rechenzentrums als schnelle Verbindung zwischen Rechenkernen und als Backbone zwischen langsameren LANs. Als Verkehrsart wird primär Bursty-Verkehr unterstützt, wie er in der reinen Datenkommunikation hauptsächlich auftritt.
- *MAN (Metropolitan Area Network)*, schnell wie ein HSLAN ist es in der Lage, größere Entfernungen (hunderte km) zu überbrücken. Es hat nicht primär die Aufgabe, eine Rechnerkopplung zu realisieren, sondern verbindet auf einem größeren Gelände digitale Nebenstellenanlagen und LANs untereinander. Es transportiert Daten aus regelmäßigem synchronen Verkehrsaufkommen wie zwischen Nebenstellenanlagen genauso gutartig wie Daten von Bursty-Usern, wie sie in einem LAN vorkommen. In der Bundesrepublik Deutschland wird die DBP die Ausbreitung von städteübergreifenden MANs nicht fördern. Denkbar ist jedoch eine Anwendung auf großen Geländen (Corporate Backbone Network) von Firmen oder Forschungseinrichtungen.
- *SCLAN (Super Computer Local Area Network)*. Hier ist die technologische Spitze zu suchen, da eine Geschwindigkeit von ca. 1 Gbit/s. angestrebt wird, um die Supercomputer angemessen mit Daten versorgen zu können. Die räumliche Ausdehnung ist hierbei nicht so wichtig.

Die HSLANs sind eine logische Fortentwicklung der »herkömmlichen« lokalen Netze, einfach für die Anwendungsfälle, in denen eine Übertragungsgeschwindigkeit von einigen wenigen Mbit/s nicht hinreichend erscheint. Man braucht schon heute nicht lange zu suchen, bis man derartige Anwendungsfälle findet, sei es File Transfer zwischen Großrechnern oder komplexe Ein-/Ausgabe von Großrechnern auf leistungsfähige Workstations.

Seit über einem Jahrzehnt gibt es bereits ein HSLAN, den HyperChannel von Network Systems. Ein Koaxialkabel dieses Netzes kann brutto bis zu 50 Mbit/s. übertragen, bis zu vier Koaxialkabel sind parallel möglich. HyperChannel ist ein weithin etabliertes System, nicht nur aufgrund seiner Geschwindigkeit, sondern auch wegen der Vielzahl von Interfaces zu den unterschiedlichsten Rechenanlagen. HyperChannel war schon eine offene Kommunikationslösung, als Standards für das ISO-Referenzmodell noch nicht das Papier wert waren, auf dem man sie gedruckt hatte. Durch Industriestandards wie die TCP/IP-Protokollfamilie des DoD hat sich diese Situation heute etwas geändert, gleichermaßen hat

HyperChannel auf alle derartigen Entwicklungen angemessen reagiert und ist immer noch ein äußerst attraktives System. Vor allem stützt es sich auf eine Reihe von Anwendungserfahrungen, die andere schnelle Systeme nicht haben können. Es gibt heute eine ganze Familie von Vernetzungsprodukten der HyperChannel-Linie, auf die wir im nächsten Kapitel eingehen werden. HyperChannel ist ein Industriestandard.

- *FDDI (Fiber Distributed Data Interface)* ist ein ANSI-Standardisierungsvorschlag für einen 100 Mbit/s. Token-Ring /FDD 86 a,b und c/, /JOS 84/,/COO 87/. Das FDDI-Protokoll ist eines der wenigen Zugriffsmethoden, die speziell für eine hohe Bandbreite und für die Verwendung eines Glasfasersystems entworfen wurden. Der FDDI-Ring soll auf einer maximalen Länge von 100 bis 200 km etwa 500 bis 1000 Stationen, die jeweils bis zu 2 km auseinanderliegen, bedienen können. Daher kommt er auch als Backbone-Netzwerk in Frage.

Aus Zuverlässigkeitsgründen werden Glasfaserdoppelleitungen verwandt, für die 100/400-, 62,5/125- und 85/125-Mikron-Fasern vorgeschlagen werden. Die Wellenlänge ist auf 850 nm festgelegt.

Die Topologie ist prinzipiell die eines Doppel-Rings, jedoch werden die Stationen in zwei Gruppen aufgeteilt, nämlich relativ aufwendige »Typ-A-Stationen«, die direkt an beide Ringe angeschlossen werden und einfachere »Typ-B-Stationen«, die ähnlich den Stationen im IBM-Token-Ring-Netzwerk nicht unmittelbar, sondern aus Zuverlässigkeitsgründen über Konzentratoren versorgt werden.

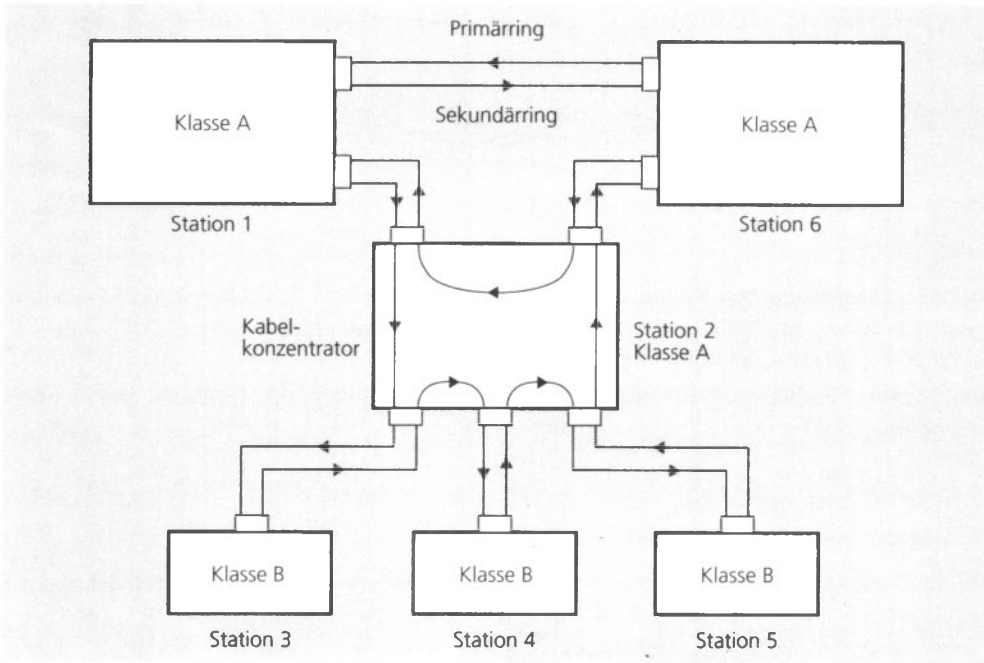
Zur Überbrückung von Leitungsfehlern sieht FDDI vor, daß das Netzwerk aus zwei Ringen besteht, einem Primär- und einem Sekundär-Ring, die beide in entgegengesetzter Richtung laufen. Der Sekundärring wird in der Regel als reiner Backup-Ring betrieben. ANSI schließt jedoch eine Verwendung zur Kapazitätssteigerung nicht aus.

A-Stationen können mit einem optischen Bypass ausgestattet sein, um einen eventuellen Stationsausfall zu überbrücken. Die A-Stationen besitzen eine intelligente Komponente, den Stations-Manager (STM). Dieser ist in der Lage, Leitungsfehler zwischen A-Stationen zu erkennen.

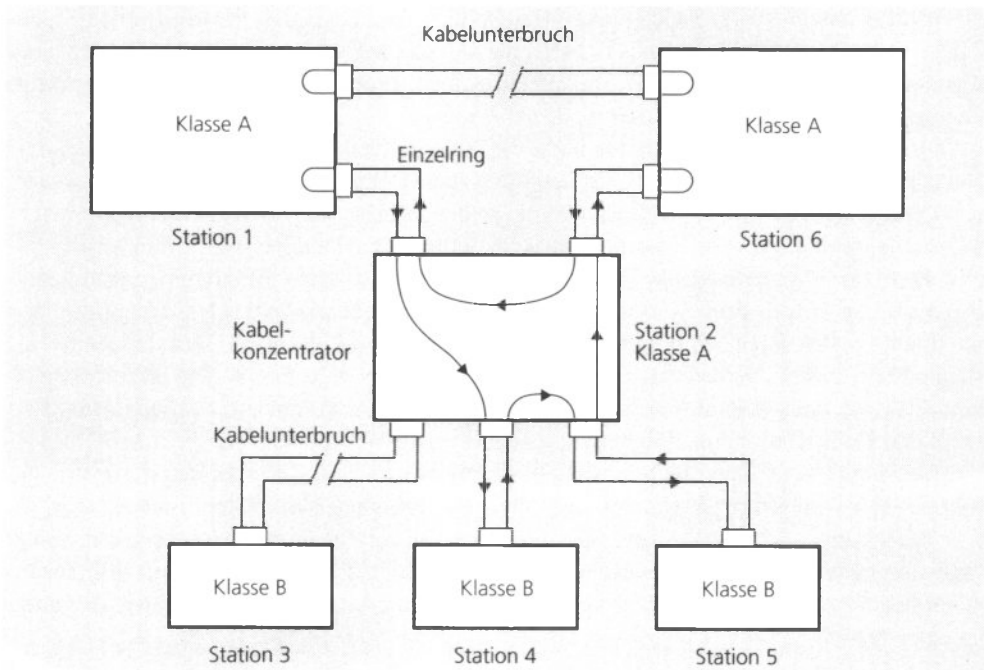
Das FDDI-Zugriffsprotokoll entspricht im wesentlichen dem Token-Ring-Protokoll nach IEEE 802.5. Ein grundsätzlicher Unterschied ergibt sich in der Art und Weise der Erzeugung eines Frei-Tokens durch die sendende Station nach Abschluß einer Sendung. Innerhalb des FDDI gibt eine Station das Frei-Token unmittelbar nach Aussendung des letzten Datenpakets innerhalb der maximalen Sendedauer auf den Ring während bei IEEE 802.5 das Frei-Token erst nach Wiederankunft des (einzigen) Datenpakets bei der sendenden Station auf den Ring darf. FDDI läßt die Sendung mehrerer Pakete innerhalb eines Token-Besitzes zu, IEEE 802.5 nur die Sendung eines einzigen Pakets.

FDDI unterstützt die LLC (Logical Link Control) nach IEEE 802. Damit ist das System hervorragend als Backbone für bestehende heterogene Netze und Nebenstellenanlagen geeignet. Es ist eine weitere Version, FDDI II im Gespräch, die die FDDI-Kapazität in 16 dynamisch programmierbare Kanäle von 6,144 Mbit/s. unterteilt und damit besonders den T-Träger für Nebenstellenanlagen unterstützt.

FDDI-Systeme gibt es z.B. von BICC, FIBRONICS, HASLER und Network Systems. Auch Schneider & Koch arbeiten an einem preiswerten FDDI.



**Bild 6.3:** FDDI-Ring-Topologie.



**Bild 6.4:** Rekonfigurierter FDDI-Ring.

# KAPITEL

# 7

## Lokale Netze – die Hardware

In den vorangegangenen Kapiteln wurden die Grundlagen der Technologie für lokale und andere Netze so ausführlich wie für diesen Zweck notwendig besprochen. Dabei wurde vor allem Wert auf eine architekturelle Einbindung gelegt.

Für den Verbund von Personalcomputern sind vor allem drei Aspekte von hohem Interesse:

- LAN-Hardware
- PC-LAN-Software
- Anwendungsprogramme

Bei der LAN-Hardware, die wir in diesem Kapitel betrachten, wollen wir den Schwerpunkt auf besonders weitverbreitete Produkte legen. Und das sind der durch IBM initiierte Token-Ring und das Ethernet. Für beide Systeme gibt es eine Reihe von Produktlinien, die wir ebenfalls kurz anreißen werden. Zusätzlich sind noch einige alternative Konzepte wie Breitbandnetze oder besonders schnelle Netze zu erwähnen. Schließlich müssen wir noch einen Blick darauf werfen, wie man die Hardware am besten in den PC integriert. Es kann jedoch nicht Aufgabe dieses Buches sein, eine aktuelle Marktübersicht zu geben, da sich ja fast täglich etwas ändert, neue Dinge hinzukommen, Produktlinien die Firmen wechseln, Distributoren oder andere Anbieter pleite gehen, usw.

Die PC-LAN-Software bestimmt mehr als alle anderen Komponenten die Gesamtleistungsfähigkeit des Systems. Für das Betriebssystem DOS müssen Erweiterungen geschaffen werden, die es erlauben, daß ein PC mit dem Betriebssystem DOS in einer Netzumgebung arbeiten kann. Diese Erweiterungen sind entweder herstellerspezifisch oder herstellernerneutral. Eine spezifische Erweiterung ist das IBM-PC-LAN-Programm, neutral sind NetWare von Novell oder 3+ (Open) von 3COM. Eine äußerst hohe Heterogenität lassen die Elemente der DoD-Protokollfamilie zu (TCP/IP-Protokolle), die sich ebenfalls mit steigender Tendenz verbreiten. Dies ist Gegenstand des Kapitels 8. Die Betrachtungen beziehen sich vor allem auf DOS, da es das am weitesten verbreitete Betriebssystem ist; OS/2 und Unix-Kommunikation betrachten wir in späteren Kapiteln.

Auf einem Netz sollten auch Anwendungsprogramme laufen. Da es langweilig ist, die bekannten Anwendungsprogramme auf ihre Netzfähigkeit abzutesten, werden wir im Kapitel 9 vielmehr grundlegende Eigenschaften in bezug auf die Netzfähigkeit sowie Realisierungen von wichtigen Hilfsfunktionen wie der PC-Host-Kopplung besprechen. Auch hier ist wiederum zwischen herstellergebundenen und herstellernerneutralen Aspekten zu unterscheiden.



## 7.1 Ring-LAN-Produkte

Es gäbe heute wahrscheinlich gar keine Ring-LANs, wenn IBM nicht immer wieder auf diesem Konzept beharrt hätte. Immerhin hat IBM für das Ausbrüten des Token-Ring-LANs fast zehn Jahre länger gebraucht als die Ethernet-Gruppe (DEC, INTEL und XEROX) für ihr Bus-LAN. So stehen diese Produktlinien nebeneinander, auch in der Internationalen Standardisierung. Beide sind Defacto-, Industrie- und »echte« Standards. Um beide Systeme rankt sich eine Vielzahl von Nachahmern, die alle die Grundsysteme im Preis-/Leistungsverhältnis schlagen möchten und dies auch meistens schaffen. Dennoch muß man gehörig aufpassen, wenn man ein kompatibles System einsetzt. Es könnte nämlich passieren, daß der Begriff der Kompatibilität etwas großzügig gewählt wurde und einige Funktionen doch nicht vorhanden sind, oder anders als angegeben oder gar nicht funktionieren. Sollte der Leser den Einsatz eines kompatiblen Produktes planen, so muß er es auf jeden Fall in allen möglichen Kombinationen, die ihm für den Einsatz vorschweben, ausprobieren. Zu seinem Trost sei hinzugefügt, daß die Erfahrung lehrt, daß er dies auch mit »Original«-Teilen machen muß, denn auch diese können selbst alte Hasen mitunter zur Verzweiflung treiben.

### 7.1.1 Das IBM-Token-Ring-Netzwerk

Ende 1985 wurde von der IBM das IBM-Token-Ring-Netzwerk vorgestellt. Das Entwicklungsziel der IBM war die Bereitstellung eines möglichst preiswerten, ausbaufähigen Hochgeschwindigkeitsnetzwerkes mit einer Basisbandübertragungstechnik. Haupteinsatzgebiet dieses Netzes ist aus Sicht der IBM die Bürokommunikation. In Zukunft sollen Daten, Grafiken, Texte, ja sogar digitalisierte Sprache zwischen allen IBM-Produkten aus dem Bereich Bürokommunikation über dieses Netz transportierbar sein.

#### Überblick

Das Token-Ring-Netzwerk verwendet das IBM-Verkabelungssystem.

Das IBM-Token-Ring-Netzwerk entspricht den internationalen Standards für Token-Ring-LANs von ECMA und IEEE (IEEE 802.2 und 802.5). Es ist ein offenes Netz, das den Anschluß von IBM- und »Nicht-IBM«-Geräten erlaubt. Entsprechende Adapterkomponenten stellt Texas Instruments her, die inzwischen in Produkten von Bridge und 3COM verwendet werden. Auch Ungermann-Bass und ein paar andere Hersteller haben Token-Ring-Erweiterungen ihrer Produktpalette angekündigt.

IBM wird weiterhin »mehrgleisig« fahren und zumindest das PC-Network in Basisband- und Breitbandversion (siehe später in diesem Kapitel) sowie Industrie-LANs nach der Empfehlung MAP (Manufacturing Automation Protocol, siehe Kapitel 12) unterstützen. Für PC-Network spricht die einfache Installation des Netzes und der günstigere Preis. Eine spätere Integration eines PC-Networks in ein Token-Ring ist mit Hilfe des »IBM-Token-Ring-Network/IBM-PC-Network-Interconnect-Programm« jederzeit möglich.

Zum Anschluß an den Token-Ring bietet IBM Hard- und Softwareprodukte an, die es erlauben, alle Personalcomputer (PC) der IBM-Familie (PC, PC-XT, PC-AT, 6150) sowie alle Systeme der Familie PS/2 an den Token-Ring anzuschließen. Die Netzsoftware für die

PCs basiert auf dem Betriebssystem PC-DOS ab Version 3.2 oder OS/2. Die Front-End-Prozessoren der Familie IBM 3720/25, die Cluster Controller IBM 3174 (remote und lokal), die Serie/1, die Abteilungsrechner 9370 und weitere Geräte sind ebenfalls direkt an den Token-Ring anschließbar.

Der IBM 3720/25/45 bzw. der IBM 3174 01L können dabei die Rolle eines Hochgeschwindigkeits-Gateway für die PCs zum Mainframe übernehmen. Voraussetzung hierfür ist die Implementierung der IBM-PC-3270-Emulation-Software Version 3 (siehe auch Kapitel 8 und 9).

Die Anschlußmöglichkeiten werden laufend erweitert. Die neuen 3172-LAN-Steuereinheiten z.B. ermöglichen einen unmittelbaren Anschluß von LANs an 1370-Kanäle. Entsprechende Erklärungen von IBM lassen hoffen, daß auch zukünftige Produkte, wie neue Steuereinheiten und Prozessoren entweder direkt an den Token-Ring anschließbar sind, oder aber mit einer Anschlußmöglichkeit (PC als Gateway) an den Token-Ring ausgestattet werden können.

Zur COMDEX 88 stellte IBM Adapterkarten vor, die die Leistungsreserven des Token-Ring-Systems besser ausnutzen: Die Übertragungsgeschwindigkeit ist auf diesen Karten zwischen 4 und 16 Mbit/s. umschaltbar. Die Verkabelung ist für beide Datenraten gleich, sogar neue Zwischenverstärker und Lichtwellenleiterumsetzer erlauben das Umschalten, ein bislang in Großserie einmaliges Feature eines LANs. Das 16-Mbit/s-Token-Ring-LAN kann z.B. als Backbone für langsamere Ringe oder zur Ansteuerung unterschiedlicher, alternativer Hosts benutzt werden. Die nächste Entwicklungsstufe wird ein glasfaserbasierter Token-Ring mit 100 Mbit/s. sein, der dazu dienen wird, die LANs in den einzelnen Ableitungen oder Bereichen zu einem einheitlichen Netz zu koppeln, das die Kommunikation untereinander ohne die Zwischenschaltung des Mainframes ermöglicht. Der Standardisierungsvorschlag FDDI (Fiber Distributed Data Interface) [FDD 87] bietet hierfür eine geeignete Basis. Zusammenfassend sind in der Tabelle (Bild 7.1) die wichtigsten Daten über den Token-Ring zusammengestellt.

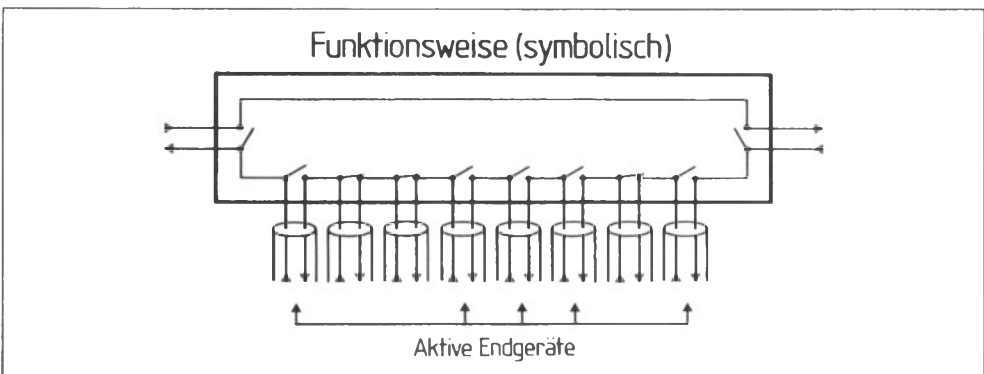
Bezeichnung	Beschreibung
Übertragungsmöglichkeit	IBM-Kabel Typ 1, 2, 5 oder Fremdkabel nach IBM-Kabel Typ 3 oder 5
Zugangsverfahren	IEEE 802.5 (Token-Ring) 802.2 (LLC)
Übertragungsrate	4 oder 16 Mbit/s.
Topologie	Sternförmig verkabelter Ring
maximale Ringlänge	Abhängig von der Zahl der Endgeräte, der Verteiler der verwendeten Kabel und der Verstärker
maximale Zahl der Anschlüsse	ca. 260 pro Token-Ring. Mehrere Token-Ring-Netze sind über Bridges zusammenschaltbar (maximal 9999 Stationen)

Bezeichnung	Beschreibung
Schnittstellen zu SNA (3270)	über SDLC-Adapter über 3278-Karte über 3720/25 über 3174 01L, über 3172 über /1; AS/400; 9370 u.a.
zu asynchronen Systemen zu Ethernet	über asynchronen Comm. Server über Novell Hard- und Software von 3COM, Bridge

**Bild 7.1:** Steckbrief IBM-Token-Ring.

### Hardware und Firmware

Das IBM-Token-Ring-Netzwerk ist ein »Star-Shaped Ring«, also ein Ringnetzwerk, welches aus Sicherheits-, Fehlertoleranz- und Redundanzgründen aus einer Reihe ringförmig gekoppelter Sterne gebildet wird, sich logisch aber wie ein Ring verhält.



**Bild 7.2:** Ringleitungsverteiler IBM 8228. Quelle: IBM.

Jedes der am Ring angeschlossenen Endgeräte regeneriert das ankommende Signal (Zwischenspeicherung eines Bits des Datenstroms in jedem angeschlossenen Endgerät) und reicht die Information an die nächste Station weiter. Es werden passive Signalverstärker von IBM für ihr Verkabelungssystem angeboten, wenn größere Entfernungen überwunden werden müssen.

Bei Verwendung von Lichtwellenleitern mit den entsprechenden Umsetzern besteht physikalisch kaum eine Entfernungsbeschränkung, da die entsprechenden Lichtleiterumsetzer beliebig oft kaskadiert werden können.

Der Anschluß der Endgeräte an den Token-Ring erfolgt über den Ringleitungsverteiler 8228 von IBM. Er enthält Anschlußpositionen für maximal acht anschließbare Endgeräte und bildet für diese acht Endgeräte einen »internen« Ring. Der Ringleitungsverteiler selbst benötigt keine eigene Stromversorgung. Die Ansteuerung seiner Funktionen erfolgt durch die angeschlossenen Endgeräte. Zur Vergrößerung des Netzes können bis zu 33 Ringlei-

tungsverteiler zu einem Ring zusammengeschaltet werden. Dabei wird jeweils die Ausgangsbuchse des einen Ringleitungsverteilers mit der Eingangsbuchse des nächsten Ringleitungsverteilers verbunden. Diese Buchsen unterscheiden sich in ihrer Funktionsweise von den Anschlußpositionen für Endgeräte. Es gibt verschiedene Methoden zur Sicherung der Operabilität des Netzes.

Der Ausfall eines Endgerätes ist völlig unproblematisch, da einfach im Ringleitungsverteiler der entsprechende Endgeräteanschluß überbrückt wird. Dazu ist der Ringleitungsverteiler grob gesagt aus Relais aufgebaut, die im stromlosen Zustand durchschalten. Erst wenn ein Endgerät angeschlossen wird und dem Relais Strom spendiert, kann dieses umschalten und das Endgerät an den Ring bringen. Daher benötigen die Ringleitungsverteiler auch keinerlei Stromversorgung, ein Aspekt, der sich bei der Installation als besonders praktisch herausstellt. Fällt also ein Endgerät oder die Leitung zu einem Endgerät aus, so macht dies weiter nichts. Aus diesem Grunde braucht man auch bei der Installation nicht immer alle Plätze des Ringleitungsverteilers mit Endgeräteanschlüssen zu belegen. Viel besser ist es, für spätere Erweiterungen ein paar Plätze freizuhalten.

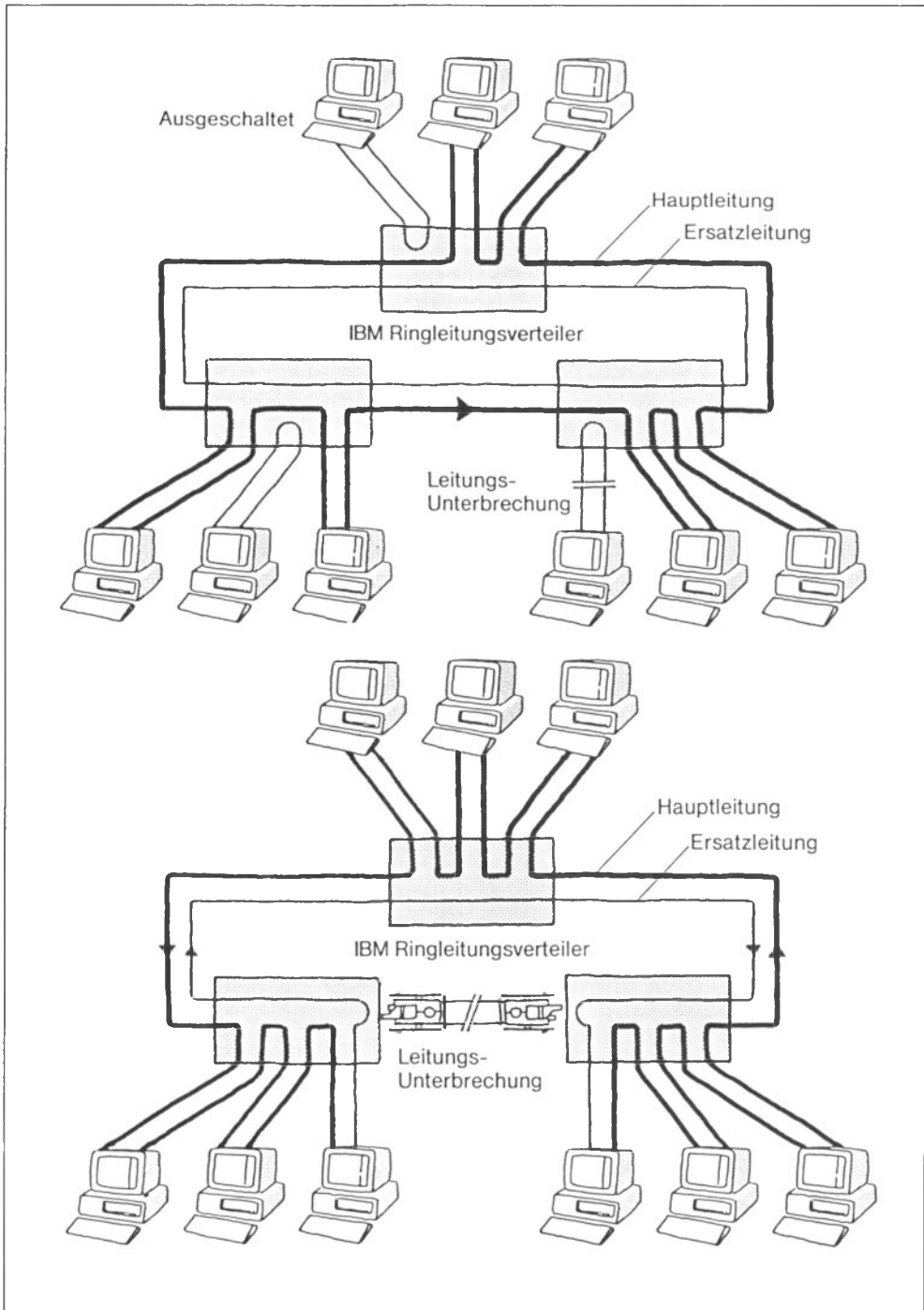
Fällt die Leitung zwischen zwei Ringleitungsverteilern aus, so nutzen die Verteiler links und rechts der Ausfallstelle weitere Relais, um die bislang nicht benutzte, zweite Token-Ring-Leitung zu aktivieren. Das Signal läuft sozusagen auf der inneren Leitung zurück.

Die Reaktion des Token-Rings auf Fehler ist im Grunde genommen so elegant gelöst, daß man derartige Ausfälle gar nicht bemerken würde, wenn das System-Management nicht hieran erinnerte.

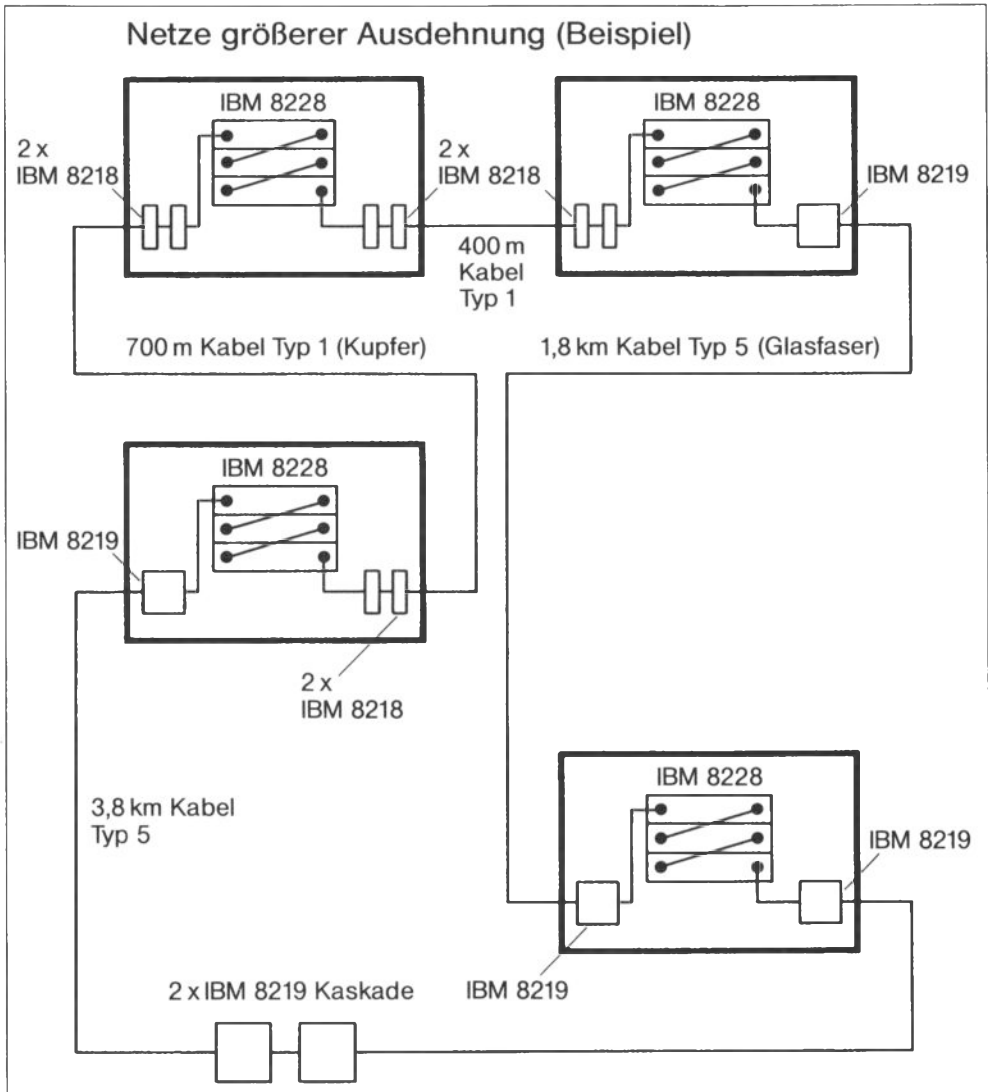
Durch den Einsatz von Leitungsverstärkern des Typs 8218 bei Verwendung des Kabels vom Typ 1 erhöht sich die maximale Entfernung zwischen zwei Ringleitungsverteilern auf jeweils ca. 750 m. Da sowohl Haupt- als auch Ersatzleitung verstärkt werden müssen und der Ringleitungsverstärker nur in einer Richtung verstärken kann, werden pro Strecke vier Leitungsverstärker benötigt.

Bei Verwendung von Lichtwellenleitern und den Lichtleiterumsetzern von IBM (Typ 8220) erhöht sich diese Entfernung auf zwei Kilometer bei Verwendung von IBM-Kabeltyp 5 (100/140 Mikron). Auch andere Kabeltypen wie das in Europa primär verwandte 50/125-Mikron-Kabel sind verwendbar. Die Lichtleiterstrecken sind kaskadierbar. Theoretisch besteht also keine Entfernungsbeschränkung mehr zwischen zwei Ringleitungsverteilern. Praktisch ergeben sich jedoch irgendwann Laufzeitprobleme. Da ein Lichtleiter sowohl die Hauptleitung als auch die Ersatzleitung versorgen kann, sind pro Strecke nur zwei Lichtleiterumsetzer erforderlich.

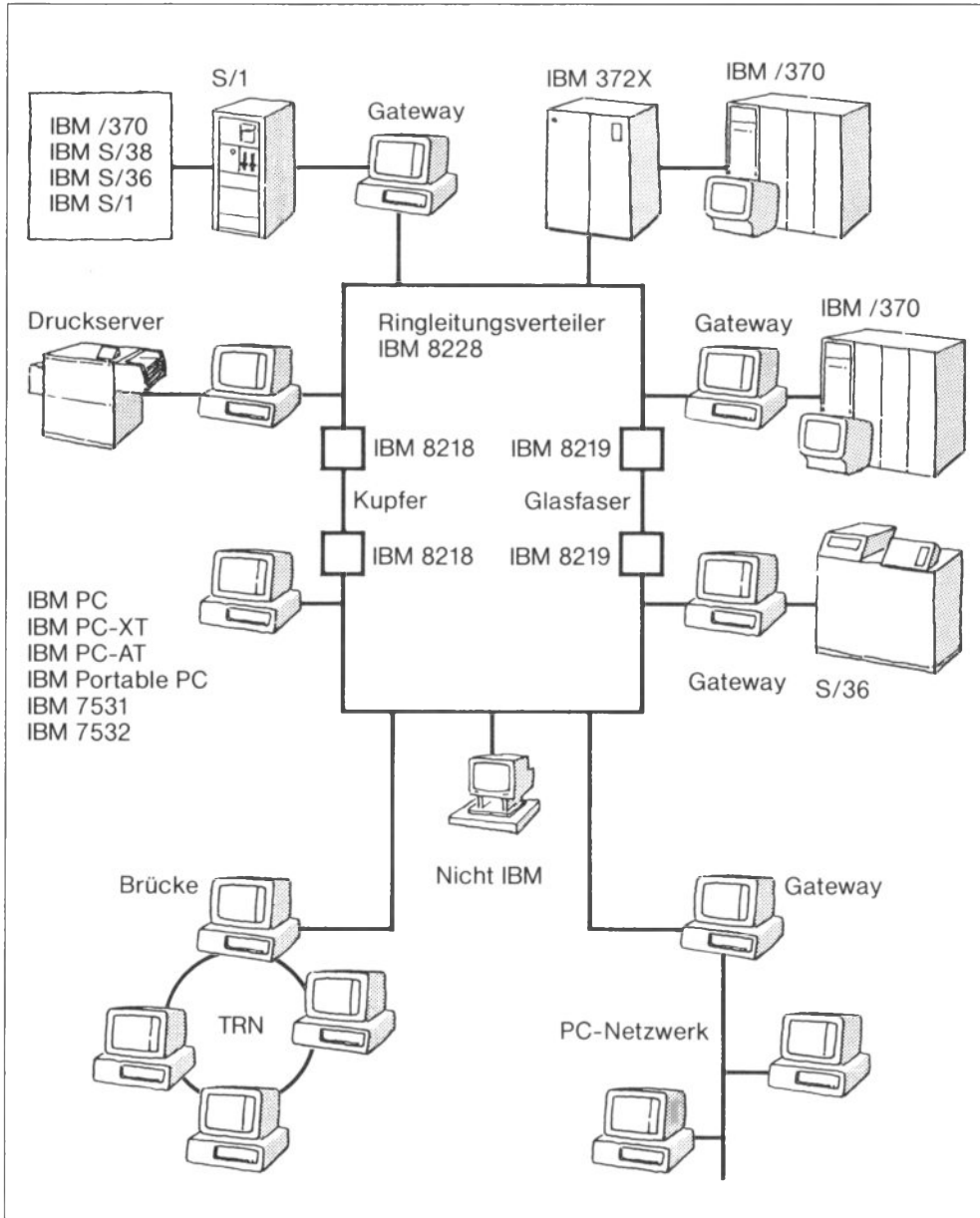
Zum Anschluß der IBM-PC-Familie an den Token-Ring liefert IBM verschiedene Token-Ring-Netzwerk-Adapterkarten. Die Adapterkarten unterscheiden sich durch verschieden große Arbeitsspeicher (8, 16 oder 64 Kbyte) und durch die Möglichkeit, zwischen den Datenraten 4 oder 16 Mbit/s. wählen zu können oder nicht. Die PS/2-Modell-30-Systeme werden mit den gleichen Karten wie die bisherigen Systeme XT und AT versorgt.



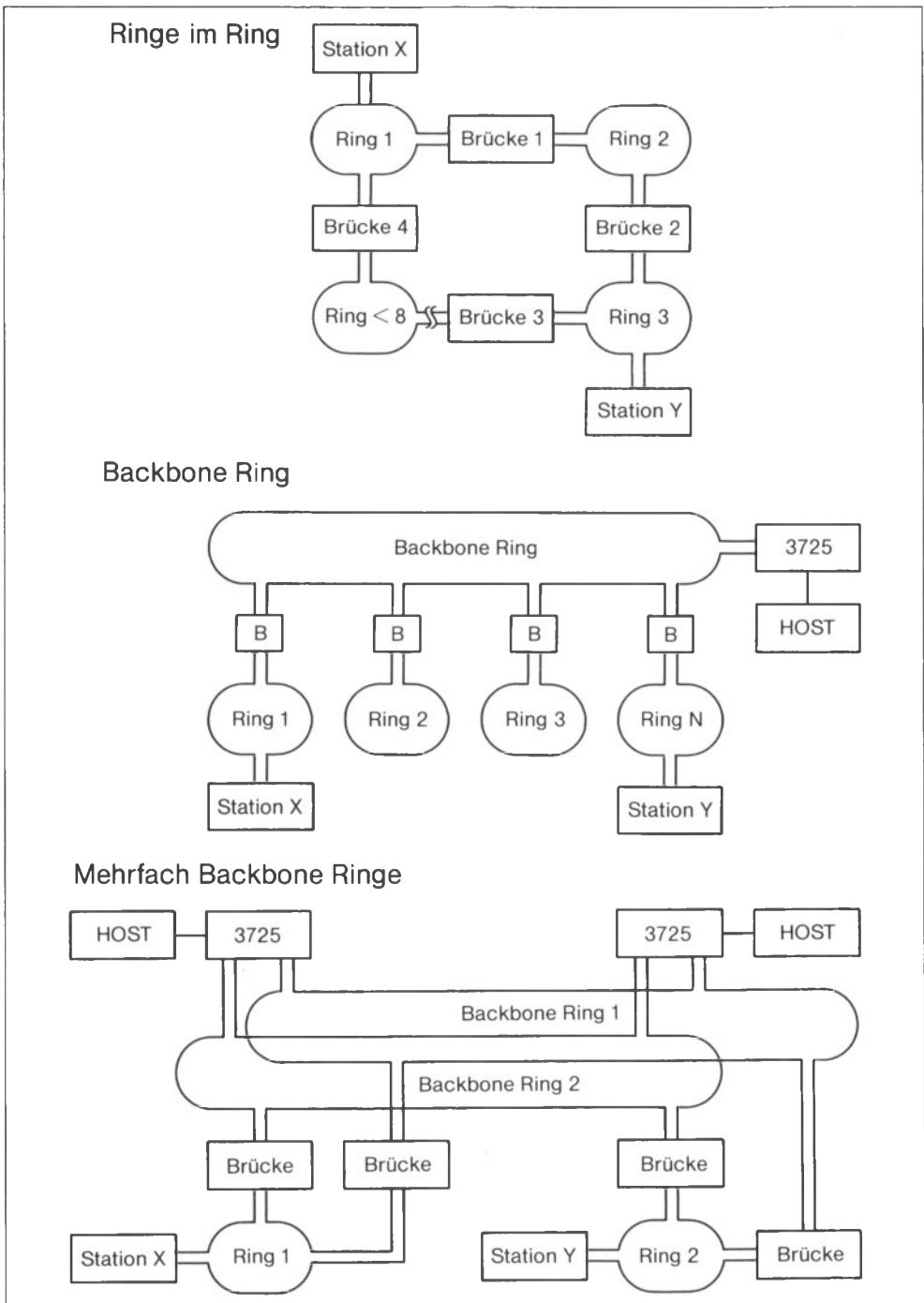
**Bild 7.3:** IBM-TRNW im Normalfall und bei Leitungsunterbrechung. Quelle: IBM



**Bild 7.4:** Mischung unterschiedlicher Übertragungsmedien im IBM-Token-Ring. Quelle: IBM



**Bild 7.5:** Einige der vielen Anschlußmöglichkeiten im IBM-Token-Ring-Netzwerk. Quelle: IBM



**Bild 7.6:** Einige der Möglichkeiten, Brücken im Token-Ring einzusetzen. Quelle: IBM



Für die PS/2-Modelle 50, 60 und 80 sind neue Adapter entwickelt worden, die die Ende-zu-Ende-Leistung insbesondere durch optimiertes Zusammenwirken mit der neuen Mikro-Kanal-Architektur beflügeln sollen.

Wichtig für den Anwender ist, daß alle neuen Adapterkarten bei 4 Mbit/s. mit den alten Adapterkarten gemischt betrieben werden können. Lediglich bei 16-Mbit/s.-Ringen können ausschließlich solche Karten zur Anwendung kommen, die diese Datenrate unterstützen. Es darf in einem Ring nur eine Datenrate geben.

Die Firmware- und Software-Schnittstellen des Token-Ring-Netzes werden in den nächsten beiden Kapiteln behandelt. Leider ist dazu ein kurzer Ausflug in die Systems Network Architecture notwendig, den der Autor den Lesern gerne erspart hätte. Dies ist aber nicht zweckmäßig, da das System sonst nicht angemessen gewürdigt werden kann. Neben den IBM-Standardlösungen sind jedoch auch praktisch alle anderen Netz-Ergänzungssoftware-Pakete wie NetWare auf dem Token Ring lauffähig.

## 7.1.2 Andere Token-Ring-Produkte

Wir werden gelegentlich und an passender Stelle des Buches auf verschiedene andere Token-Ring-Produktlinien-Elemente zurückkommen, und zwar vor allem im Zusammenhang mit der Kopplung zwischen Token-Ring und Ethernet-Systemen. Große Überraschungen sind dabei jedoch nicht zu erwarten.

Interessant sind die in der Bundesrepublik Deutschland von FUBA vertriebenen ProNET-Komponenten. Dazu muß man wissen, daß ProNET schon viel länger ein Token-Ring-Netz ist als das IBM-TRNW.

ProNET-4 ist ein IEEE-802.5- und IBM-kompatibles Netz mit einer Nominal-Übertragungsrate von 4 Mbps, welches neben der Verwendung der IBM-spezifischen Software auch andere, offenere Konzepte unterstützt. Es verbindet IBM-PCs, ATs und kompatible Rechner. Intelligente, auf der 68020-Prozessor-Architektur basierende Schnittstellen erlauben auch den Anschluß von MULTIBUS, VMEbus, Q-Bus und UNIBUS. Wie bei IBM werden neben der konventionellen Verkabelung auch Lichtwellenleiter unterstützt. An Software wird Novells Advanced NetWare, Banyan VINES und TCP/IP implementiert.

Das ProNET-10 ist ebenfalls ein Star-Shaped-Token-Ring-Netz, jedoch mit 10 Mbps. Es nutzt das IBM-Verkabelungssystem oder Lichtwellenleiter und ist vornehmlich zur Vernetzung leistungsfähigerer Geräte, wie etwa SUN-Workstations oder größerer Rechner, gedacht. Natürlich besitzt es Brücken zu ProNET-4 und kann auf diese Weise als Backbone für kleinere ProNETs eingesetzt werden. Es gibt Interfaces zu MULTIBUS, VMEbus, SUNs VMEbus, IBM-PC-Bus, UNIBUS und Q-Bus, sowie Gateways zu Proteons ProNET-80, ProNET-4, IBM-TRNW, Ethernet, ARPANET, ISDN und X.25-Netzen. Neben der für ProNET-4 vorgesehenen Software wird auch DECnet, eine sehr leistungsfähige Software in der DEC-Welt, unterstützt.

ProNET-80 schließlich ist ein sehr schnelles System mit 80 Mbps. Es ist als Backbone-Netz gedacht und unterstützt neben den Anschlußmöglichkeiten von ProNET-10 noch den SelBUS von Gould und XNS, DECnet sowie TCP/IP als Software.

Ein schlauer Router (CRR 120) sorgt dafür, daß alle diese Systeme ordentlich zusammenwirken können. ProNET ist ein schönes Beispiel für eine herstellerneutrale Lösung. Es könnte in der Bundesrepublik Deutschland viel verbreiteter sein, wenn es schon früher

einen ordentlichen Vertriebspartner gehabt hätte. FUBA hat das Produkt erst 1988 übernommen.

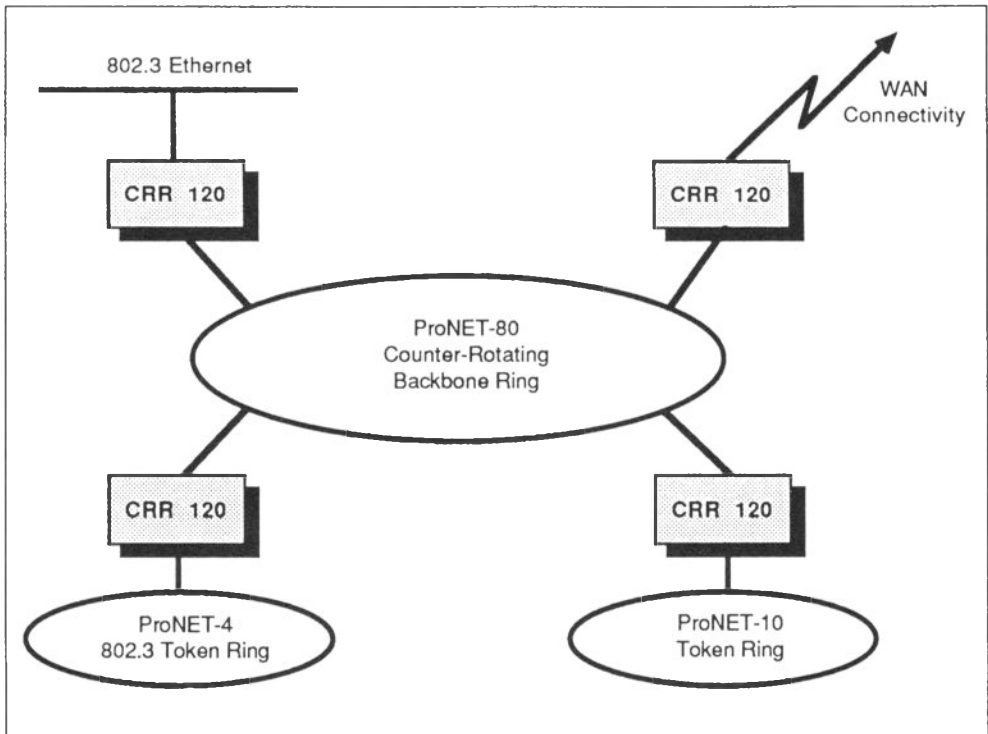


Bild 7.7: ProNETs im Verbund. Quelle: FUBA

## 7.2 Bus-LAN-Produkte

Es haben sich heute zwei große Gruppen von Systemen am Markt durchgesetzt: LANs, die auf der Ringtopologie basieren und LANs, die ursprünglich auf der Bustopologie basieren. Wieso »ursprünglich«?

Betrachtet man das von den Bussystemen bekannteste Ethernet, sieht man, daß dieses System eine Reihe von Stufen durchlaufen hat. Im Ansatz dachte man an ein dickes Koaxialkabel, welches Basisbandübertragung vornehmen sollte. Der Zugriff auf das gemeinsame Medium wurde durch den Algorithmus CSMA/CD gesteuert, den wir weiter vorne besprochen haben.

Die meisten heute installierten Ethernet-Systeme sehen auch noch genauso aus, haben aber eine Reihe Ableger bekommen. Historisch gesehen war der erste Ableger das »Ethernet on Broadband«, bei dem das einfache Basisband-Übertragungsmedium durch zunächst einen, später mehrere Kanäle im Breitband ersetzt wurde. Aus der Perspektive einer Station hat sich dadurch rein gar nichts geändert, auch der CSMA/CD-Algorithmus

konnte fast unverändert übernommen werden. So wird also der Breitbandbaum sozusagen zum Simulator für verschiedene Busse.

Was dem Breitbandsystem billig ist, sollte auch dem Lichtwellenleitersystem möglich sein. Der in Kapitel 5 geschilderte Glasfaserstern ist aus der Perspektive der Stationen ebenfalls ein Busmedium und kann gleichwohl durch CSMA/CD verwaltet werden. Also kann man auch ein »Fiber Optic Ethernet« bauen.

Schließlich kommen noch ein paar weitere Kabeltypen hinzu und die Möglichkeit, all dies bunt zu mischen. Dann ist der Wirrwarr perfekt, und das System sieht bestimmt nicht mehr aus wie ein Bus, sondern eher wie drei Spinnen, die Rumba tanzen.

Dennoch hat dies alles einen Sinn, wie wir im Abschnitt über Verkabelungsstrategien sehen werden.

Zunächst jedoch besprechen wir das Ethernet als Grundsystem und die dafür weiter existierenden Alternativen.

## 7.2.1 Ethernet-Basissystem

Es gibt verschiedene Ausprägungen lokaler Netze. Spontan assoziiert man mit diesem Begriff meistens jedoch einen Strang, an den die Stationen, die kommunizieren sollen, parallel angeschlossen sind. Diese Topologie, der Bus, charakterisiert das grundsätzliche Erscheinungsbild des LAN-Systems mit der wohl längsten Geschichte: Ethernet.

### Die Entwicklung eines Erfolgs-LANs

Ab 1972 wurde im Palo Alto Research Center von Xerox ein System für den schnellen, partnerschaftlich orientierten Nachrichtenaustausch über ein Busmedium (Koaxialkabel) entwickelt, welches einen Bereich von zunächst etwa 1 km versorgen können sollte. Wichtig erschien es, neben geringen Verzögerungszeiten und fairer Verteilung der Übertragungsressource auf die angeschlossenen Teilnehmer vor allem, ein rein dezentrales System zu schaffen, bei dem die steuernde Intelligenz aus Zuverlässigkeitsgründen auf die Menge der beteiligten Komponenten verteilt wird. Die durch dieses System verbundenen Rechner, z.B. der DORADO, waren nichts anderes als PC-Vorläufer, allerdings mit etwas voluminöseren Ausmaßen und Betriebssystemen, deren Beachtung der Menschheit Fehler in CP/M und DOS hätte ersparen können.

1976 wurde Ethernet der Öffentlichkeit vorgestellt. Von da an war es zunächst aus Mangel an Alternativen, dann wegen der recht großen Produktreife, fast nicht mehr als Industriestandard aufzuhalten. Der eigentliche Durchbruch kam jedoch etwa 1981, als die Ethernet-Spezifikation im Rahmen der offiziellen Standardisierungsvorschläge des Gremiums 802 des IEEE (Institute of Electrical and Electronical Engineers) und der ECMA (European Computer Manufacturers Association) fast unverändert als CSMA/CD-System neben Token-Ring und Token-Bus aufgenommen wurde. Diese Vorschläge haben sich mittlerweile zu ISO-Standards weiterentwickelt und geben dem Anwender die Sicherheit der Kontinuität der Entwicklung zur Sicherung seiner Investitionen, dem Entwickler eine Basis für sein Tun und den Herstellern von Komponenten die Möglichkeit der kostensenkenden Stückzahl. Weiterhin sorgen die Standards dafür, daß die Entwicklung der Netze nicht von rein übertragungstechnischen Fragestellungen derart behindert wird, daß man nicht zum Wesentlichen, den Anwendungen auf Netzen, vordringen kann.

Ein Firmenkonsortium von XEROX, INTEL und DEC half der Entwicklung vor allem dadurch auf die Beine, daß die Lizenz für das System an Interessenten fast verschenkt wurde. DEC ging sogar soweit, Ethernet zum integralen Bestandteil seiner Netzwerkarchitektur DECnet zu machen, ein Schritt, den IBM mit dem Token-Ring erst über ein halbes Jahrzehnt später vollzogen hat. Mittlerweile bieten über 250 Hersteller Systeme mit und um das Ethernet an, und es werden täglich mehr. Man schätzt, daß weltweit mindestens 40.000 Netze mit Ethernet-Technik installiert sind, davon ca. dreiviertel als PC-Netze.

Weiteren Vorschub gewinnt das Ethernet durch verschiedene technische Weiterentwicklungen, auf die wir weiter unten noch zu sprechen kommen werden. Aus der Sicht des Autors ist es aber vor allem die Entwicklung des Betriebssystems Unix, die das Ethernet weiter hochzieht: Alle Anbieter von Unix-Systemen ermöglichen eine relativ problemlose Verknüpfung der Systeme mit einem Ethernet. Zusammen mit den in neueren Unix-Versionen standardmäßig vorhandenen Kommunikationsprimitiven ergeben sich hier viele Möglichkeiten für den Anwender.

Ein Dämpfer für die Ethernet-Entwicklung sei jedoch nicht unerwähnt: Im ersten Quartal 1987 wurden mehr Anschlüsse für den IBM-Token-Ring verkauft als für alle Ethernet-Produktlinien zusammen. Die durchschnittlichen Token-Ringe haben dabei viel mehr Stationen als die durchschnittlichen Ethernets und die IBM-Kunden offensichtlich einen LAN-Nachholbedarf. Wir werden die Frage Ethernet oder Token-Ring später nochmals aufgreifen.

Neben einer Zusammenfassung der technischen Eigenschaften des Systems wollen wir hier auch die weitere Entwicklung der Technik betrachten.

Wir können hier nur Streiflichter setzen. Als hervorragende Monographie zum Thema Ethernet sei das Buch [CHH 87] oder [SU P87] empfohlen. Neben einer abgerundeten Darstellung der Technik geht es auch ausführlich auf Planungs-, Betriebs- und Verwaltungsaspekte ein. Die Autoren schöpfen dabei aus einem umfangreichen Erfahrungsschatz mit einer der größten Ethernet-Installationen Europas.

### **Basis-Ethernet: die Technik**

Wir besprechen an dieser Stelle die ursprünglichen und heute noch in den meisten Fällen geltenden Spezifikationen für das Ethernet-Basisband-System. Im Zuge der Entwicklung gibt es verschiedene Verbesserungen, die die Anzahl der Stationen, die mögliche Dämpfung und einige weitere Parameter betreffen. Wir wollen jedoch darauf erst später eingehen. Die grundsätzlichen Komponenten sind:

*Das Übertragungssystem* mit Kabel, Tap (Anschlußelement für Koaxialkabel, bietet die Möglichkeit, Kabel vertikal anzuzapfen ohne das Kabel zerschneiden zu müssen) und Transceiver (elektrischer Sender/Empfänger) sowie Abschlußstücke zur Herstellung der notwendigen Impedanz des Kabels, Mechanismen in den Transceivern für die Kollisionserkennung, das Jamming und Carrier Sensing.

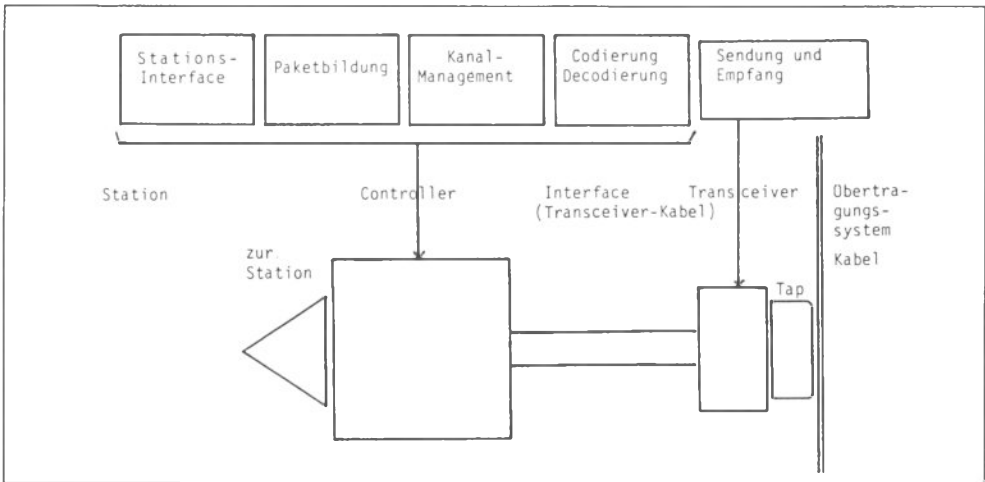
*Das Interface* (Transceiver-Kabel) zwischen Übertragungssystem und Controller. Meist sitzt der Controller z.B. im PC, während der Transceiver irgendwo am Kabel befestigt wird. Das Interface, oder wie es auch heißt, *Drop-Cable*, dient dann vor allem einer flexiblen Installation.

Der Controller mit den Aufgaben:

- Vereinbarungen über den Ablauf der Kommunikation
- Codierung und Decodierung
- Seriell-zu-parallel-Umsetzung
- Adreßidentifikation
- Fehlererkennung
- Zwischenspeicherung
- CSMA/CD
- Paketbildung
- Synchronisation

Das Interface zur Station, meist auf dem Controller implementiert, z.B. eine Schnittstelle zwischen Controller-Bus und PC-Bus.

Das Bild 7.8 zeigt die genannten Komponenten.



**Bild 7.8:** Komponenten des Ethernet-Bussystems

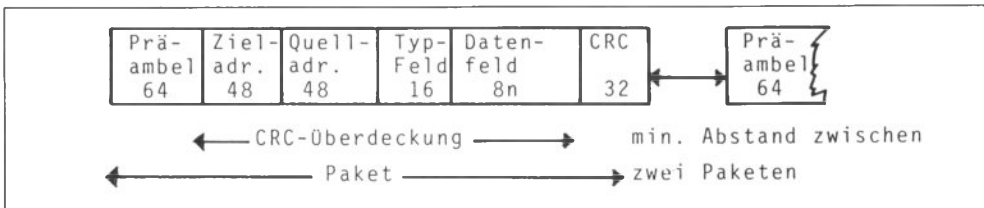
Das Koaxialkabel mit dem Außenleiterdurchmesser 8,28 mm und dem Innenleiterdurchmesser 2,17 mm bildet die Basis dieses LAN-Typs.

Bis zu 100 Stationen können parallel an das Kabel, welches als Diffusionsmedium arbeitet, vertikal über sogenannte Taps angeschlossen werden. Die Eingangsimpedanz sollte  $>50 \text{ k}\Omega$  sein, die logische 0 entspricht  $-0,9 \dots -1,2 \text{ V}$ , während die logische 1 durch den Ruhezustand des Mediums dargestellt wird.

Die maximale Dämpfung auf einem Kabelstück darf von einem Ende zum anderen 8,5 dB bei 10 MHz nicht überschreiten. Daher ist die Länge eines Kabelsegments auf 500 m beschränkt. Das Koaxialkabel soll nicht geerdet werden. Es gibt ein normiertes Format für die zu übertragenden Informationspakete, welches die wesentlichen Informationen enthält.

Das Paketformat ist in Bild 7.9 dargestellt. Stationen müssen mit Hilfe der Controller in der Lage sein, Pakete auf dem gemeinsamen Koaxialkabelsystem mit dem vereinbarten Format und Zwischenraum zu senden und zu empfangen. Jedes Paket soll als Folge von 8-Bit-Bytes angesehen werden. Das am wenigsten signifikante Bit eines Bytes wird zuerst übertragen. Die maximale Paketgröße beträgt 1526 Byte, davon 1500 Byte Daten. Die minimale Paketgröße ist 72 Byte, davon 46 Byte Daten. Die Präambel unterstützt die

Kollisionserkennung und die Synchronisation. Sie besteht aus 31mal hintereinander 10, dann einmal 11. Üblicherweise kollidieren nur Präambeln. Das Zieladrefeld spezifiziert die Stationen, zu denen gesendet wird. Jede Station prüft dieses Feld, um zu entscheiden, ob sie das Paket annehmen soll. Das erste Bit dieses Felds identifiziert den Adreßtyp: 0 bedeutet, daß das Feld die Adresse einer einzelnen Station enthält, während 1 die Definition einer logischen Gruppe von Zieladressen identifiziert. Das Quelladrefeld enthält die Adresse der paketversendenden Station.

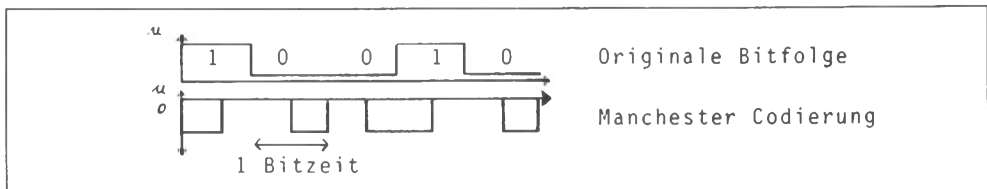


**Bild 7.9:** Paketformat.

Es werden bei vielen Implementierungen und auch in den Standards kürzere Adreßformate unterstützt. Xerox ist damals davon ausgegangen, daß jedes Ethernet-Endgerät auf dieser Welt eine einmalige eindeutige Adresse erhält. Dann darf nämlich jede Familie auf dieser Welt ca. 5 bis 6 Ethernet-Endgeräte betreiben, bevor es Engpässe gäbe. Das flache Adreßformat ist unzweckmäßig. Man bevorzugt heute eine subsystembezogene Adressierung, d.h. z.B. Organisationsadresse, Unteradresse der Organisation, Departmentadresse, Netzadresse, Subnetzadresse, Geräteadresse. Zwischen zwei Geräten an einem Bus brauchen höchstens die zwei letzten Bestandteile der Adresse bekannt zu sein, weitere Adreßelemente werden in Zwischenknoten verwaltet und benutzt.

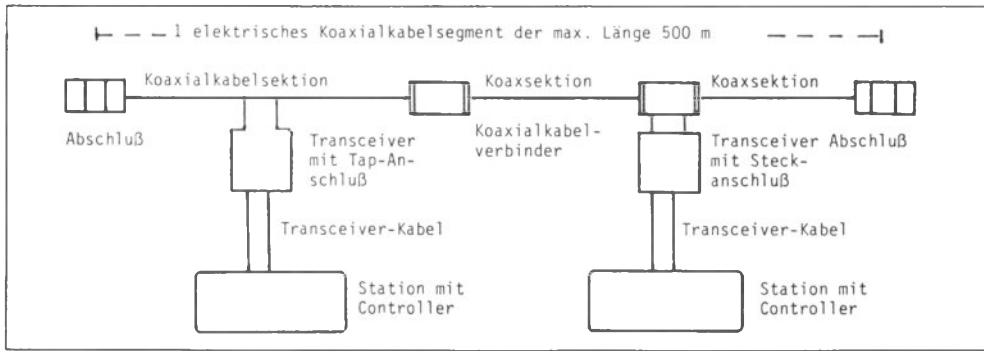
Das Typ-Feld enthält den Typ-Identifikator des Paketes für die Interpretation durch eine höhere Protokollebene. Das Datenfeld enthält eine ganzzahlige Anzahl von Datenbytes im angegebenen Bereich, wobei das Minimum die Unterscheidbarkeit zwischen »richtigen« Paketen und Kollisionsfragmenten sicherstellt. Das CRC-Feld enthält eine nach einem bestimmten Verfahren gewonnene Prüfsequenz, die es einem Empfänger ermöglicht, mit hoher Sicherheit nachzuprüfen, ob das angekommene Paket korrekt ist oder ob während der Übertragung ein Fehler vorgekommen ist.

Zwischen zwei Paketen muß Platz gelassen werden, da die Signale Zeit für Anstieg und Abfall benötigen. Es sind hier 9,6 Sekunden.



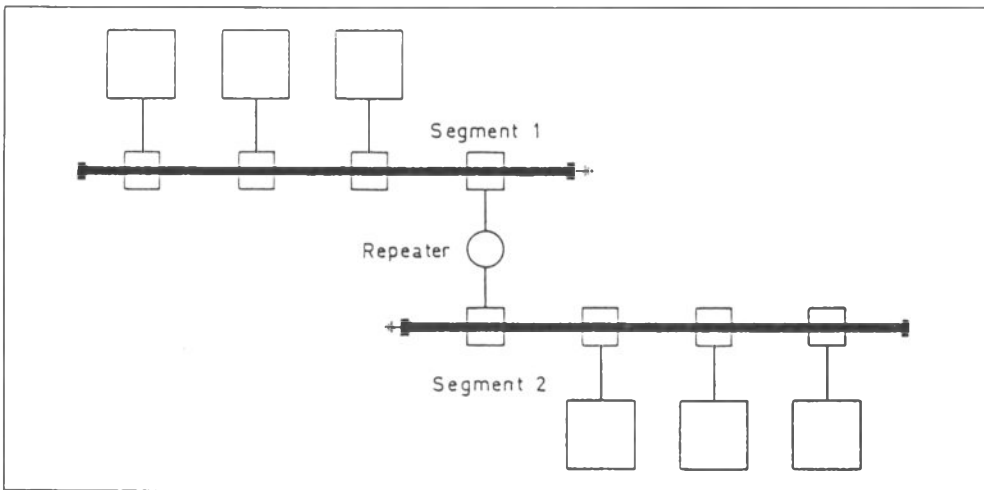
**Bild 7.10:** Codierung nach dem Manchester-Verfahren.

Bei der Sendung wird die Manchester-Codierung verwendet, bei der die logische 1 durch eine Transition von der unteren zur oberen Amplitude und die 0 durch das inverse Signalelement dargestellt wird. Folgen mehrere Nullen oder Einsen aufeinander, muß am Ende der Bitzeit der Ausgangswert vor der Transition wieder angenommen werden. So gibt es eine oder zwei Transitionen pro Bitzeit.



**Bild 7.11:** Minimale Konfiguration.

Aus dieser Codierungsart lassen sich weitere Informationen gewinnen. Unmittelbar ist es möglich, den Takt aus dem Signal zurückzugewinnen, wobei es noch eine Erleichterung darstellt, zu Beginn einer Übertragung eine alternierende 0-1-Folge zu übermitteln. Dies nennt man auch *Bit-Synchronisation*. Eine andere Information betrifft den Zustand des Senders oder des Mediums: Tritt während einer Übertragung der Fall auf, daß nicht wenigstens eine Transition pro Bitzeit vorhanden ist, so sind Sender oder Medium in einem Fehlerzustand.



**Bild 7.12:** Mittlere Konfiguration.

Aus der Bitzeit von 100 ns ergibt sich die Brutto-Datenrate von 10 Mbps. »Träger« (Carrier Sensing) bedeutet bei einem Basisbandsystem die Anwesenheit der Spannungstransitionen innerhalb des vereinbarten Intervalls. Wenn im Intervall 0,75 1,25 Bitzeiten nach der letzten Transition keine neue Transition stattfindet, dann ist der Träger abwesend, was mit dem Ende eines Paketes übereinstimmt.

Bezeichnung	Beschreibung
Übertragungsmöglichkeit	Yellow Cable oder RG-62 Fiber Optic Cable Thin Ethernet Cable Twisted Pair, Broadband Cab.
Zugangsverfahren	IEEE 802.3 (CSMA/CD) 802.2 (LLC).
Übertragungsrate	10 Mbps (Basissystem) 1, 2, 5, 6, 20, 100 Mbps (andere)
Topologie	Bus (Basissystem), Baum (Breitbandversionen), Stern oder Multistern (Fiber)
maximale Ausdehnung	Abhängig von der Zahl der Endgeräte, der Verteiler, der verwendeten Kabel und der Verstärker
maximale Zahl der Anschlüsse	ca. 100 pro Segment. Mehrere Segmente sind über Bridges oder Repeater sowie Remote Repeater zu koppeln
Schnittstellen zu SNA (3270)	über verschiedene SNA-SDLC-Server, aber auch über TCP/IP-Direktanschluß mittlerer IBM-Systeme
zu asynchronen Systemen	über asynchrone Kommunikationsserver
zu Token-Ring	über IEEE 802.2,3,5 MAC-Level-Bridges von 3COM, Bridge ...

**Bild 7.13:** Steckbrief Ethernet.

Reicht die Länge eines Segments für eine Installation nicht aus, so können Segmente durch Verstärker (Repeater) zusammengeschaltet werden. Deren Anzahl ist jedoch durch Laufzeiteinschränkungen begrenzt.

Bis zu 100 Transceiver können an ein Kabelsegment angeschlossen werden. Dieses darf höchstens 500 m lang sein. Zwischen den Transceivern muß ein Abstand von jeweils 2,5 m bestehen.

Es gibt heute eine fast unübersehbare Vielzahl von Herstellern für Ethernet-Komponenten. Dadurch gibt es auch eine große Anzahl von Möglichkeiten, das Basis-Ethernet zu erweitern und größer zu machen.

In Bild 7.14 zeigen wir die ursprünglich maximale Konfiguration. Auch heute gilt, daß man nicht allzuvielen Repeater auf dem Weg zwischen Quelle und Ziel zusammenschalten soll.



## 7.2.2 Die wichtigsten Erweiterungen des Basis-Konzepts

Bei der Standardisierung hat sich ein Bezeichnungstrippel für die Ethernet-Versionen herausgebildet, welches zur Unterscheidung der einzelnen Unterarten dient: NN Bxxxx M, wobei NN die Brutto-Übertragungsrate, Bxxxx BASE (Basisband) oder BROAD (Breitband) und M die ungefähre maximale Ausdehnung eines Segments in hundert Meter ist oder die Angabe, ob ein Fiber Optic (FO)-System oder gar das IBM-Verkabelungssystem für die Realisierung benutzt werden (T). Das Ur-Ethernet ist demnach 10 BASE 5.

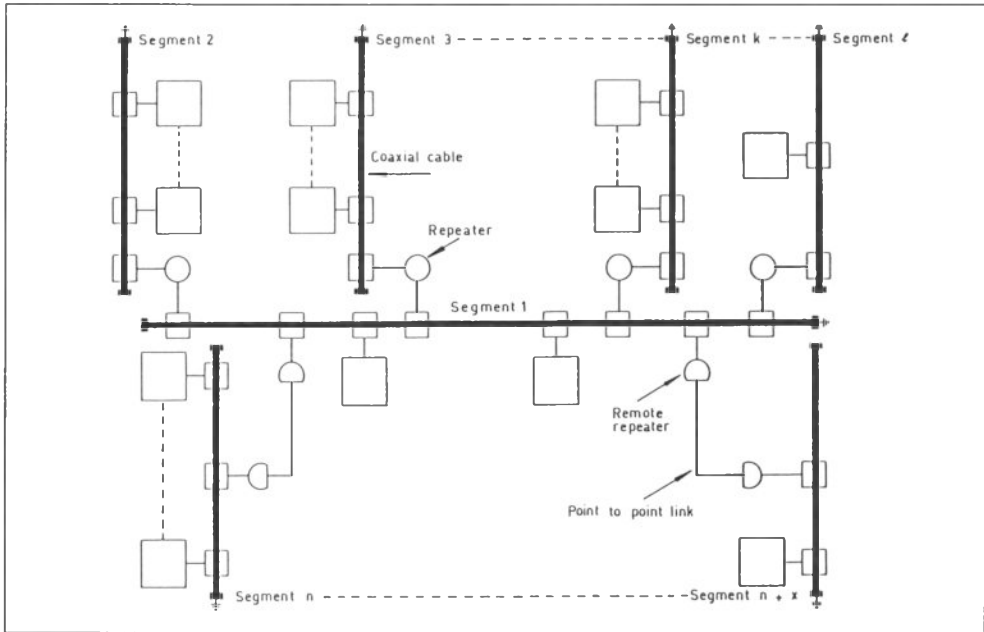


Bild 7.14: Maximale Konfiguration.

*Thin Ethernet* oder *Cheapernet* ist eine Spezifikation für ein billigeres Netz mit einem anderen Koaxialkabel höherer Dämpfung. Ein Segment kann nur 185 m lang werden und nur 30 Stationen versorgen. Dafür ist die gesamte Verlegung etwas einfacher und das Kabel etwas billiger. Cheapernet nimmt in der Klassifikation den Begriff 10 BASE 2 ein. Noch konsequenter nach unten geht die 1-Mbit/s.-Version für *verdrehte Leitungen* (*StarLAN*), bei der die Topologie ein Baum von kleinen passiven Sternen ist. StarLAN ist 1 BASE 5.

Wesentlicher sind da schon die Vorschläge für Breitbandversionen des Ethernet. Die Breitbandtechnik hat ihren Ursprung in der Kabelfernsehtechnik. Das Koaxialkabel wird mehrfach ausgenutzt, indem es mit Hilfe eines Frequenz-Multiplex-Verfahrens in mehrere voneinander unabhängige Kanäle unterteilt wird. Endgeräte werden bei dieser Technik über Modems angeschlossen, deren Trägerfrequenz auf den entsprechenden Kanal abgestimmt ist. Die Informationskanäle sind statisch oder dynamisch zuordbar. Die Aufteilung des zur Verfügung stehenden Frequenzbereiches (10 bis 800 MHz) in Bänder übernimmt

meist der Hersteller, wobei in den meisten Fällen die amerikanische Norm für CATV (Common Antenna TV, Kabelfernsehen) zugrunde liegt.

Die Endgeräte, die an einem Kanal angeschlossen sind, können ohne Zusatzgeräte miteinander kommunizieren. Sende- und Empfangskanal müssen getrennt sein, weil die Breitbandtechnik nur unidirektionale Kanäle zuläßt.

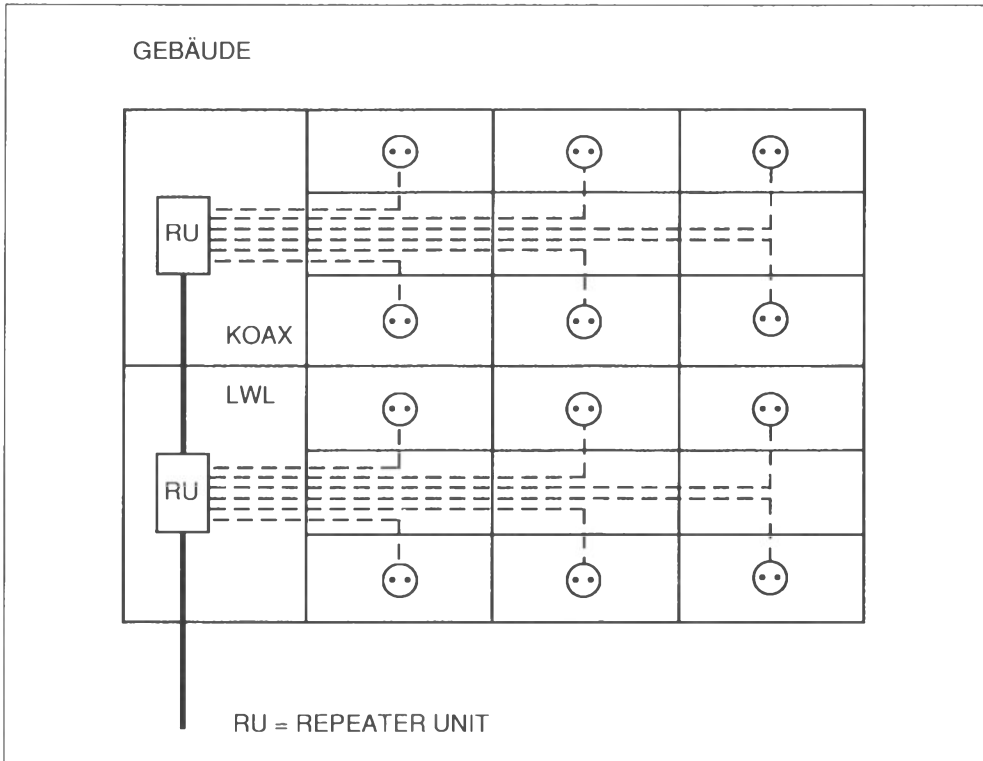
Die Kanalaufteilung oder Umsetzung auf einen anderen Kanal übernimmt der sogenannte »Head-End«, der die Daten des sendenden Endgeräts vom Sendekanal auf den Empfangskanal des Empfängers umsetzt. Die Breitbandübertragung ermöglicht die Übertragung von analogen *und* digitalen Daten über dasselbe Medium, allerdings in unterschiedlichen Kanälen. Die Mehrfachnutzung des Kabels, z.B. für Videosignale und Datenverarbeitung gleichzeitig wird dadurch erreicht. Ein weiterer Vorteil ergibt sich in der Praxis aus der hohen nachrichtentechnischen Stabilität der Breitbandnetze, weil sie vom nachrichtentechnischen Standpunkt her besser durchstrukturiert sind als Basisband-LANs.

In Ausnahmefällen wird die Breitbandübertragungstechnik auch dann benutzt, wenn auf die gleichzeitige Nutzung verschiedener Kanäle auf dem LAN-Medium verzichtet werden kann oder soll, es also nur einen Nutzkanal gibt. Durch den Headend kann eine Signalverstärkung derart vorgenommen werden, daß es in einem Netzwerk nur einen empfindlichen Empfänger und einen starken Sender (im Headend) und ansonsten nur schwache Sender und unempfindliche Empfänger (in den Stationen) geben kann, während in reinen Basisbandnetzen der Sender einer Station immer alle Empfänger aller anderen Stationen nachrichtentechnisch versorgt. Die Sender müssen also in allen Stationen relativ stark sein und die Empfänger relativ empfindlich (hochohmig). Es können dadurch Kosten- und Installationsvorteile entstehen.

Die standardisierte Breitbandversion läßt eine Entfernung von ca. 3600 m zwischen zwei Endgeräten zu. Die Übertragungsgeschwindigkeit ist 10 Mbit/s.: 10 BROAD 36.

Ein Problem des Ethernet ist, daß es relativ schnell an Grenzen in der Ausdehnung stößt. Je nach Anbieter ist die Basisband-Version auf Koaxialkabel bei etwa 1500–2500 m Längenausdehnung »am Ende«. Eine Möglichkeit der Ausdehnungserweiterung ist die Verwendung geteilter Repeater, die die Segmente miteinander verbinden. Diese geteilten Repeater besitzen zwischen ihren Teilen eine Glasfaserübertragungsstrecke der maximalen Länge 1 km. Weiter bringt man es jedoch mit einem aktiven optischen *Glasfaser-Multistar*, der Ethernet-kompatibel ist und anstelle eines Koaxialkabel-Übertragungssystems ohne Modifikationen an den Endgeräten und Adapterkarten (Controllern) verwendet werden kann. Das optische Datennetz der Firma Hirschmann z.B. ermöglicht eine Repeater-freie Verbindung von Entfernungen bis zu 4000 m und kann je nach den Vernetzungsanforderungen dabei billiger sein als ein System auf metallischen Leitern, 10 BASE FOSTAR.

Zum Trost der Besitzer des IBM-Verkabelungssystems schließlich gibt es noch eine 10-Mbit-Version des Ethernets auf diesem System, 10 BASE T. Dies ist vor allem dann sinnvoll, wenn man die Endgeräteanschlüsse mit Steckdosen systematisch auf Räume verteilen möchte, siehe Bild 7.15.



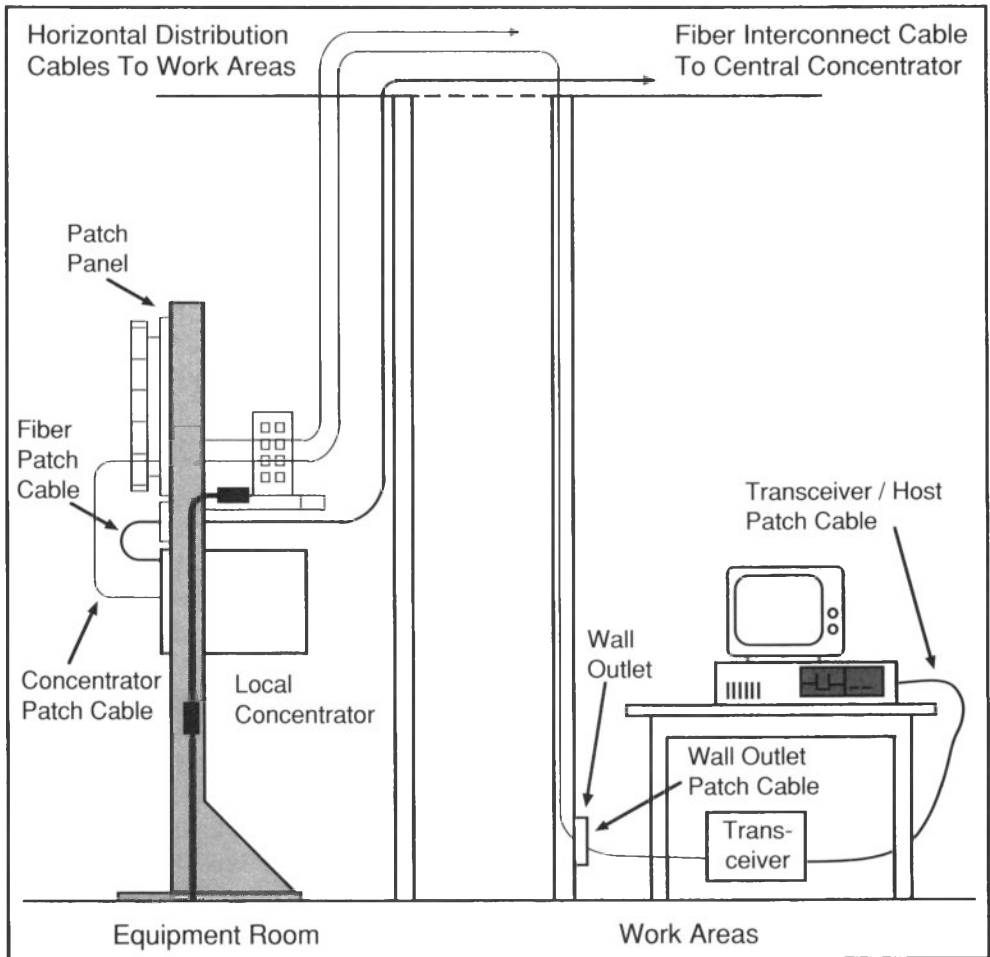
**Bild 7.15:** *Twisted-Pair-Verkabelung der Endgeräte.*

Aufgrund der erfolgreichen Normungsbestrebungen können alle besprochenen Alternativen des Ethernet-Systems fast beliebig gemischt werden. Jeder findet seine passende Ethernet-Lösung, wenn er lange genug sucht. Vor allem die Gebäudeverkabelung kann konzeptionell abgesichert erfolgen. Man kann z.B. einen Backbone aus Glasfasern zwischen Verteilerkästen aufbauen und dann die Endgeräteanschlüsse mit Wandsteckdosen und Twisted Pair aufbauen. Wir zeigen dies in Bild 7.16 am Beispiel LattisNet. Zwischen zwei größeren Rechnern wird man das traditionelle Yellow Cable verwenden. Der Leser denke sich selbst einige weitere interessante Alternativen aus. Wesentlicher Unterschied zwischen den alten Ethernet-Versionen V1 und V2 einerseits und den IEEE-802-Versionen andererseits ist das Fehlen einer logischen Verbindungskontrolle LLC bei V1 und V2. Bridges und Routing erfordert deshalb ggf. die künstliche Nachbildung fehlender LLC-Informationen im Tor zum anderen Netz.

### Verbindungen zu anderen Netzen

Die Verbindung zu anderen Netzen läßt sich über Bridges, Router oder Gateways herstellen. Es gibt z.B. eine MAC-Level-Bridge für die Kopplung verschiedener Ethernets oder eine LLC-Level-Bridge für die Kopplung verschiedener Netze nach IEEE 802, also z.B. Ethernet und Token-Ring, die für die höheren Schichten völlig transparent ist (z.B.

von Proteon). Inwieweit die angeschlossenen Systeme in den verbundenen Netzen wirklich miteinander kommunizieren können, hängt von der verwendeten Software auf diesen Systemen ab. Neben der Vollimplementierung von ISO-Protokollen (z.B. ISOLAN) sind vor allem die Elemente der DoD-Protokollfamilie (TCP/IP) von Bedeutung. Wir kommen in einem späteren Kapitel unter dem Stichwort »Internetworking« nochmals auf diese Aspekte zurück.



**Bild 7.16:** Heterogene Verkabelung am Beispiel LattisNet.

### Anschluß von Endgeräten

Der Anschluß von Endgeräten wird entweder über Adapterkarten vorgenommen, die unmittelbar zwischen dem internen Bus des Endgerätes und dem Ethernet stehen (bei den meisten PCs, kleineren Unix-Mehrplatzsystemen, DEC-Rechner, ...) oder über Interface-Units, die »auf der anderen Seite« die verschiedenartigsten Schnittstellen anbieten (V.24, VT 100, VT 220, 3274, ...). Es ist in jedem Falle auf der Basis des Ethernet ein *heterogener*

Systemverbund möglich. Es gibt z.B. von Spartacus einen Kanal-Adapter für den IBM-Blockmultiplexkanal und TCP/IP-Software unter VM. Damit kann man z.B. eine Verbindung von einer IBM-Maschine zur VAX unter BSD-Unix (enthält TCP/IP) aufbauen. Vor allem für das System 9370 gibt es auch von IBM weitere interessante Alternativen. Eine eindrucksvolle Demonstration der Heterogenität ist das DATACOM-Multinet zu Multinet siehe [KAU 86 a, b neueste Auflage], welches Dutzende verschiedener Systeme unter Ethernet zusammenfaßt.

### **Zusammenfassung, Ausblick**

Die technische Entwicklung des Ethernets kann bis auf Kleinigkeiten als abgeschlossen angesehen werden. Es gibt für fast jedes Bedarfsprofil ein geeignetes System. Wichtig ist jetzt, was der Anwender mit diesen Systemen macht. Es liegen einige Anwendungserfahrungen (z.B. in [KAU 85]) vor, die allesamt positiv sind. Die Alternative »Ethernet oder Token-Ring« stellt sich heute in den wenigsten Fällen, sondern das System wird von der Umgebung vorbestimmt. In einer im wesentlichen homogenen IBM-Welt spricht vieles für den Token-Ring, in einer z.B. fast reinen DEC- oder Unix-Welt wird man Ethernet nehmen, bei der PC-Vernetzung ist es von der Anwendung und dem Umfeld abhängig und oft wird man mittels Bridges oder Gates einfach beides mixen.

### **7.2.3 Wichtige Ethernet-Produktlinien**

Man kann natürlich ein Ethernet aus einzelnen Produkten zusammenstückeln. Freiwillig sollte man darauf jedoch nicht eingehen, wie der Autor aus eigenen Erfahrungen mit Mischkonfigurationen gelernt hat. Der Standard IEEE 802 stellt zwar in einem weiten Bereich die Interoperabilität sicher, es kann aber doch zu eigenartigen Problemen kommen, die z.B. von einer fehlenden Erdung herrühren.

Für einen unerfahrenen LAN-Besitzer kann der Besitzerstolz schnell in pure Verzweiflung umschlagen, nämlich dann, wenn ihn sein Distributor verläßt.

**Neben der Klärung technischer Fragen ist vor allem die Wahl des Lieferanten ganz besonders wichtig. Die Branche wächst so schnell, daß selbst »autorisierte Fachhändler« einen erschreckend geringen Kenntnisstand haben.**

Es kommt Ihnen als Kunde aber im allgemeinen nicht darauf an, Probleme zu kaufen, sondern Lösungen.

Wichtig ist es in diesem Zusammenhang, einige zusammenhängende Produktlinien zu kennen, die zu schönen geschlossenen Lösungen führen können.

Die Aufzählung einiger Beispiele ist mit Sicherheit subjektiv. Der Markt bewegt sich so rasant, daß von heute auf morgen ganze Produktlinien samt Anbietern verschwinden können. Dafür kommen neue hinzu.

#### **SK-Net von Schneider & Koch**

Schneider & Koch in Karlsruhe haben sich einen Namen für Komplettlösungen gemacht und sind in Deutschland Marktführer bei Ethernet-LANs. Es gibt ein Ethernet-LAN-System mit selbstentwickelten, sehr leistungsfähigen Adapterkarten und eine Vielzahl von Softwarelösungen, auf die wir später zurückkommen. Dabei ist SK nicht einseitig auf Novells Netware fixiert, obwohl dies die Haupt-Software-Produktlinie ist, sondern schaut

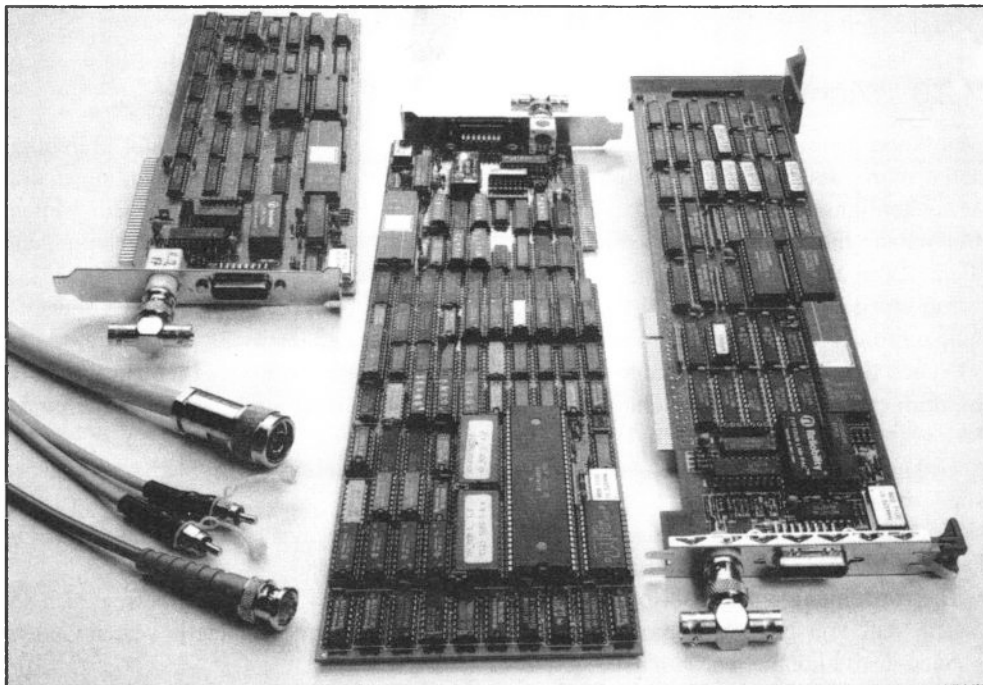
laufend nach neuen, aktuellen Konzepten wie dem TCP/IP, dem NFS-Network File System von SUN oder dem OS/2-LAN-Manager von Microsoft.

Mit SK-Net können alle PCs, PC XTs, AT 286 und 386 und PS/2 sowie alle hierzu Kompatiblen vernetzt werden. Bus-, Baum- und Sternstrukturen sind beliebig miteinander kombinierbar. An Kabeltypen werden Yellow Cable, Cheapernet-BNC, Lichtwellenleiter und deren Kombinationen unterstützt. Für den Endgerätebereich gibt es ein einfaches Verkabelungssystem auf Twisted-Pair-Basis.

Das CSMA/CD-Protokoll steuert die maximal 1024 anschließbaren Stationen. In einem LAN kann es bis zu 64 Server geben.

Die Controller-Hardware besitzt eine eigene CPU. Der MC 68000 Mikroprozessor von Motorola mit 32 Bit interner Verarbeitung und 128 Kbyte RAM machen den Controller zum eigenen, leistungsfähigen Netzwerkspezialrechner. Der LANCE 7990 Ethernet-Controller von Advanced Micro Devices sorgt für einen reibungslosen Ablauf.

Beim Anschluß von Cheapernet ist der Transceiver on Board, für externe Ethernet-Transceiver gibt es einen Normanschluß. Die Kommunikationsschichten bis zur Schicht 5 sind auf einem 128 Kbyte EPROM on Board implementiert.



**Bild 7.17:** SK-Net-Controller auf der Basis von Ethernet.  
Quelle: »Netzwerker« Nr. 4, März 1988

Die leistungsfähige SK-Net-Karte mit eigenem Koprozessor findet vorzugsweise in Servermaschinen Anwendung. Für die Workstations gibt es die von der Vorverarbeitung

her etwas weniger leistungsfähige, von der Netzseite her identische SK-Net-junior-Karte. Sie ist natürlich auch etwas billiger.

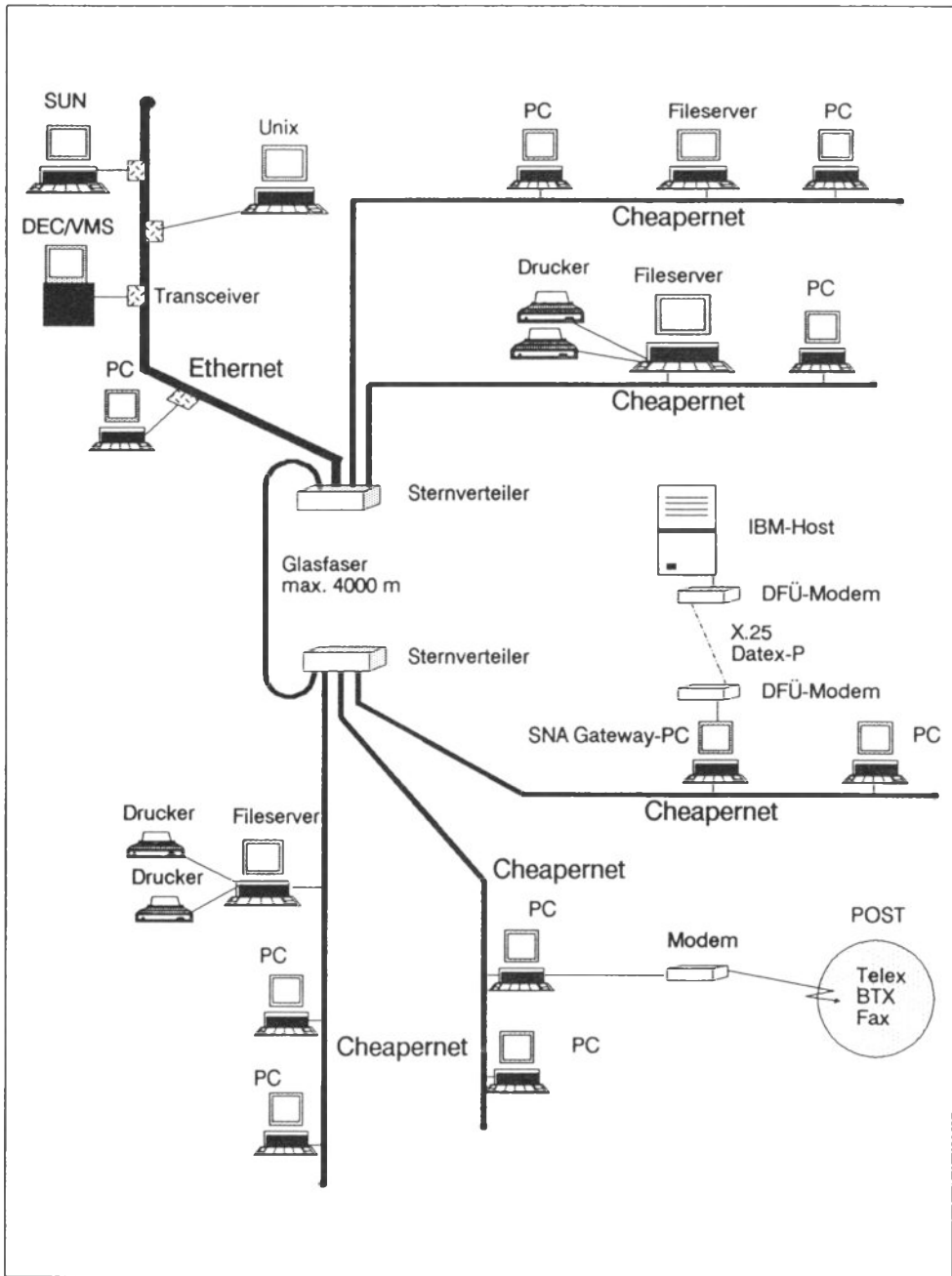


Bild 7.18: Topologien von SK-NET unter Einsatz von Sternverteilern.

SK-Net wird laufend erweitert, z.B. im Hinblick auf den VME-Bus oder IBM-Großsysteman Kopplung, X.25-Netze und Software. Wer Interesse an schönen Beispiellösungen hat, sollte sich die kostenlose Kundenzeitschrift »Der Netzwerker« von SK besorgen.

Schließlich gefällt an SK die hohe Innovationsfreude. Neben selbstentwickelten Chips für Ethernet-Karten, einem UPPS-universellen Protokollstück, der die wichtigsten Kommunikationsprotokolle unterstützt und intelligenten Verkabelungslösungen gefällt vor allem die Entwicklungsinitiative in Sachen FDDI.

### **Ethernets von 3COM**

3COM wurde von Bob Metcalfe, einem der Erfinder des Ethernets gegründet. Es nimmt daher nicht wunder, daß eine weitere wichtige Produktlinie für Ethernet-Netzwerke von 3COM kommt. 3COM hatte in der Vergangenheit in der Bundesrepublik Deutschland nur eine untergeordnete Bedeutung, weil der Support der 3COM-Komponenten von Distributoren abhängig war, deren relativ größter ziemlich schnell aus anderen Gründen Konkurs hat anmelden müssen, was der hiesigen Verbreitung der 3COM-Komponenten sehr geschadet hat. Seit 1987 ist 3COM hier mit einer eigenen Niederlassung vertreten.

Einer der wichtigsten Mitbewerber auf dem Feld der Ethernet-LANs war die Firma Bridge Communications, die sehr schöne Lösungen vor allem für das Internetting angeboten hat. Bridge wurde von 3COM übernommen, so daß auch diese Produkte sich in die 3COM-Linie einfügen.

Basis der Ethernet-Adapter-Linie ist ein IEEE-802.3-kompatibler Adapter für PCs/XTs/ATs und Kompatible. Jeder Adapter enthält einen Transceiver on Board, der den bequemen Direktanschluß an ein Thin Ethernet (10 BASE 2) ermöglicht und *gleichzeitig* einen DIX-Connector (nach der initialen Firmengruppe DEC, INTEL und XEROX) für den Anschluß an einen entfernten Transceiver nach der 10-BASE-5-Definition für dickeres Kabel (Yellow Cable).

Die EtherLink-Karte für PCs, XTs, ATs, PS/2 Modelle 25 und 30 sowie Kompatible hat nur die halbe Größe. Über Jumper kann man den DMA-Kanal, den Interrupt Level, den Typ des verwendeten Transceivers sowie I/O- und Speicher-Basisadressen einstellen. Der optionale EtherStart PROM ermöglicht das Fernbooten von einem 3+-Netzwerk-Server.

Die EtherLink-II-Karte hat zusätzlich 8 Kbyte RAM und kann im wesentlichen über Software eingestellt werden. Auch hier gibt es einen optionalen Boot-PROM. Die EtherLink+-Kartenserie schließlich besitzt einen 80186-Microprozessor und 256 Kbyte RAM, der noch bis zu 512 Kbyte RAM erweitert werden kann. Link-+-Optimierungssoftware hilft dabei, in vielen Fällen bis zu 100 Kbyte Hauptspeicher des Host-PCs bei Kommunikationsanwendungen einzusparen.

EtherLinkMC bedient den Microchannel und hat 16 Kbyte Speicher, während Ethernet Macintosh in einem Erweiterungsschacht des MAC II für die Vernetzung dieser Geräte sorgt.

Es soll an dieser Stelle nicht verschwiegen werden, daß 3COM ebenfalls eine Token-Ring-Produktlinie hat, die jedoch nicht so ausgeprägt ist.

Eine Reihe von Multiport-Repeatern, Modulen und Transceivern sowie passende Kabel sorgen für die Möglichkeit des Aufbaus von Basisband- oder Breitband-Ethernets auf dicken oder dünnen Koaxialkabeln.



Die Vernetzung hört bei 3COM jedoch nicht auf dieser Ebene auf. Es gibt zunächst einmal eine ganze Reihe von Servern, die 3Server, die als spezielle Maschinen in einem Netz für Leistung sorgen sollen. Der 3S/401 z.B. ist ein 80386-basierter Rechner mit 16 MHz Taktfrequenz ohne Wartezyklen. Er hat 2 Mbyte RAM, eine 150 Mbyte Platte, eine 150-Mbyte-Bandeinheit, 4 AT-Erweiterungsslots und Interfaces für Ethernet und Local Talk (Apple Talk) sowie einige Software.

Natürlich kann man dieses Gerät erweitern, z.B. auf 6 Mbyte RAM. Die mit Bridge übernommene Produktreihe zielt vor allem auf die Integration von Großrechnern und das Internetworking.

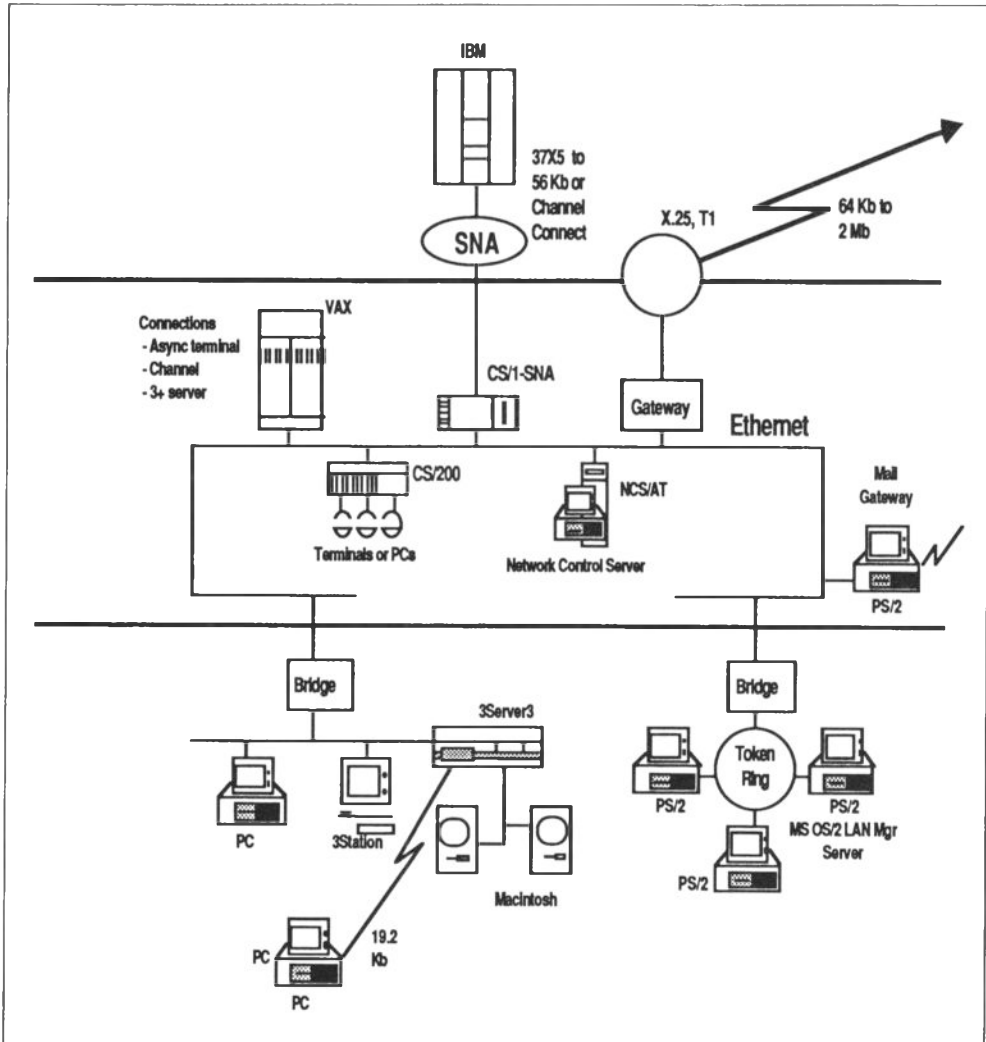


Bild 7.19: Vernetzungsalternativen bei 3COM

Die CS/200 Communication Server bedienen bis zu zehn asynchrone oder bitsynchrone Endgeräte über V.24-Schnittstellen. Auf diese Weise kann man Terminals oder PCs, die nur Terminals emulieren, an ein Ethernet anschließen. Der Einsatz der Endgeräte hängt neben ihrem Typ vor allem von der Software ab, mit der die Netzverbindung realisiert wird. Die CS-Geräte unterstützen hierbei die verschiedensten Kommunikationsprotokolle.

Das IVECS-Board (Integrated VAX Ethernet Communications Server) erlaubt mit entsprechender Software den Betrieb einer VAX direkt am Ethernet, wobei die Endgeräte z.B. über CS/200 angeschlossene Terminals oder PCs im Emulationsmode sein können.

Der CS/1-SNA-Server hingegen liefert den Zugriff zu IBM SNA Hosts über gemultiplexte Virtuelle Schaltkreise. Er kombiniert Verbindungsservices und Protokollkonversion und erlaubt es asynchronen Terminals und PCs 3270-Bildschirme und asynchronen Druckern, 3278-Drucker zu emulieren. CS/1-SNA selbst emuliert dazu einen 3274 Cluster Controller.

Das ebenfalls von 3COM vertriebene Maxess SNA Gateway Standard Package stellt sogar eine APPC-Verbindung zu einem entsprechend ausgestatteten SNA-Host her.

Schließlich gibt es noch die unterschiedlich leistungsfähigen IBs, Internetwork Bridges, die zwischen gleichen oder unterschiedlich aufgebauten Ethernets vermitteln und die GS Gateway Server für X.25-Netze.

Bei 3COM findet man sozusagen alles, was das Ethernet-Herz begehrt. Abgerundet wird dies jedoch erst durch die entsprechende Software, die ebenfalls im letzten Jahr einen erheblichen Wandel durchgemacht hat: Aus dem DOS-basierten, weniger leistungsfähigen 3+ wurde das 3+Open auf der Basis des LAN-Managers von Microsoft. Dies besprechen wir jedoch erst im nächsten Kapitel.

## **7.2.4 Weitere, vom Ethernet-Standard abweichende Bus-LANs**

Es ist wichtig, zu konstatieren, daß sich der LAN-Markt ganz klar in Richtung auf die internationalen Standards, wie wir sie im Kapitel 6 behandelt haben, bewegt. Gleichwohl gibt es noch einige weitere LANs, deren Einsatz interessant sein kann, und die nicht unmittelbar in der Technik den Standard IEEE 802 realisieren.

Alle diese Netze haben natürlich Übergangspunkte zu Standard-konformen LANs.

### **Appletalk**

Die Apple-PCs gewinnen in bestimmten Anwendungsbereichen immer mehr Freunde. Die Philosophie ist die maximale Benutzerfreundlichkeit. AppleTalk ist ein fast nicht Netz zu nennendes kleines LAN, welches auf einfachen Erweiterungen basiert, die in die Macintoshs eingesetzt werden. Die einzelnen Erweiterungen werden mit kleinen Twisted-Pair-Kabeln von Rechner zu Rechner verbunden, man steckt einfach ein Steckerchen in seinen PC, wirft das Kabel bis zum nächsten PC und steckt es dort wieder ein. Dann nimmt man ein neues, steckt es in die zweite Buchse des »nächsten« PCs und wirft es zum übernächsten, usf. Dieses Daisy Chaining ist ein lustiges Verkabelungskonzept für die Apple-Gemeinde. Das Netz hat eine Übertragungsrate von ca. 230 Kbit/s. und arbeitet mit CSMA/CD. Die Benutzerfreundlichkeit soll außerordentlich sein.

Möchte man seinen Apple Macintosh lieber an ein »richtiges« LAN anschließen, bietet sich das 3COM-Ethernet an.

Unabhängig vom Netz gibt es eine Menge Software für die Kommunikation zwischen IBM-PCs und Macintoshs, so z.B. auch das Netzwerksystem TOPS, welches in der Bundesrepublik Deutschland von Markt&Technik vertrieben wird.

Die Apples liegen etwas außerhalb des Betrachtungsbereiches dieses Buches, so daß wir nicht mehr näher darauf eingehen wollen.

### **IBM-PC-Netzwerk Basisband**

Mit den Erweiterungen der IBM-LAN-Familie im Rahmen der PS/2-Ankündigungen wurde ein kleines Netzwerk angekündigt, das dem AppleTalk ziemlich ähnlich sieht, das IBM-PC-Netzwerk Basisband. Es wird entweder mit Telefonkabeln oder Komponenten des IBM-Verkabelungssystems aufgebaut und verbindet in seiner Grundversion acht PCs oder PS/2 in einer Art Daisy Chaining. Das CSMA/CD-Verfahren wird zur Regelung des Zugangs benutzt. Die Übertragungsgeschwindigkeit liegt bei 2 Bit/s. Durch einen kleinen Konzentrador können bis zu zehn Grundkonfigurationen zu einem Netz zusammengefaßt werden. Das PC-Netzwerk Basisband kann also maximal 80 Stationen miteinander verbinden. Preis und Leistung machen es zu einem ausgesprochenen Low-End-Produkt, mit dem man auch schon einmal eine »fliegende« Konfiguration schnell aufbauen kann. »Fliegende« LANs sind z.B. zu Schulungs- und Demo-Zwecken sinnvoll.

Das PC-Netzwerk Basisband kann über einen Gateway-PC (oder PS/2) mit dem Token-Ring-Netzwerk verbunden werden und mit Stationen in diesem transparent kommunizieren.

### **Network Systems Hypernet**

Das bekannteste High-end-LAN ist der HyperChannel von Network Systems, der sich in eine Produktfamilie eingliedert, die Systeme vom PC-Bereich aufwärts anbietet.

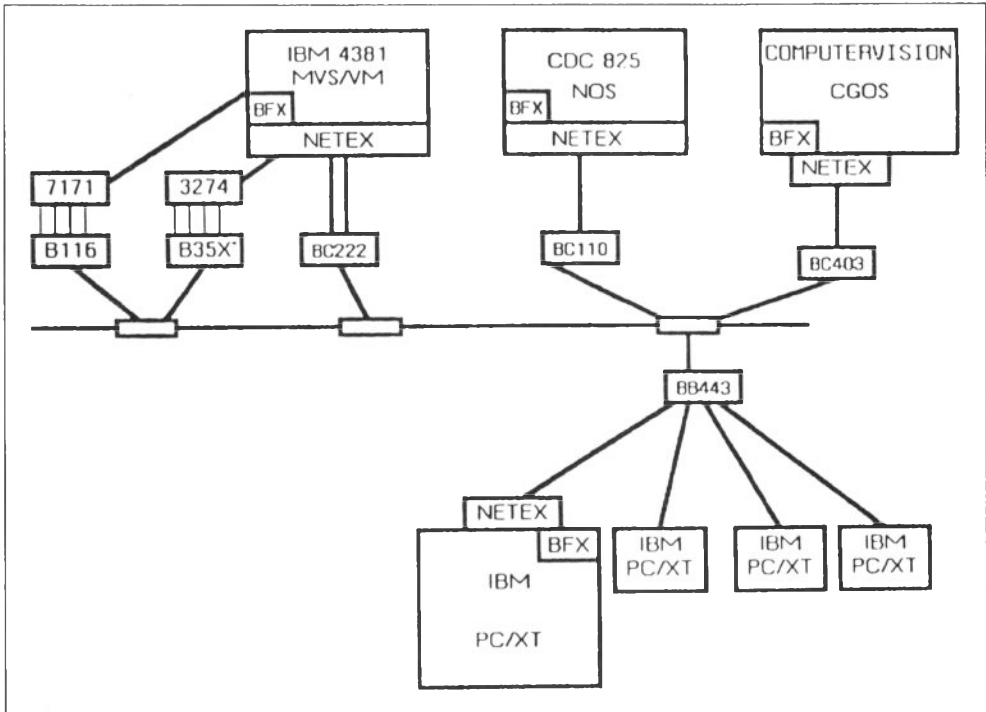
Der Aufbau und der logische Zusammenhalt dieser Produktfamilie ist sehr interessant. Wir wollen sie deshalb an dieser Stelle näher betrachten. Mit den Systemen:

- PC-Dataport,
- HyperChannel-10,
- HyperChannel-50 und
- DATApipeline

werden Übertragungsgeschwindigkeiten von 10 bis 275 Mbit/s erreicht.

Alle Kommunikationsbausteine werden unter der im wesentlichen einheitlichen NETEX (NETwork EXecutive) betrieben. NETEX deckt die unteren fünf Schichten des ISO-Modells in Zusammenarbeit mit dem Betriebssystem des Hosts ab. NETEX ist dabei sehr flexibel, denn es werden Rechner aller Kategorien vom Super-Computer über Mainframes und Minicomputer sowie die wichtigsten Workstations von ca. 25 Herstellern sowie IBM-PCs und Kompatible unterstützt. Diese einzigartige Vielfalt wird von keinem anderen Hersteller heute angeboten, wobei man sich vor Augen halten sollte, daß im Sinne der Leistungsfähigkeit fast alle Rechner auch noch direkt mit ihren internen Bussen und Kanälen an das LAN-Interface gehen können. NETEX kooperiert mit 32 verschiedenen Betriebssystemen.

In den meisten Fällen wird die Kooperation derart vorgenommen, daß NETEX einer oder mehrere Elementarprozesse des Betriebssystems zugeordnet werden, oder daß NETEX den Status eines E/A-Prozessors bekommt. Die meisten Adapter haben hohe eigene Intelligenz, so daß dies kaum zu Problemen führt. Durch NETEX werden dann sowohl in der Assemblerebene als auch in einer etwas höheren Programmiersprache, wie z.B. Fortran, neue Befehle definiert, die den Aufbau logischer Verbindungen (Sessions), die Durchführung dieser Verbindungen in der Hauptsache mittels File-Transfer und die Beendigung der Verbindungen sowie die Aufnahme von Stati relativ problemlos möglich machen.



**Bild 7.20:** HyperChannel-10 mit PC-Anschluß. Quelle: Network Systems.

Der Anwendungsprogrammierer kann sich dann dieser Befehle bedienen und z.B. einfache Server selbst schreiben. Bei Kunden von Network Systems liegen bereits eine große Anzahl Anwendungsprogramme für die verschiedensten Problemkreise vor.

**HyperChannel-50** ist ein Basisband-Koaxialkabel-LAN-System mit einer Übertragungsgeschwindigkeit von etwa 50 Mbit/s, wie der Name schon nahelegt, und ist insbesondere für Mainframe-Mainframe-Kopplungen geeignet. Typische Anwendungen des mittels des CSMA/CA-Verfahrens gesteuerten Bussystems sind Transaktionsverarbeitung, File-Transfer und Software-Transfer. Der Kanal ist selbstverständlich kompatibel zu allen anderen Produkten der Linie und es gibt Adapter für die verschiedenen möglichen Prozessoren, für ausgewählte Hochleistungsperipherie und universelle Link-

Adapter, die die Verbindung von HyperChannel-Segmenten mittels Koaxialkabel, Glasfaser, Infrarot, Richtfunk und Satelliten-Links ermöglichen.

**HyperChannel-10** (HYPERbus) ist ein Koaxialkabel-Token-Bus (nicht IEEE-802-kompatibel), der mit einer Übertragungsgeschwindigkeit von 10 Mbit/s Großrechner und Minicomputer koppelt, aber auch Rechner und PCs sowie Terminals an Rechner (V.24 und 3270).

Er arbeitet ebenfalls mit der NETEX-Software, die jedoch für kleinere Rechner auf gewisse Basisfähigkeiten zusammengestutzt ist. Es gibt auch wieder Prozessor- und Link-Adapter, jedoch nicht in der Vielfalt wie bei HyperChannel-50. Minicomputer wie VAXn werden z.B. über einen universellen, programmierbaren Minicomputer-Adapter angeschlossen. Wichtig ist die Möglichkeit, HyperChannel-10-Segmente durch HyperChannel-50 untereinander zu verkoppeln, wobei der größere Kanal sicherlich ein leistungsfähiger Backbone ist. Man kann sich leicht überlegen, daß dies die einzig sinnvolle Art der Bildung eines Backbones ist.

DATApot ist das strategische Produkt zur Anbindung von PCs. Drei verschiedene Ausführungen dieses Kommunikations-Coprozessor-Boards emulieren IBM-3278/3279-Terminals, lassen File-Transfer unter den IBM-Mehrbenutzer-Zugriffssystemen TSO und CMS zu und setzen verschiedene Codes ineinander um. Die Boards bilden ein Interface zum HyperChannel-10 und arbeiten selber unter MS-DOS oder Unix.

Über die drei genannten Systeme läßt sich eine Kommunikationshierarchie von der Cray-1 bis zum IBM-PC aufbauen. Für die Zukunft ist es sicher von Bedeutung, ein noch schnelleres System zu haben: Die DATApipe, als Doppelglasfaser-Stern ausgeführt, hat eine Übertragungsrate von 275 (!) Mbit/s und Interfaces zu HyperChannel-50 sowie zu anderen Netzen. Damit ist auch die Frage des Backbones für HyperChannel-50-Netze gelöst.

Das Hauptargument der Anwender ist jedoch nicht die hohe und höchste Übertragungsgeschwindigkeit, sondern die problemlose Integration verschiedener Großrechnerwelten, wie z.B. IBM und DEC, unter NETEX.

Die Lösung von Network Systems nimmt das vorweg, was durch das ISO-Referenzmodell und standardisierte Implementierungen heute erst in seinen Anfängen erreicht wurde. Immerhin kann dieses Unternehmen mehr verschiedene Rechner wesentlich leistungsfähiger untereinander kommunizieren lassen als sonst jemand. Die Ethernet-Welt wird durch den Einsatz der TCP/IP-Protokolle und ganz besonders schneller Kopplungselemente angegliedert.

Unter dem Namen LAN II wird von NSC eine 802.3-kompatible Ethernet-Produktlinie angeboten.

### **Ungermann-Bass NET/ONE**

NET/ONE von Ungermann-Bass ist ein Netz, welches zunächst für den Großrechner-Verbund konzipiert wurde. Es ist jedoch eine NET/ONE-Personal-Connection auf dem Markt, die das Netz auch für uns interessant macht.

NET/ONE ist ein topologie- und Übertragungssystem-unabhängiges Netz. In der Basisversion sind die untersten zwei Schichten als Ethernet realisiert, und die nächsten zwei Schichten sorgen für einen geregelten Nachrichtentransport über virtuelle Kanäle. Neben

dem Ethernet-Kabel wird auch das manchmal praktischere Thin-Koax mit allen passenden Teilen angeboten. Es ist dies sicher die beste Alternative für PCs. NET/ONE ist jedoch auch in einer Breitbandversion nach der amerikanischen Kabel-TV-Norm lieferbar. Damit können auf sechs Kanälen pro 5 Mbit/s die Nachteile des Basisbandes aufgehoben werden.

Neuerdings ist auch eine Fiber-Optic-Version angeboten worden. Der Clou bei der Angelegenheit ist, daß man ein bereits bestehendes NET/ONE wegen der äußerst modularen Systemstruktur beliebig um-, nach- und zurüsten kann, ohne daß überproportionale Kosten entstehen. Man muß auch sein Netz nicht durchgehend in einer Technik aufbauen, Bridges sorgen für den nahtlosen Übergang zwischen zum Beispiel Breitband-Koax und Fiber Optic. Da das Netz für alle Bereiche der DV geeignet ist, bereitet die spätere Aufrüstung mit Groß-DV-Anschlüssen kein Problem. Es sind auch schon Versuche gemacht worden, standardkompatible Ethernet-Geräte in das Basisband miteinzubringen. Unter gewissen Voraussetzungen klappt dies.

## 7.3 Breitbandnetze

### SYTEK LOCALNET

LOCALNET ist ein Breitbandsystem, welches prinzipiell dem Ethernet recht nahesteht. Es gibt auch Breitbandversionen des Ethernets, bei denen der Transceiver einfach mit zusätzlichen Modems für feste Frequenzen ausgerüstet wird und das Kabel mit einem Kopffrequenzumsetzer. Obwohl bei IEEE in der Standardisierung, haben sich diese Systeme noch nicht am Markt durchsetzen können. LOCALNET kann hingegen auf eine große Liste von Installationen zurückblicken. Mittlerweile bietet die Firma XMIT auch eine PC-spezifische Lösung an. LOCALNET wird hergestellt von SYTEK. Das Medium ist ein übliches 75-Ohm-Koaxialkabel. Die Bandbreite beträgt 300 oder 400 MHz. Es wird die Mid-split-Breitbandtechnik verwendet. LOCALNET System 20, das weitverbreitetste, kann bis zu sechs TV-Kanäle belegen. Pro TV-Kanal sind 20 Unterkanäle zu je 300 kHz verfügbar. Mittels FSK-Modulation wird auf jeden Kanal 128 Kbit/s aufmoduliert. Das verbleibende Frequenzspektrum kann anderweitig genutzt werden. Endgeräte werden an einen Kanal über sogenannte Tboxen, Tmuxen und Smuxen angeschlossen. Je nach Gerät können 2 bis 32 V.24(RS 232)-Schnittstellen zur Verfügung gestellt werden. Die Kommunikation läuft auf einem Unterkanal, solange das System nicht zu groß ist. Auf diesem wird der Zugriff dann nach CSMA/CD geregelt. Man kann so also auf einem Kabel mehrere LAN-Subsysteme aufbauen, die untereinander durch Frequenztransformer kommunizieren können. Für die Kopplung von PCs reicht zunächst ein Unterkanal. LOCALNET bleibt jedoch nicht bei der Schicht 2 stehen. Die Schicht 3 übernimmt die Adressierung der Datenpakete und deren Routing im möglicherweise sehr komplexen Netz über virtuelle Kanäle entweder im selben logischen Kanal, in verschiedenen logischen Kanälen oder zwischen abgeschlossenen Netzteilen. Ich erinnere daran, daß das LOCALNET einen Baum aufspannen kann. Werden zudem mehrere Subsysteme gebildet, so ergibt sich ein nichttriviales Routing-Problem. Die Transportschicht übernimmt den Ende-zu-Ende-Datentransport. Von jedem zu jedem Benutzer können so virtuelle Verbindungen aufgebaut, betrieben und wieder abgebaut werden, wobei Fehlerkontrollen und

Wiederaufsetzen nach Fehlern eine hohe Übertragungsquote sicherstellen. LOCALNET ist ein Paketvermittlungsnetz klassischer Art. Es ist ein Gateway für den Anschluß von Ethernet an LOCALNET vorgesehen.

### **IBM-PC-Netzwerk Breitband**

Das IBM-PC-Netzwerk ist ein Breitband-Local-Area-Network, über das eine Vielzahl von IBM-Personalcomputern miteinander kommunizieren können. Dazu werden folgende Komponenten benötigt:

Jeder angeschlossene IBM-PC muß über eine Netzwerk-Adapterkarte verfügen. Diese Adapterkarte realisiert die unteren fünf Ebenen des ISO-Referenzmodells. Zu diesem Zweck enthält die Karte:

- Intel 80188 Mikroprozessor
- HIC (Host Interface Controller)
- Intel 82586 LCC (Local Communications Controller)
- SIC (Sytek Serial Interface Controller)
- 16-Kbyte-RAM, 32-Kbyte-ROM, 32-Byte-ID-PROM
- Ein 8-Kbyte-BIOS-ROM

Den einzelnen Komponenten kommen dabei folgende Aufgaben zu:

- Der Mikroprozessor Intel 80188 organisiert die Datenübertragung, indem er Daten vom HIC übernimmt und an den SIC weitergibt bzw. das Verfahren in der anderen Richtung durchführt.
- Der HIC stellt die Verbindung zwischen Adapterkarte und dem PC her. Zu diesem Zweck enthält er ein 16-Bit-Register, das sowohl vom PC, als auch von der Adapterkarte gelesen bzw. beschrieben werden kann.
- Der SIC und der LCC führen die Übertragung der Daten vom Adapter-internen Bus zum seriellen Netzwerk (und umgekehrt) durch.
- Das 8-Kbyte-BIOS-ROM enthält das PC-seitige Interface zum HIC, das heißt, die PC-seitig operierende Software. Zum Beispiel kommuniziert das Netzwerkprogramm (Benutzer-Interface) mit der Adapter-Karte über dieses BIOS-ROM (NETBIOS).
- Der 16-Kbyte-RAM stellt für das Adapter-BIOS, das sich im 32-Kbyte-ROM befindet und vom 80188 ausgeführt wird, einen Arbeitsspeicherbereich zur Verfügung.
- Das Adapter-BIOS ist im 32-Kbyte-ROM gespeichert. Der Prozessor 80188 führt den im ROM enthaltenen Code aus. Dabei dient ihm das 16-Kbyte-RAM als Arbeitsspeicher.
- Das 32-Byte-ID-PROM enthält die reale Knotenadresse, mit der der PC von anderen Netzwerkbenutzern adressiert werden kann.

Eine Translator Unit ist die zentrale Komponente des baumförmig aufgebauten Netzwerkes. Sämtliche empfangenen Signale werden auf ein höheres Frequenzband übertragen und dann wieder an alle angeschlossenen Leitungen abgegeben. Als Kanalsteuerungsverfahren wird CSMA/CD benutzt. Die Nachrichtenübertragungsgeschwindigkeit gehört mit 2 Mbit/s eher in eine untere Kategorie. Man kann nach Angaben von IBM ca. 70 Stationen an das Netzwerk anschließen. Dann ist es jedoch hoffnungslos überlastet. Es kann nahtlos an das TRNW angeschlossen werden und dort fast jede Facility benutzen.

Bezeichnung	Beschreibung
Übertragungsmöglichkeit	Spezielles Koaxkabel 75 Ohm
Zugangsverfahren	CSMA/CD
Übertragungsrate	2 Mbps
Topologie	Baum (Breitband)
maximale Ausdehnung	300 m vom Frequenzumsetzer 5 km bei Kundenanpassung, z.B. im Rahmen eines anderen Breit- bandsystems
maximale Zahl der Anschlüsse	72 1000 bei Kundenanpassung
Schnittstellen zu SNA (3270)	über SNA-SDLC-Karte in einem Gateway-PC
zu Token-Ring	auch über Token-Ring-Gateway über Gateway-PC

**Bild 7.21:** Steckbrief IBM-PC-Netzwerk Breitband.

### Allan Bradley LAN/1, LAN/PC sowie LAN/2

LAN/1 ist als Token-Bus organisiert. Es bietet V.24-Transportverbindungen und kann als Untersystem in das allgemeine Allan-Bradley-Breitbandnetz eingebracht werden. An ein Modem passen maximal acht Teilnehmer. 255 Modems können von einem Kanal bedient werden. Das liegt daran, daß der Controller denselben Chip beinhaltet wie alle bekannten Token-Bus-Systeme, und der unterstützt 255 Anschlüsse. Pro Breitbandnetz kann man fünf LAN/1 definieren. So können bis zu 10.000 Teilnehmer an das Netz angeschlossen werden. Es wird zur Zeit keine besondere Software für die höheren Schichten angeboten. LAN/PC ist die sinnvolle und richtige Erweiterung des LAN/1-Konzepts im Hinblick auf Personalcomputer.

Das LAN/PC arbeitet nicht mit V.24-Schnittstellen, sondern mit einer Controller-Karte, die einen langen Slot eines IBM-PC/XT/AT oder Kompatiblen benutzt. 255 PCs können an das mit der Token-Bus-Technik des LAN/1 arbeitende Netz angeschlossen werden. Es können mehrere LAN/PCs in einem Breitbandnetz etabliert werden.

Aus der Anwendersicht arbeitet das System auf Basis der Novell Advanced Netware, die im Kapitel 9.4 detailliert vorgestellt wird.

LAN/2 ist ein Netz, welches ebenfalls auf dem gleichen Kabel wie LAN/1 oder LAN/PC arbeitet und die MAP-Spezifikation für die industrielle Fertigungsumgebung erfüllt (siehe Kapitel 12.1). Weiterhin gibt es von A/B das klassische Breitbandnetz, auf welchem man einige tausend Verbindungen mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten und Qualitäten schalten kann.

Alle Anwendungen einschließlich LAN/1/2 und /PC laufen auf einem Breitbandkabel in Mid-split-Technik, welches durch einen intelligenten Monitor überwacht werden kann.



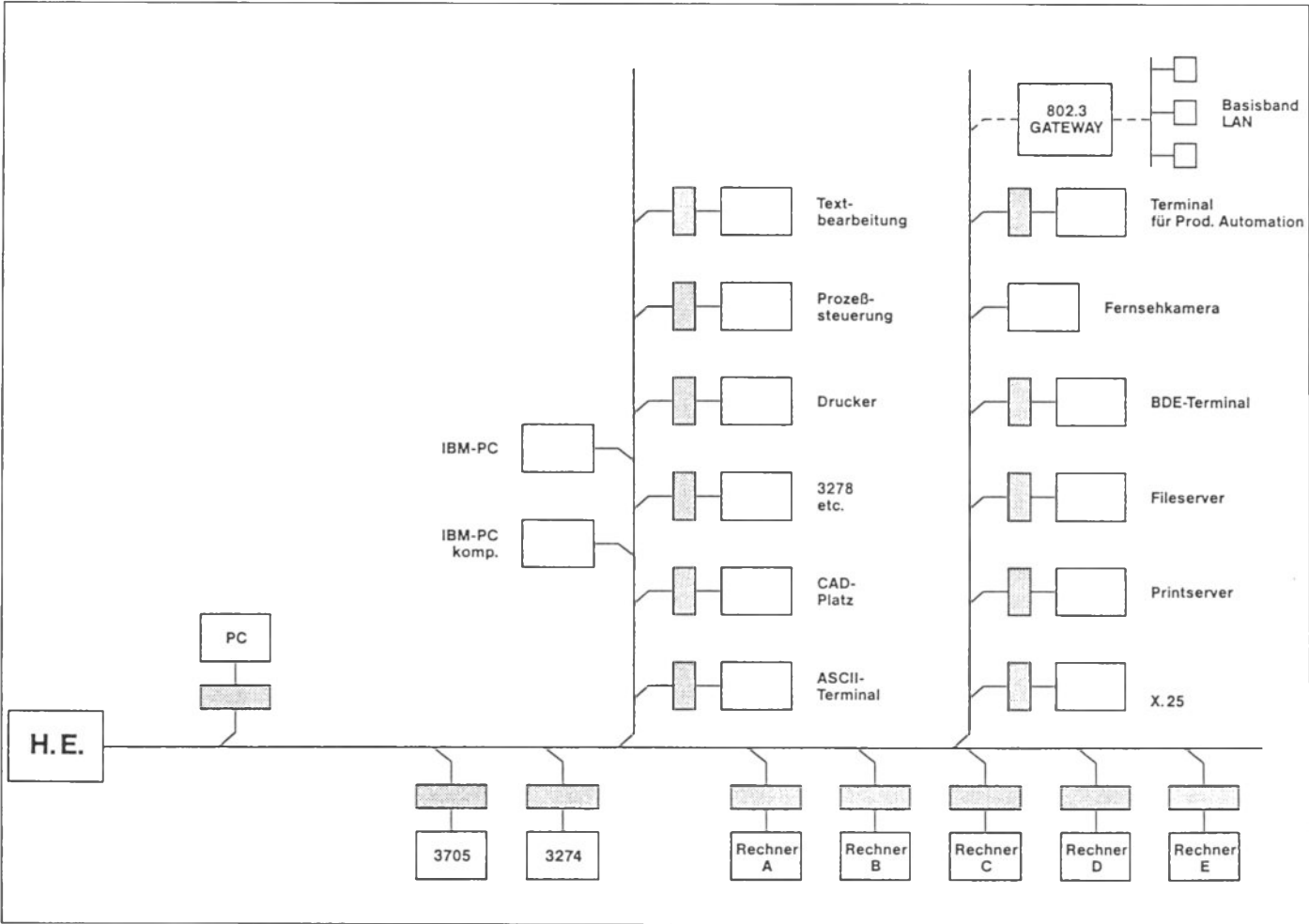


Bild 7.22: A-B-Breitbandnetz. Quelle: A-B

## 7.4 Verkabelungsstrategien

Der Aspekt der Verkabelung bewegt oft und mit Recht die Gemüter. Sobald die Anzahl der Endgeräte in einem Netz etwas größer als 5 oder 6 wird, stellt sich die Frage nach einer angemessenen, zukunftsorientierten Verkabelung, und zwar einfach deshalb, weil im allgemeinen das Verlegen des Kabels viel teurer ist als das Kabel selbst.

Solange man einige wenige PCs vernetzt, kann man sich auch noch merken, wo das Kabel liegt, um nicht darüberzustolpern. Aber im Ernst: Eine ordentliche, sauber installierte Verkabelung ist das beste, was man für die Sicherstellung der Operationalität des Netzes machen kann. Was nützt ein schnelles Ethernet, wenn laufend die Putzfrau oder sonst jemand so an den Kabeln zerrt, daß permanent Ausfälle oder Kurzschlüsse zu verzeichnen sind?

Für eine kleinere Installation reicht es sicherlich, ein paar Regeln zu beachten, die das Leben erleichtern, wie

- Koaxialkabel nicht unter den angegebenen Biegeradius verbiegen!
- Nicht mit dem Hammer die Kabelschelle in das Kabel treiben!
- Kabel nicht freischwebend von Schreibtisch zu Schreibtisch verlegen, sondern in echten oder provisorischen Kabelkanälen. Als provisorische Kabelkanäle bezeichne ich z.B. innen hohle »Bodenwellen«, in denen das Kabel geschützt liegt oder Aufputzkanäle. Ich selbst habe auch gute Erfahrungen mit Büromöbeln gemacht, die man nahtlos zu einer Bürolandschaft zusammenstellen kann (alle Elemente werden irgendwie miteinander verbunden, es gibt sozusagen keine Lücken zwischen den Schreibtischen) und die über eigene Kabelführungen verfügen (z.B. ergodata der Firma Fortschritt). Bei der Verwendung echter Kabelkanäle ist unbedingt darauf zu achten, was sonst noch so im Kanal liegt!
- Unfallschutzvorschriften und Abstrahlvorschriften beachten!
- Kabel an beiden Enden mit einem Aufkleber versehen, der das Kabel bezeichnet und eine Landkarte des Netzes mit Namen der Endgeräte und Kabel anfertigen und im Falle von Änderungen pflegen!
- An schwieriger zugänglichen Stellen immer ein oder mehrere fertig konfektionierte Ersatzkabel legen, die im Falle eines Ausfalls, einer Erweiterung oder eines Testes benutzt werden können, ohne wieder an die schwierig zugängliche Stelle krabbeln zu müssen.
- Als Laie bei der Kabelverlegung mindestens einen gestandenen Modelleisenbahner hinzuziehen, besser ist jedoch ein Elektriker.

Diese Tips mögen manchen Leser zum Kopfschütteln veranlassen. Dies ist aber noch nichts gegen das Kopfschütteln, was einen erfaßt, wenn man sieht, wie Kabel im Eifer des LAN-Gefechts tatsächlich verlegt werden. Gerade bei der Kabelverlegung wird nämlich gerne gespart, und auch die Distributoren reißen sich nicht gerade darum.

In größeren Firmen gibt es zumeist eine Anzahl von zusätzlichen Bestimmungen über die Kabelverlegung und auch Personen, die man hiermit beauftragen kann.

Glasfasern scheinen zunächst die größten Schwierigkeiten aufzuwerfen, weil die Verbindungs- und Verzweigungstechnik unbekannt ist. Es gibt jedoch gerade hierfür hervorra-

gende Hilfsmittel. Bei der Verlegung selbst ist das Glasfaserkabel der pflegeleichteste Kandidat, weil es dünn, leicht und äußerst flexibel ist. Die Hilfestellungen der Glasfaseranbieter sind in der Regel auch weitreichender als die Hilfen bei konventionellem Kabel.

Die bislang genannten Punkte treffen in der Hauptsache für sehr kleine Installationen zu. In größeren Organisationen und Unternehmen sollte jede Form der Vernetzung nur im Rahmen einer unternehmensübergreifenden Gesamtstrategie gesehen werden.

Hierzu ist eine zentrale Planung mit mittel- und langfristiger Zielsetzung notwendig, um Netzwerkwildwuchs zu vermeiden und Investitionen zu sichern.

Die Ansätze hierzu sind äußerst unterschiedlich. Die Industrie bietet vielfältige Möglichkeiten an, die untereinander jedoch oft nicht kombinierbar sind.

Die Festlegung auf eines der heute von der Industrie angebotenen Verkabelungssysteme ist sehr schwierig und hängt vom Einzelfall und dem betreffenden Bedarf ab.

Immer wieder wird man an Grenzen der Entwicklungs- und Integrationsfähigkeiten stoßen, die die Eingliederung verschiedener neuer Geräte erschweren.

Ganz besonders wesentlich erscheint dem Autor die Erkenntnis, daß

- **die Verkabelung im Sinne einer Gesamtstrategie weder auf einem einzelnen Kabeltyp noch auf einem einzigen, homogenen Netztyp basieren wird, sondern**
- **die Verkabelung auf einer hierarchischen Konzeption unter Berücksichtigung verschiedenster Versorgungsbereiche beruht.**

Wir wollen in den folgenden Betrachtungen den Fertigungsbereich ausklammern, da er besondere Problemstellungen aufwirft, und uns auf den Bürobereich in Industrie, Handel, Banken und Versicherungen sowie weiteren öffentlichen und privaten Organisationen beschränken.

Im Rahmen einer derartigen Gesamtstrategie werden üblicherweise vier Bereiche unterschieden:

- Geländeverkabelung (zwischen Gebäuden eines Geländes)
- Gebäudeverkabelung (zwischen Etagen oder Bereichen eines Gebäudes)
- Etagenverkabelung (zwischen Büros einer Etage)
- Endgeräteanschluß.

Die Geländeverkabelung integriert die in den einzelnen Gebäuden bestehenden Subnetze, die Gebäudeverkabelung integriert die Etagennetze, und die Etagenverkabelung bindet die einzelnen räumlichen Einheiten an das Netz an. Es werden im einzelnen folgende Anforderungen an die verschiedenen Stufen gestellt:

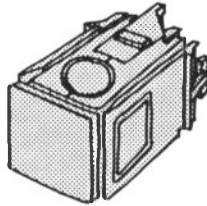
Geländeverkabelung: Überbrückung großer Entfernungen, Blitzschutz, Einstreusicherheit, Abhörsicherheit, Zukunftsorientierung, Ausfallsicherheit, hohe Verfügbarkeit, Wartbarkeit, sichere und dokumentierte Trassenführung, Potentialtrennung zwischen Gebäudeerdungen, Integration unabhängiger Subnetze beliebiger Technologie, hohe Übertragungskapazität, redundante Auslegung und alternative Trassenverlegung für den Notfall.

All dies kann z.B. im Rahmen einer gut durchdachten Glasfaserverkabelung erreicht werden, da die Glasfaser gerade mit den ersten 8 bis 10 Anforderungen keinerlei Probleme hat und bei anderen Kabeltypen hierfür besondere Maßnahmen erforderlich werden können.

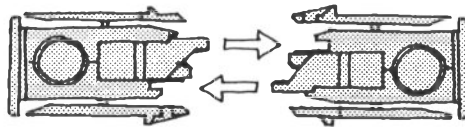
## Zubehörteile

Datenstecker (genormt)

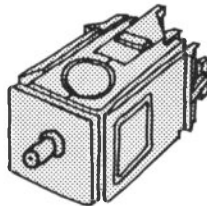
Automatischer Kontaktschluß  
für Schleifenbildung



Konstruktion in  
»hermaphroditischer« Ausführung



Sonderausführung  
mit integrierten Balun für »3270-Koaxkabel«



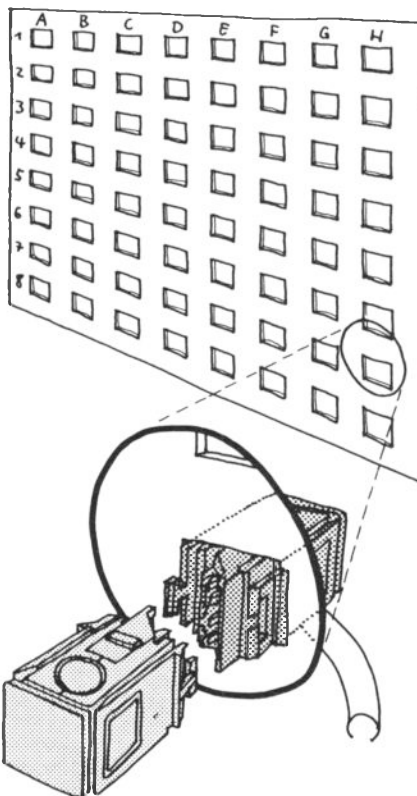
**Bild 7.23:** IVS-Datenstecker.

Gebäudeverkabelung: Modularität bei der Verkabelung der Etagen oder Bereiche, Aufbau und Betrieb von begehbaren Gebäude- und Etagenverteilern, wartbares Kabelsystem zur schnellen Fehlersuche, netzwerkunabhängige Verkabelung, Anpaßbarkeit an die vorhandenen Steigbereiche.

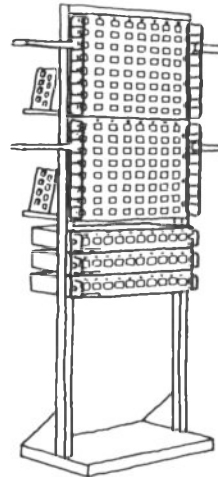
- Etagenverkabelung:** Anbindung von Wanddosen in den Büros oder Arbeitsbereichen an den Etagenverteiler, universelle Dosen- und Steckertechnik, gegebenenfalls aufgeteilt nach Sprach- und Datenübertragung, Nutzung geeigneter Kabelwegsysteme, wie Doppelboden, Brüstungskanäle, abgehängte Decken, Unterflursysteme, begehbare Kabelkanäle, netzunabhängige Verkabelung, beliebige Versetzbarkeit von Arbeitsplätzen, Erweiterbarkeit, Flexibilität.
- Endgeräteanschluß:** Flexibler Anschluß beliebiger Endgeräte an Outlets, dünne, gut verlegbare Kabel, keine sperrigen Komponenten, Steckerentfernung darf Gesamtnetz nicht unterbrechen.

## Zubehörteile

### Verteilerrahmen



### Einbaumöglichkeit in 19"-Gestelle



**Bild 7.24:** IVS-Verteilerrahmen.

Hat der Leser an dieser Stelle einmal versucht, die in den vorderen Abschnitten dieses Kapitels besprochenen LAN-Systeme einmal auf die Eignung bezüglich dieser genannten Ziele abzuklopfen? Es ist ganz interessant und wird am Ende untermauern, daß es sicherlich keine einheitliche, wirtschaftliche Lösung mit einem einheitlichen Kabeltyp geben kann.

Wir wollen an dieser Stelle zwei Beispiele für mögliche Verkabelungskonzepte besprechen, die sich an den zwei besprochenen Hauptnetztypen, nämlich dem Token-Ring und dem Ethernet orientieren.

Das IBM-Verkabelungssystem IVS unterstützt eine Reihe von Kabeltypen, und zwar sechs verschiedene Twisted-pair-Varianten mit unterschiedlicher Leistungsfähigkeit und unterschiedlichem physikalischem Aufbau sowie ein Glasfaserkabel. Grundsätzlich befinden sich in einem Kabel mindestens vier Kupferadern oder zwei Glasfasern, um Redundanz und Zweirichtungsbetrieb realisieren zu können. Das IVS unterstützt den Token-Ring. Dieser muß aber nicht installiert werden, wenn man keinen möchte.

Das IVS wurde vor allem dazu entworfen, unterschiedlichste Endgeräteanschlüsse innerhalb der IBM-Welt zu vereinheitlichen.

Herz des eigentlichen Verkabelungssystems sind Verteilerschränke und ein hermaphroditischer Universalstecker. Die Verteilerschränke können untereinander beliebig verbunden werden, wobei man natürlich auch Glasfaserstrecken verwenden kann. Innerhalb der Verteilerschränke steckt man im Grunde genommen die Logik der Verkabelung zusammen und kann dies auch jederzeit leicht abändern. Die Endgeräteanschlüsse können einzeln vom Verteilerschrank aus vorgenommen werden. Andererseits ist es auch möglich, wie bereits früher besprochen, den Token-Ring aus dem Verteiler herauszuführen und die Endgeräte so zu erreichen.

Beim Anschluß heutiger oder älterer Endgeräte müssen viele Übergänge geschaffen werden, z.B. zwischen dem Koaxanschluß für ein Terminal und dem Hermaphroditen. Insgesamt sagt hier die Anschauung mehr als Worte, weswegen wir einige Abbildungen zum IVS bringen. Noch besser schaut man sich das IVS auf einem Messestand einer Verkabelungsfirma, wie z.B. POTT oder Neubauer, an.

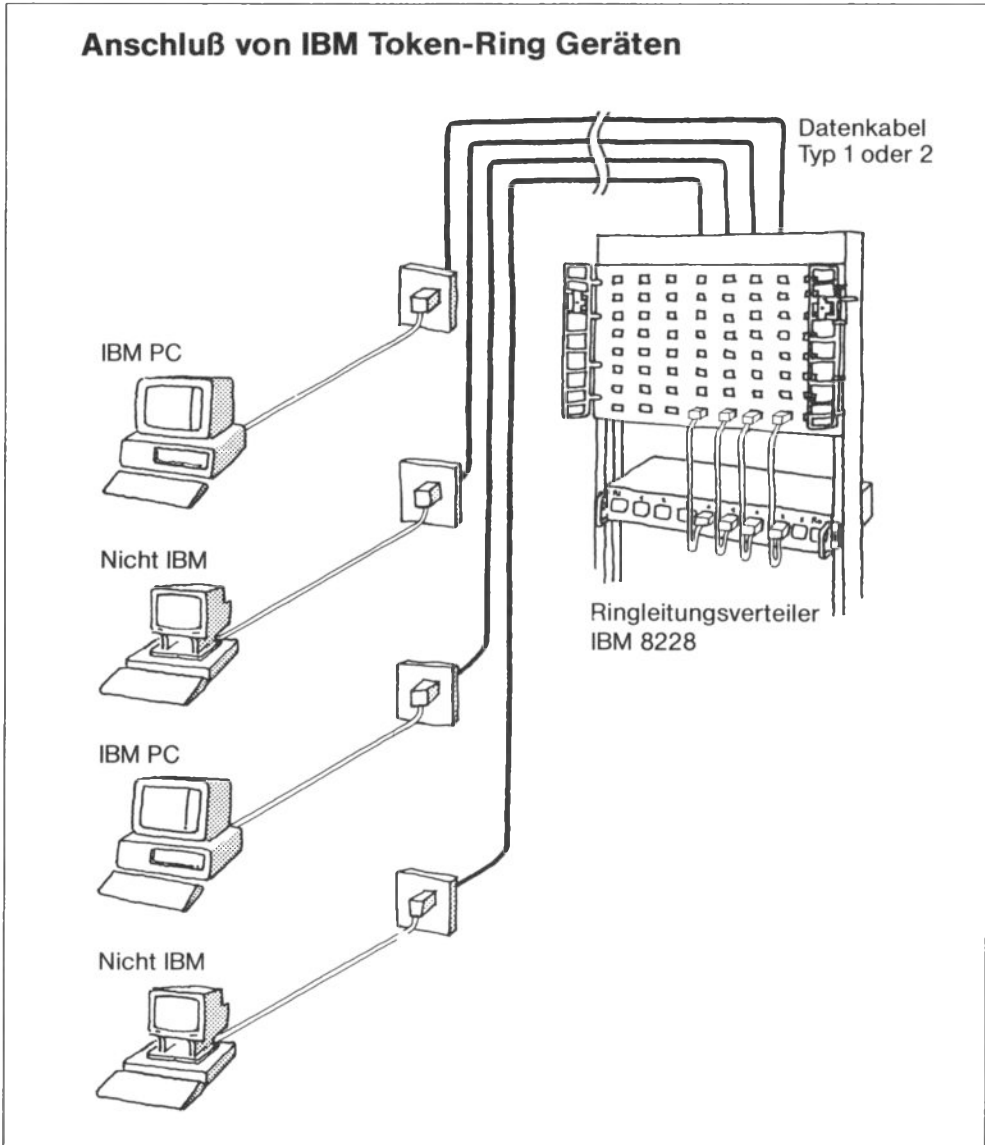
Es gibt die Möglichkeit, unter der Berücksichtigung verschiedener Randbedingungen auf dem IVS auch ein Ethernet laufen zu lassen. Der Nachteil des IVS ist, daß es sehr speziell auf den IBM-Gerätebereich zugeschnitten ist und die z.B. auf dem Etagenbereich verlangte Universalität und Offenheit vermissen läßt.

Eine andere Alternative wäre z.B. die Verkabelung mit Ethernet-Komponenten. Unter Berücksichtigung der genannten Anforderungen ergeben sich speziell für Ethernet folgende Lösungsmöglichkeiten:

- Geländeverkabelung mit Breitbandtechnik oder Lichtwellenleiter auf Basis aktiver oder passiver Sternkoppler
- Gebäudeverkabelung mit Yellow Cable oder Lichtwellenleiter
- Etagenverkabelung mit Cheapernet oder Twisted Pair
- Endgeräteeinbindung mit Transceiver/Multiporttransceiver oder Direktanschluß

Wie man sich jedoch heute für eine Verkabelung entscheidet: Man wird das dumme Gefühl nicht los, einfach etwas übersehen zu haben. Die technische Entwicklung birgt vermutlich für die nächsten Jahren keine erheblichen Überraschungen mehr.

Wie aber die bestehenden Techniken von den Herstellern genutzt werden, bleibt weiter fraglich. Es kann heute niemand garantieren, ob eine einmal getroffene Lösung zukunfts-sicher ist, und wenn ja, wie lange.



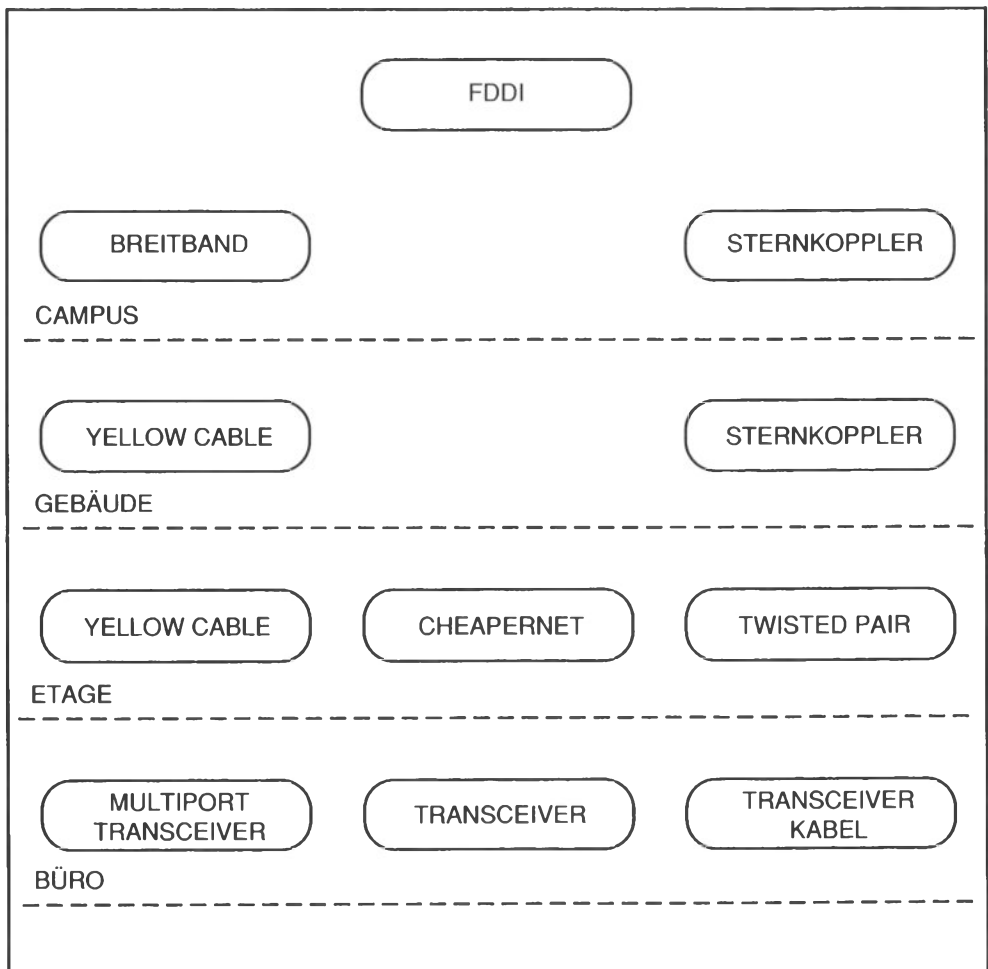
**Bild 7.25:** IVS-Token-Ring.

Der Bereich der Telefonie und Nebenstellenanlagen wurde hier bewußt ausgeklammert. Wir werden aber in einem späteren Kapitel darauf zurückkommen.

Der Autor weist jedoch darauf hin, daß sich hier ganz klar ein Trend abzeichnet: **Auch in den nächsten Jahren wird es im professionellen Bereich keine völlige Integration von Sprach- und Datenverkehr geben, sondern vielmehr ein friedliches Nebeneinander zweier grundsätzlich verschiedener Alternativen.**

Der Grund hierfür liegt auf der Hand: Die Datenverkabelung ist Privatsache eines Unternehmens, bei der Verkabelung im Hinblick auf die Telefonie kommen zusätzliche Randbedingungen hinzu, deren Beachtung den Datenleuten Kopfzerbrechen bereitet.

Die heutigen Integrationsansätze sind höchstens im Endgerätebereich, wenn überhaupt, befriedigend und verführen in kaum einem Fall dazu, es doch auch einmal mit der völligen Integration zu versuchen.



**Bild 7.26:** Verkabelung mit Ethernet-Varianten.



Die heute wohl beste und umfassendste Darstellung der Verkabelungsalternativen enthält die – wegen des Umfangs nur für ernsthafte Interessenten zu empfehlende – Studie »Private Kommunikationsinfrastrukturen« von Dr. Boell-Comtool, die über die Fa. DATA-KOM, Ismaning, bezogen werden kann.

Wir haben in den vergangenen Kapiteln vieles über lokale Netze und die durch sie vorbereiteten Kommunikationsmöglichkeiten erfahren.

Im Kapitel 9 wollen wir uns den anwendungsorientierten Aspekten bezüglich der Konstruktion von Anwendungssoftware und ihres sinnfälligen Einsatzes zuwenden.

Voraussetzung für eine sinnvolle Nutzung der nachrichtentechnisch hergestellten Kopplung der PCs ist jedoch eine Brücke zwischen den einplatzorientierten Betriebssystemen der PCs wie DOS oder OS/2 und einer netzfähigen Anwendung.

Im PC-Magazin 40/88 findet sich eine Übersicht von über 250 Produkten für netzfähige Multi-User-Applikations-Software in der Bundesrepublik Deutschland. Mit den zusätzlichen Fähigkeiten von OS/2 [KAU 89] wird diese Zahl schnell wachsen. Es handelt sich dabei vor allem um Branchen-Software, da sich ein PC-Netz ganz hervorragend für die Schaffung kleinerer Systemlösungen eignet und der Endkunde letztlich ohnehin primär an der Lösung, nicht jedoch am Weg dorthin interessiert ist.

Im Rahmen dieses einführenden Buches ist es vor allem wichtig, einen Blick auf die Zusatzsoftware zu werfen, die vernetzte PCs unter DOS oder OS/2 in die Lage versetzt, netzfähige Applikationen laufen zu lassen. Nur Unix-Systeme sind a priori kommunikationsfähig, spielen jedoch heute im Low-end-Bereich stückzahlmäßig eine untergeordnete Rolle.

Die Möglichkeiten einer PC-Vernetzung sind verlockend:

- Aufhebung der Speicherplatzbeschränkung normaler PCs
- Gemeinschaftliche Nutzung teurer Peripherie (wie Laserdrucker)
- Austausch von Daten zwischen den Arbeitsplätzen
- Elektronische Post zwischen den Arbeitsplätzen
- Einsatz netzwerkfähiger Programme
- Multi-User-Fähigkeit in manchen Fällen
- Kosteneinsparung durch abgemagerte Arbeitsplätze
- Externe Kommunikationsmöglichkeiten

Diese Möglichkeiten kommen aber nur dann richtig zum Tragen, wenn das PC-LAN über eine geeignete Betriebssoftware verfügt.

Ein PC wird heute noch in den allermeisten Fällen mit einem Single-User-Betriebssystem betrieben, welches nur ein oder zwei Tasks (DOS) oder viele Tasks parallel (OS/2) zuläßt und in keinsten Weise netzwerkfähig ist. Diese Betriebssysteme sind auch in der Zukunft nicht wegzudenken. Es gibt zwar dann Erweiterungen, die elementare Funktionalität, etwa das Paketversenden auf Assembler I/O-Level, anbieten, aber dies ist auch nicht das, was der Benutzer wünscht.

Netzfähige Anwendungssoftware kann zwar manchmal auf diesem Niveau ansetzen, ist dann jedoch stark durch Fehler gefährdet und zudem ziemlich speziell. Der heute am meisten beschrittene Weg ist die Verwendung von *Metasoftware*, die als Betriebssystemerweiterung fungiert und Netzwerkfunktionalität auf einem höheren Niveau anbietet. Dabei nimmt sie insbesondere den Anwendungsprogrammen die Verwaltung der gemeinschaftlich benutzten Betriebssysteme ab.

Auf dieser Metasoftware setzen dann die Anwendungsprogramme auf, wie wir sie kennen. Die Leistungsfähigkeit eines PC-LANs steht und fällt also mit dieser Metasoftware.

Erinnern wir uns an die generellen Anforderungen in 1.1 und das Szenario in Kapitel 4. In einer derartig umfassenden Arbeitsumgebung erwachsen schnell folgende Forderungen an die Metasoftware:

- Ergonomische Arbeitsoberfläche, wenigstens mit Menüs.
- Benutzerfassung nach einem *Environment*-Konzept, d.h., ein Benutzer sieht die ihm zur Verfügung stehenden Möglichkeiten nicht explizit, sondern er sieht einen Objektraum (Objekte hier: Gegenstände seiner Arbeit) und Operationen (Programme) auf diesen Objekten, zu deren Ausführung er autorisiert ist. Etwas, was über seinen Autorisationsrahmen hinausgeht, darf er nicht. Diese Forderung ist notwendig für eine ordnungsgemäße Informationsverarbeitung.
- Realisierung des wechselseitigen Ausschlusses auf gemeinschaftlich benutzbaren Ressourcen, da sonst Dateien irgendeinen, aber nicht den aktuellen Zustand haben und Druckbilder kunterbunt werden (File- und Record-Locking).
- Realisierung eines parallelverarbeitenden Betriebssystems auf der Server-Maschine für die Optimierung der Plattenzugriffe.
- Realisierung der Netzwerkübergänge in Richtung Host je nach den zur Verfügung stehenden Möglichkeiten. Für jede der genannten Alternativen ist eine spezielle Lösung vorzusehen. Am elegantesten ist natürlich die Einbettung in eine Netzwerksystemarchitektur, da sich deren Kontrollelemente nun auch auf den PC-Pool erstrecken.
- Realisierung von Funktionen zum Netzwerk-Management, darunter auch solche, die es ermöglichen, Kosten für Fernverbindungen den Verursachern zuzuordnen.

Es kann sein, daß diese Forderungen am Anfang einer Installation oder bei der Planung nicht alle zusammen relevant sind. Es empfiehlt sich jedoch, hier etwas vorausschauend zu planen, denn üblicherweise können Ergänzungen für später entstehende Anforderungen nur mit relativ viel Mühe eingebracht werden.

Die Entwicklung hat, soweit dies heute abzusehen ist, einen Scheidepunkt: nämlich Metasoftware für DOS bis DOS 3, gegebenenfalls auch bis DOS 4 und Metasoftware für OS/2. Da die meisten Leser dieses Buches wahrscheinlich DOS bis 3.x einsetzen, stellen wir die Möglichkeiten hier getrennt vor, um die Übersichtlichkeit zu wahren. Auf OS/2 kommen wir in einem Kapitel am Ende des Buches gesondert zu sprechen.

Heute haben folgende Systeme Bedeutung für den PC-LAN-Anwender mit Schwerpunkt DOS-Rechner:

- NETBIOS als Ausgangspunkt im PC
- Microsofts MS-NET als Entwicklungsbasis für OEMs
- IBM-PC-LAN-Programme

- Novells Netware als das am weitesten verbreitete System
- 3COMs 3+ von den ETHERNET-Erfindern
- Banyan VINES als leistungsfähiges alternatives Konzept
- Die TCP/IP-Protokollfamilie als herstellerneutrales, weitverbreitetes universelles System

Von den genannten Produkten sind eigentlich nur die IBM-PC-LAN-Programme abhängig von der Netzhardware, alle anderen laufen wenigstens auf ETHERNET und mit Token-Ring, Netware kann an die 20 verschiedene LAN-Systeme bedienen und die TCP/IP-Protokollfamilie ist auf allen möglichen Rechnern und Netzen zu finden.

Man wird heute mit unterschiedlichsten Informationen über diese Softwaresysteme geradezu übergeschüttet. Für den Laien ist die erste Orientierung nicht einfach, aber auch der Profi stöhnt über das unglaublich verbreitete Versionenflattern.

Ich möchte die Einstiegsschwelle hier so weit unten halten wie möglich. Daher ist die Beschreibung aller Systeme, sofern möglich in wenigstens zwei Teile gespalten: die grundsätzlichen Eigenschaften und die aktuelle Version.

Die grundsätzlichen Eigenschaften beziehen sich immer auf die Basisversionen und stellen den Kern der Systeme ohne die ganzen mittlerweile hinzugekommenen Verbesserungen dar.

Die Erfahrung hat den Autor nämlich gelehrt, daß die ganzen hinzugekommenen Veränderungen an den Grundfesten der jeweiligen Systeme kaum rütteln. Sollten sie dies doch tun, wird gesondert darauf hingewiesen.

Für einen ersten Einstieg ist es sinnvoll, sich die Änderungen vor Augen zu führen, die durch Microsofts DOS 3.1 über die bis dato heile PC-Welt hereingebrochen sind. In diesem Zusammenhang ist auch NETBIOS von Interesse.

## **8.1 MS-DOS 3.1 und höher sowie NETBIOS**

MS-DOS ist mit Abstand das am weitesten verbreitete Betriebssystem für Personalcomputer. Über 40.000 Anwendungspakete laufen auf diesem System, und unzählige PCs benutzen es.

Bisherige LAN-Anbieter waren bestrebt, DOS in den Versionen 2.x zu unterstützen, was jedoch nicht zu einer Vereinheitlichung geführt hat. Daher haben sich Softwarehäuser auch kaum entschließen können, Anwendungspakete für den Netzbetrieb zu schreiben.

Durch DOS 3.1 hat sich das Bild gewandelt. In ihm sind einige fundamentale Multiuser-Funktionen als High-level-Netzwerk-Primitive realisiert. Jedes LAN, welches DOS-3.1-Funktionen unterstützt, bietet einer Anwendungssoftware ein geschlossenes Interface an. Dadurch werden die Anwendungspakete hardwareunabhängig und können in großen Stückzahlen preiswert vertrieben werden. Man kann Netzerkennungsprogramme in drei Kategorien unterteilen:

- Etablierte PC-Single-User-Anwendungen, die für die Benutzung im Netz angereichert wurden.

- Etablierte PC-Multi-User-Anwendungen, die für die Benutzung im Netz angepaßt wurden.
- Neue Anwendungssoftware, die speziell für die PC-LANs entwickelt wurde.

### 8.1.1 Grundlegende Eigenschaften von DOS 3.1

#### Der File-Server-Ansatz

Neben dem gemeinsamen Interface, welches DOS 3.1 für die Anwendungen bereitstellt, ist die wichtigste Essenz des Systems die zwingende Integration eines File-Servers.

Bei früheren Netzwerken wurde DOS als Einplatzsystem weiterbenutzt, wobei der Netzwerk-File-Server lediglich logische Laufwerke bereitgestellt hat. Dies führt jedoch nicht zur Unterstützung verteilter Anwendungen.

Unabhängige Systeme können eine geteilte Ressource nicht benutzen, ohne Probleme mit der Synchronisation und der Datensicherheit/Integrität zu managen.

Ein Weg, sicher nicht der eleganteste, aber hier beschritten, ist es, die Ressource von einem zentralen Monitor für alle angeschlossenen Systeme verwalten zu lassen. Dieser Monitor heißt in der DOS-Welt »File-Server-Environment«.

Die zentralisierte Kontrolle erlaubt insbesondere die Sicherstellung der Datenintegrität auf einem hohen Niveau. Ein Argument gegen diesen zentralen Ansatz wäre die Befürchtung, daß die Vorteile eines LANs, wie Hochgeschwindigkeitsübertragung und Flexibilität, eingeschränkt würden.

Dies ist jedoch nicht der Fall, wenn man den Server so konstruiert, daß er die Leistung eines Einzelsystems majorisiert. Wir werden später darauf zurückkommen. Weiterhin legt ein Arbeitsplatzsystem nicht alle seine Dateien auf dem FS an, sondern nur diejenigen, die für die Zusammenarbeit unter den Systemen notwendig sind und/oder diejenigen Dateien, die zu groß für den lokalen Speicher sind. Außerdem wurde bei den bisherigen LANs der Zugriff auf logische Laufwerke ebenfalls sequentialisiert.

Da durch den File-Server-Ansatz die lokalen Betriebssysteme nicht direkt auf die geteilte Harddisk zugreifen, sind keine speziellen Partitionen auf ihr notwendig. Der FS erhält die Aufträge und erledigt sie in Korrespondenz mit den ihm zur Verfügung stehenden File-Servern.

#### Der grundsätzliche Aufbau von LAN-Betriebssystemen

Gegenüber der in der Einleitung formulierten Zweiteilung von PC-BS und LAN-BS wollen wir die Sicht vom Anwendungsprogramm auf die Maschinen weiter verfeinern.

Die Programme, die für den Betrieb eines PC-LANs notwendig sind, können wie folgt umschrieben werden:

- File-Server-Software
- Netzwerk-Interface-Schale
- Host-Betriebssystem

Bei geeigneter Auslegung bietet die Netzwerk-Interface-Schale die Möglichkeit der Verwendung verschiedener Host-BS. Davon wird jedoch bei den vorliegenden Systemen wenig oder gar kein Gebrauch gemacht.

Die PCs im LAN haben die Möglichkeit, auf reale und virtuelle lokale Ressourcen sowie auf Netzressourcen zuzugreifen. Daher muß es einen Mechanismus geben, der Zugriffe in die richtige Richtung leitet. Diese Funktion wird durch die Netzwerkschale geleistet. So heißt die Netzwerkschale auch Redirector.

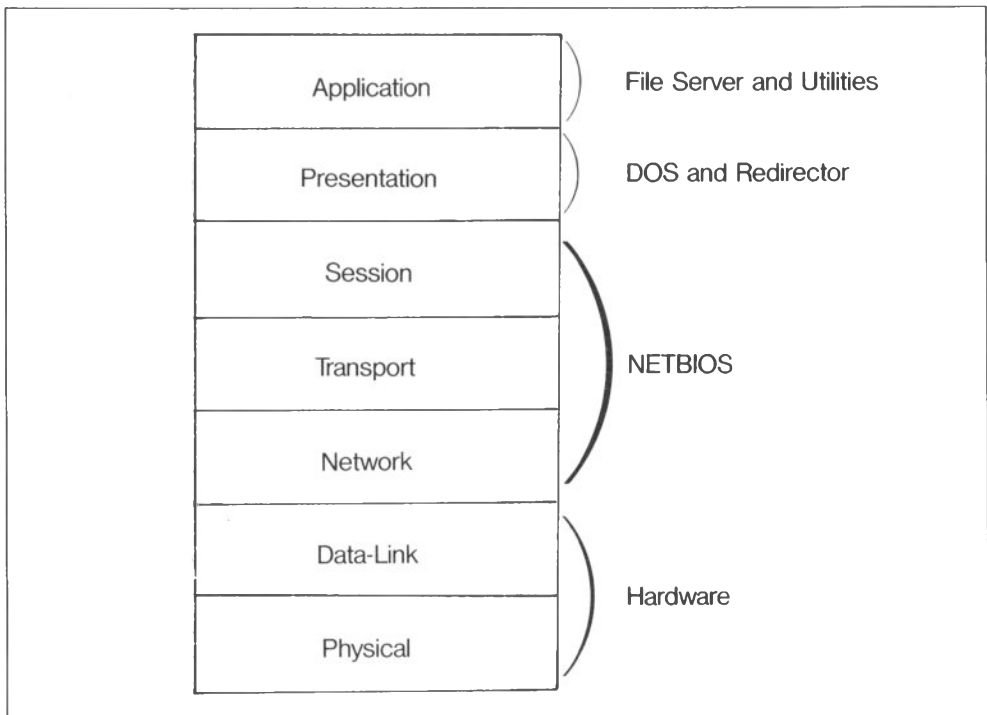
Es ist ein Stück Software, welches jeden für das Netz bestimmten Verkehr erkennt, auf-fängt und zur entfernten Zielstation weiterleitet.

Das Host-Betriebssystem muß daher ebenfalls zwei prinzipielle Arbeitsrichtungen unterstützen: Die lokale Arbeit und die Arbeit mit entfernten Komponenten.

Dies wird bei DOS 3.1 gegenüber früheren Versionen durch Anreicherung mit einfachen Netzwerkfunktionen erreicht.

Wir wollen das bisher besprochene in bezug zum ISO-Referenzmodell setzen (Bild 8.1): DOS 3.1 befindet sich funktional auf der Präsentationsschicht, da es den Multi-User-Zugriff zum Netzwerk durch Realisierung von Synchronisationskommandos aus der Anwendungsschicht durchsetzt.

Sobald die Zugriffsmöglichkeiten für einen Benutzer festgelegt sind, können reale Verbindungen hergestellt werden. Dies ist in Zusammenarbeit mit der Prozeßverwaltung des Host-BS Aufgabe der Kommunikationssteuerungsschicht. Die Sytek/IBM-Implementa-tion dieser Schicht heißt NETBIOS. Wir werden NETBIOS später genauer besprechen.



**Bild 8.1:** DOS- und ISO-Referenzmodell.

Das durch DOS 3.1 angebotene einheitliche Interface für Anwendungen verhindert, daß Anwendungen sich an tiefere Schichten wie etwa die Transportschicht wenden. Das LAN-System bleibt so in sich abgeschlossen und relativ sicher.

Eine störende Möglichkeit, diese Einheitlichkeit zu durchlöchern, ist der Zugriff von Anwendungsprogrammen auf BIOS oder NETBIOS. Diese Möglichkeit sollte unterbunden werden.

Das Zusammenwirken der genannten Komponenten bestimmt die Leistungsfähigkeit aus der Sicht des Benutzers. Es ist hier vor allem die Frage nach dem Betrieb des File-Servers zu stellen:

Die File-Server-Software kann als Anwendung unter DOS laufen. Eine andere Alternative ist es, den File-Server das Netzwerk kontrollieren zu lassen, wobei DOS als Prozeß der Multitasking-File-Server-Software läuft.

Bei der ersten Alternative müssen alle Anfragen des Netzwerks erst durch DOS bearbeitet werden und danach durch den File-Server. Dies bildet einen unnötigen Overhead auf dem Server und wird ein wichtiger Grund für die Reduktion der Netzwerkleistung.

DOS ist ein spezifisches Workstation-BS. In dieser Eigenschaft verwaltet es Anwendungsprogramme und Benutzer-Interfaces. Im allgemeinen sind Instruktionen, die diese Aufgaben erledigen, unnützer Overhead für einen File-Server. Das Directory Handling in DOS ist ebenfalls ziemlich umständlich. Da DOS ab den Versionen 2.0 keine ganzen Dateien in den Hauptspeicher bringt, wird ein Dateizugriff um so langsamer, je tiefer die Suche nach der Datei in die Wurzelstruktur einer Directory läuft und die File-Allocation-Tafel jedesmal abgefragt werden muß.

DOS implementiert Subdirectories als Files, womit der Zugriff weiter verlangsamt wird. Auf jedem Level verlangt DOS ein erneutes Öffnen und eine sequentielle Suche. Bei großen Multi-Level-Directory-Strukturen verbringt die Maschine einen großen Teil der Zeit mit Suchen, Öffnen, Schließen und Begutachtung von Dateien.

Der Schlüssel dazu, den File-Server zu einer angemessenen Leistung zu bringen, ist also offensichtlich die Umgehung von DOS für den File-Server. Der File-Server sollte also mindestens die ganze Maschine, auf der er läuft, managen und höchstens DOS als Prozeß laufen lassen, so daß die File-Server-Maschine auch noch als Workstation benutzt werden kann.

Die Kompatibilität zu dem restlichen DOS-Environment wird genau dann nicht in Frage gestellt, wenn der File-Server nach außen für die Anwendungsprogramme genau die DOS-Funktionen unterstützt.

Die Bilder 8.2 und 8.3 zeigen den Unterschied zwischen den beiden genannten Alternativen.

DOS 3.1 bietet den Anwendungsprogrammen einige Funktionen an:

- Routinen für Tastatureingabe
- Routinen für Konsolen und Druckerausgabe
- Routinen für die Konstruktion von Datei-Kontrollblöcken
- Speicherverwaltung
- Datums- und Zeitfunktionen
- Disk Directory und Datei-Handling-Funktionen

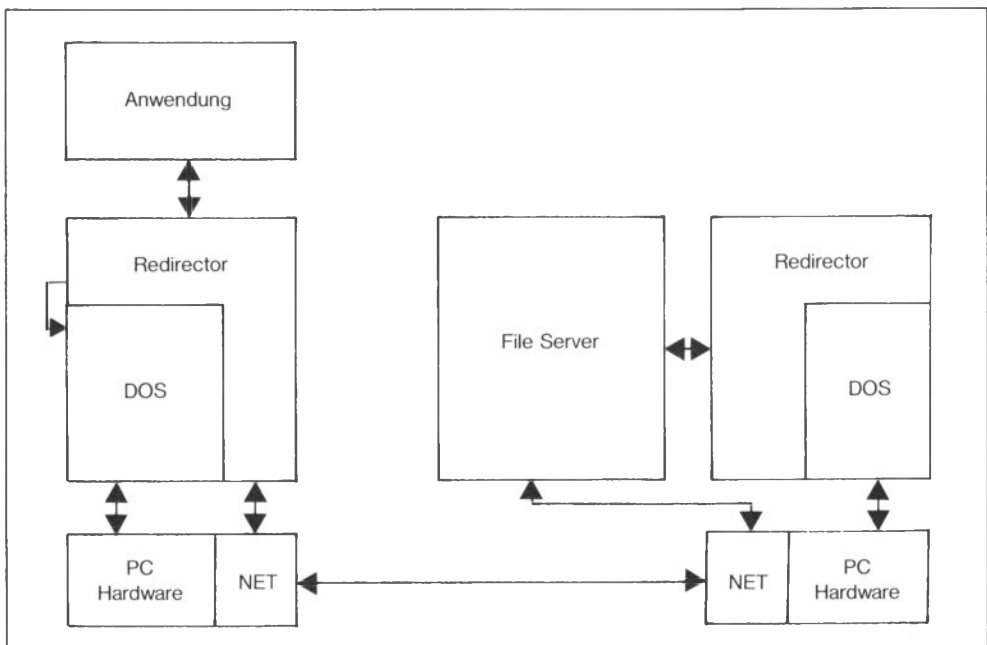
Alle Funktionen sind durch eine Menge von Aufrufen verfügbar. Unter DOS 3.1 können zwei Arten von Funktionsaufrufen für das Dateimanagement benutzt werden:

- File Control Block (FCB) Funktionsaufrufe (0Fh bis 24h)
- Extended (Handle) Funktionsaufrufe (39h bis 57h)

FCB-Aufrufe adressieren nur Dateien in der aktuellen Directory. Für die Ein- und Ausgabe werden ebenfalls FCBs benutzt. FCBs sind jedoch Relikte aus der CP/M-Zeit. Seit DOS 2.0 empfiehlt IBM die Benutzung der komfortableren Handles.

DOS 3.1 unterstützt Record Locking nur mit Handle I/O. Programme wie Lotus 1-2-3, die nur FCBs benutzen, bleiben im Netz auf ihre lokale Umgebung beschränkt.

Ein Datenbankprogramm, welches einen Mehrbenutzerzugriff ermöglicht, muß auf jeden Fall Handle I/O benutzen, da ein Programm Records nur auf Files schließen kann, die mit Handle I/O geöffnet wurden.

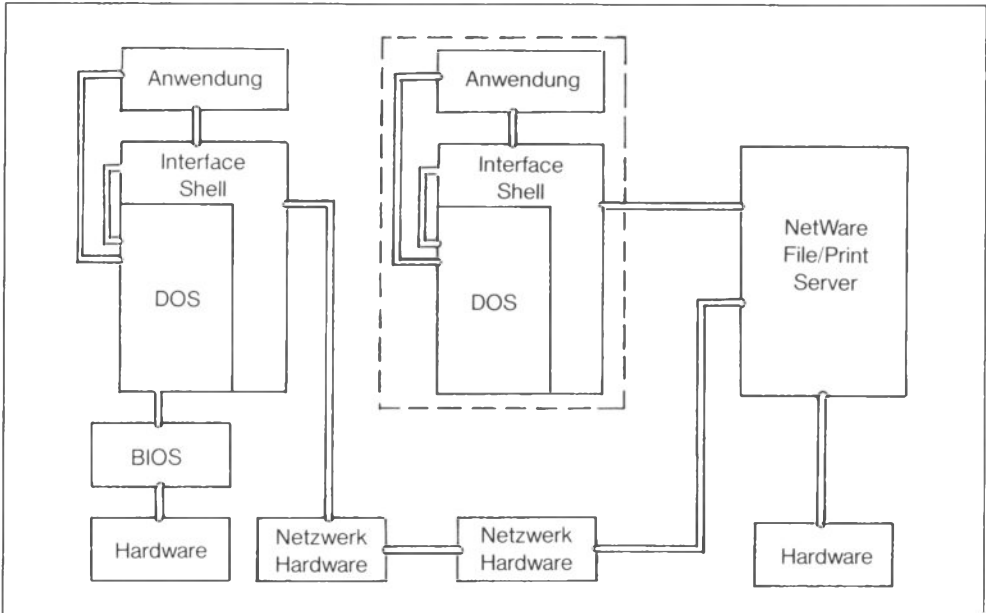


**Bild 8.2:** File-Server als DOS-Anwendung.

Anwendungen senden DOS-Kommandos zur Benutzung der DOS-Funktionen über den Interrupt-Kanal 21 hex. Um kompatibel zu bleiben, müssen sowohl Anwendungsprogramme als auch LAN-BS diesen Kanal benutzen. Bild 8.4 gibt Aufschluß über die verschiedenen Funktionen.

Die wichtigste Funktion ist zweifellos das Extended Open, welches es erlaubt, Dateien mit bestimmten Zugriffsattributen und Angaben über die gemeinsame Benutzbarkeit zu öffnen.





**Bild 8.3:** DOS als Prozeß in einem Multitasking-File-Server.

Es gibt zwei Modi, den Access Mode und den Sharing Mode.

Ersterer legt die Intention für die Benutzung fest, während der Sharing Mode über die Rechte von Benutzern bei bereits geöffneten Dateien befindet.

Access Mode:

- Read Access
- Write Access
- Read/Write Access

Sharing Mode:

- Compatibility Mode
- Deny Read/Write Mode (exklusiv)
- Deny Write Mode
- Deny Read Mode
- Deny None Mode

Bild 8.5 zeigt für alle Kombinationen von Modi die Resultate des Öffnens einer Datei mit den betreffenden Attributen in ihrer Auswirkung auf den 2. ... n. Versuch des Öffnens dieser Datei. Will also ein Benutzer nur von seiner Datei lesen und jeder andere soll gleichzeitig auch lesen dürfen, während keiner die Datei ändern darf, muß als Access Mode »Read« und als Sharing Mode »Deny Write« gewählt werden.

Über die genannten Modi können auch in Grenzen gestufte Rechte vergeben werden. Dies ist dann allerdings ziemlich kompliziert. Man vermißt insbesondere eine Abstufung

bezüglich einer einzelnen Datei, die von einer Person verwaltet, von einer Personengruppe beschrieben und von allen gelesen werden darf.

Ist eine Anwendung so, daß mehrere Personen eine Datei simultan benutzen müssen, muß es einen Mechanismus geben, der der Anwendung erlaubt, die Zugriffe so zu synchronisieren, daß kein Benutzer das Werk der anderen beschädigen kann.

AH	AL	
3D	Open File With Sharing Specified	
44	09	Is Device Redirected
	0A	Is Handle Local or Remote
	0B	Change Sharing Retry Count
59	Get Extended Error	
5A	Create Temp File With Unique Name	
5B	Create New File	
5C	00	Lock Byte Range
	01	Unlock Byte Range
5E	00	Get Machine Name
	02	Setup Printer Control String
5F	02	Set Assign List Entry
	03	Redirect Device to Net
	04	Cancel Redirection

**Bild 8.4:** Die 21h-Interrupts.

Hier gibt es die Lock/Unlock-File-Access-Funktion (5C hex), die eine durch einen Handle näher bezeichnete Region einer Datei physikalisch verschließt. Verschließt ein Benutzer eine Datei auf diese Art, kann kein anderer mehr auf ihr operieren.

Dieser quasi byteweise Verschluß ist die einzige von DOS bereitgestellte Synchronisationsoperation.

Man kann hier nicht gerade von einer komfortablen Funktionalität sprechen.

Trotz seiner offensichtlichen Schwächen muß man DOS 3.1 zugute halten, eine Basis geschaffen zu haben, auf der man komfortablere Systeme aufsetzen kann.

DOS 3.1 zwingt alle Anwendungen, bei netzweitem Zugriff auf den File-Server zu gehen. Dadurch wird auf einer elementaren Ebene Daten-Integrität sichergestellt, was man bei vielen früheren PC-LAN-Betriebssystemen vermissen mußte.

2tes, 3tes,... OPEN														
			I	IO	O	I	IO	O	I	IO	O	I	IO	O
1. O P E N	D	I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	R	IO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	W	O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	D	I	-	-	-	J	-	-	-	-	-	J	-	-
	W	IO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	J	-	-
		O	-	-	-	-	-	-	J	-	-	J	-	-
	D	I	-	-	-	-	-	J	-	-	-	-	-	J
	R	IO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	J
		O	-	-	-	-	-	-	-	-	J	-	-	J
	A	I	-	-	-	J	J	J	-	-	-	J	J	J
	L	IO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	J	J	J
	L	O	-	-	-	-	-	-	J	J	J	J	J	J

**Legende:**

J: 2tes, 3tes ... Open ist erlaubt  
 -: 2tes, 3tes ... Open ist nicht erlaubt  
 DRW: Deny Read/Write (exklusiv)  
 DW: Deny Write  
 DR: Deny Read  
 ALL: Allow Read and Write  
 I: Input Only  
 O: Output Only  
 IO: Input/Output

Bild 8.5: Sharing-Matrix.

### 8.1.2 Die aktuelle Version: DOS 4.0

Die Versionen DOS 3.2 und DOS 3.3 haben in bezug auf Netze keine großen Neuheiten hervorgebracht, da z.B. die Unterstützung von 3,5"-Laufwerken dem Netz gleichgültig sein kann.

DOS 4.0 ist ein Single-User/Single-Tasking-Betriebssystem für den IBM-PC und die PS/2-Modelle. Es erweitert die funktionalen Möglichkeiten von DOS 3.3.

Aus der Perspektive der Benutzer ist eine neue Benutzeroberfläche, die DOS-4.0-Shell, sicher das augenfälligste. Die DOS-4.0-Shell ermöglicht den Aufruf von Anwendungen und DOS-4.0-Funktionen aus vordefinierten Menüs. Die Oberfläche hat zwei Modi für Grafik und Text und ist in beiden sowohl mit der Tastatur als auch mit der Maus zu bedie-

nen. Die DOS-4.0-Shell entspricht gemäß der strategischen Richtlinie SAA weitestgehend dem Presentation Manager von OS/2. DOS 4.0 ist sinnvollerweise VGA-fähig. Damit gibt es ein neues »echtes« SAA-Betriebssystem, wohl das kleinste denkbare.

Um mit anderen Entwicklungen mithalten zu können, wurde die Verwaltung vom Haupt- und peripherem Speicher verbessert. PC-DOS 4.0 unterstützt Expanded Memory nach den LIM-Spezifikationen 4.0 für den IBM Expanded Memory Adapter sowie die IBM PS/2 80286/80386 Expansion Options. Eine XMA-Emulation für die Speichererweiterung bis 2 Mbyte in 80386-Systemen wird direkt mitgeliefert. Der Treiber ermöglicht den Betrieb von EMS-Anwendungen nach LIM/EMS 4.0 sowie die Nutzung des Expanded Memory durch die DOS-Funktionen FASTOPEN, BUFFERS und VDISK. Hiermit wird der Basisspeicher deutlich entlastet.

PC-DOS 4.0 verwaltet Dateien auf Festplatten mit einer Größe bis 2 Gbyte. Um auf Dateien zugreifen zu können, die größer als 32 Mbyte sind, wurde die File Allocation Table vergrößert, jedoch so, daß DOS-3.3-Anwendungen hiermit klarkommen.

Im Rahmen der Kommunikation unterstützt DOS 4.0 das IBM-PC-LAN-Programm 1.3 und die 3270 Emulationen, auf die wir noch zu sprechen kommen.

PC-DOS 4.0 bleibt weiterhin ein Single-Tasking-System und somit eine Leistungsklasse unter OS/2.

Zum Zeitpunkt der Manuskripterstellung lagen noch nicht viele Anwendungserfahrungen mit DOS 4.0 vor, erste Tests zeigten aber eine Reihe von Inkompatibilitäten mit Anwendungsprogrammen (PC-Magazin 47/88), Microsofts »Windows« verschwindet z.B. spurlos. All dies wird auch das neue DOS nicht daran hindern, sich durchzusetzen.

Alte DOS-Versionen hatten Platzprobleme, wenn es darum ging, leistungsfähige und umfangreiche Netzsoftware zu laden, es konnte passieren, daß nach DOS, Netzsoftware und Emulationsprogramm kaum mehr Platz für Anwendungen vorhanden war. Das neue DOS dürfte mit diesen Problemen aufräumen.

### **8.1.3 NETBIOS**

Die Kommunikation mit IBM- und verschiedener anderer Netzwerk-Hardware geschieht durch ein NETwork-Basic-Input-Output-System-Interface, welches betriebssystemunabhängig ist.

NETBIOS ist eine Implementation der ISO-Schichten 3 bis 5, wobei die Funktionalität fundamental für alle Programme im Netz ist. IBM hat durch verschiedene Ankündigungen klargemacht, daß alle Netzwerk-Implementationen NETBIOS unverändert enthalten werden. Bild 8.1 zeigt den Zusammenhang zwischen NETBIOS und den ISO-Schichten.

Die höchste Schicht der Software des Netzwerk-Adapters empfängt Daten, die über das Netzwerk geschickt werden sollen, von der Software des Host-Computers. Jede Schicht der Protokollsoftware fügt der Information, die sie weitergeben soll, Kontrollinformationen hinzu und gibt das so entstandene Paket weiter an die nächstuntere Schicht.

Die unterste Schicht der Adapter-Protokoll-Implementation empfängt Signale vom Netzwerkkabel und gibt sie nach oben weiter.

Kommandos werden NETBIOS in der Form eines Netzwerk-Control-Blocks präsentiert. Nachdem ein Kommando ausgeführt wurde, wird die Kontrolle an die aufrufende Instanz weitergegeben.

Es gibt vier Arten von Kommandos: generelle, Name Support, Session Support und Datagram Support.

Generelle Kommandos werden dazu benutzt, den Adapter mit dem Netzwerk zu verbinden, um den Status abzufragen oder andere besondere Kommandos zu kontrollieren (RESET/CANCEL/ADAPTER STATUS/UPLINK für Remote Program Load).

Name-Support-Kommandos befähigen den PC, per Name im Netzwerk bekannt zu sein. Ein Name kann ein Einzel- oder Gruppenname sein. Jeder Adapter muß einen einzigartigen Einzelnamen im Netzwerk haben (ADD NAME – zur Namenstabelle / ADD GROUP NAME – zur Namenstabelle / DELETE NAME).

Session-Support-Kommandos erlauben die Einrichtung einer logischen Verbindung (Session) auf dem Netzwerk, über die dann Nachrichten versandt und empfangen werden können, den Abbruch vom Sessions und das Abfragen des Session-Status (CALL – Session-Aufbau nach LISTEN/LISTEN – dieser Status ist bereit für eine Session / HANG UP / SEND – Daten innerhalb der Session / CHAIN SEND – koppelt Puffer über Session / RECEIVE – Daten über eine spezielle Session / RECEIVE ANY / SESSION STATUS).

Datagram-Support-Kommandos erlauben es dem Benutzer, eine Nachricht zu einem Namen, einem Gruppennamen oder ins ganze Netz zu verschicken (SEND DATAGRAM zu einem oder zu einer Gruppe / SEND BROADCAST DATAGRAM / RECEIVE DATAGRAM / RECEIVE BROADCAST DATAGRAM).

### Internetworking mit BIOS

Aus den bereits mehrfach genannten Gründen muß ein LAN, welches z.B. mit dem IBM-PC-Network kommunizieren will, sich an die Konventionen des NETBIOS halten. NETBIOS wurde unter der Annahme konstruiert, daß jedes Objekt im Netzwerk seine eigenen Namen speichert und verwaltet. Diese Konvention ist in einem Internetz-Environment schwierig zu realisieren.

Die Kommunikationssteuerungsschicht des NETBIOS nimmt an, daß jedes Objekt im Netzwerk bekannt ist und daß jede Maschine über diese Namen Buch führt. Eine Verbindung wird so hergestellt, daß eine Maschine zunächst in ihrer eigenen Tabelle nachsieht, ob ein Partner angegebenen Namens existiert. Erst dann wird die Verbindung hergestellt. Ist ein Name lokal nicht zu finden, sucht die Maschine per Datagramm solange im Netz, bis sie ihn findet und lokal abspeichert. Die Namenstabellen werden von jeder Maschine selbst verwaltet, es gibt hierfür keine spezielle Instanz. Es kann so passieren, daß die Suche nach einem Partner ziemlich lange dauert und des öfteren wiederholt werden muß, wenn zum Beispiel Pakete mit der Antwort verlorengehen oder die einzige Station, die den betreffenden Namen kennt, abgeschaltet ist. Diese ganzen Effekte können sich in der Summe sehr negativ auf die Leistung auswirken. In einem Internetzwerk-Environment kann sich das Broadcasting dahingehend negativ auswirken, daß es einen Ping-pong-Effekt hervorruft: Sobald Geräte ein Broadcast erhalten, sind sie angehalten, mit einem erneuten Broadcast darauf zu antworten. Der ursprüngliche Sender wird dadurch wieder zu einer Antwort angeregt, was bei vier bis fünf Netzen im INTERNET den Durchsatz auf Null drücken kann.

Ein weiteres Problem ist es, daß manche LANs überhaupt kein Broadcast verarbeiten können. Corvus Omninet zum Beispiel, welches ziemlich oft installiert ist, ist ein Beispiel für ein solches Netz.

In einem Internetz-Environment ist das XEROX-Clearing-House-Schema für den Aufbau von Verbindungen erheblich überlegen. Eine spezielle Instanz, die allen Benutzern bekannt ist, setzt die Netzwerknamen übereinander, sofern dies erforderlich ist.

Als Fazit muß man leider feststellen, daß es im Moment keinen effizienten Weg gibt, mit NETBIOS ein Internetz-Environment aufzubauen, ohne NETBIOS erheblich zu ändern.

Obwohl NETBIOS vom Benutzer nicht gesehen wird, hat es eine große Bedeutung im Zusammenhang mit IBMs Marktmacht. NETBIOS ist entweder in Firmware auf der Netzwerk-Adapterkarte oder in Software (z.B. für den Token-Ring) implementiert.

## 8.2 Microsofts Network MS-NET

Microsoft mußte der PC-LAN-Gemeinde eine Entwicklungsbasis zur Verfügung stellen, die die elementaren Netzfähigkeiten von DOS 3.1 soweit veredelte, daß die Entwicklung komfortablerer LAN-Betriebssysteme bzw. von netzfähiger Software auf einem höheren logischen Niveau ermöglicht wurde. Eigentlich hat MS-NET ausgedient, denn das neue, die PC-LAN-Gemeinde erregende Betriebssystem heißt OS/2. Und Microsofts LAN-Manager, der zu OS/2 paßt, ist die konzeptionelle Ablösung von MS-NET.

### 8.2.1 Grundlegende Eigenschaften von MS-NET

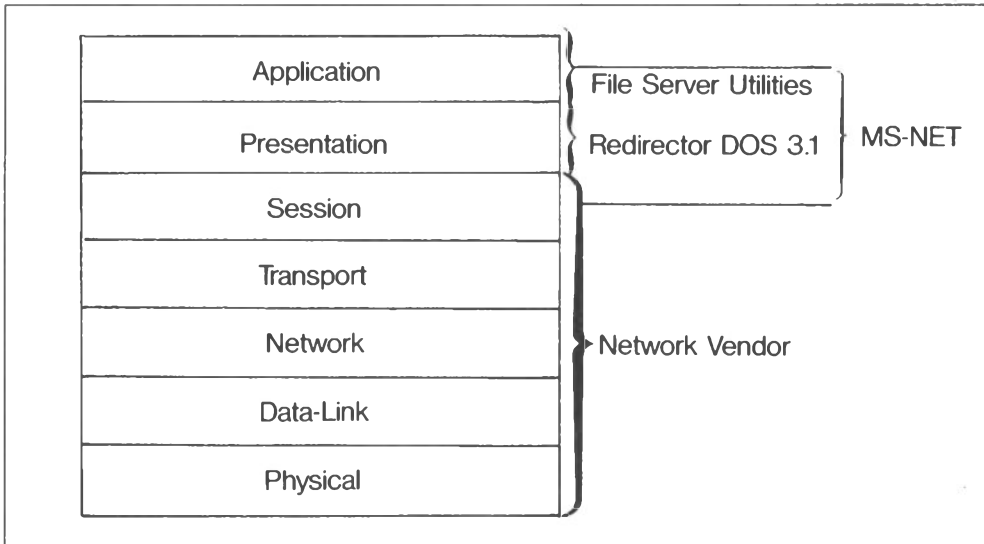
MS-NET ist ein OEM-Produkt, IBMs PC-Netzwerk-Programme basieren z.B. auf MS-NET. MS-NET liefert Funktionalität in der Kommunikationssteuerungsschicht, der Darstellungsschicht und teilweise auch in der Anwendungsschicht, wenn man es mit dem ISO-Referenzmodell vergleichen möchte. Es ist aber auf keinen Fall eine ISO-OSI-konforme Realisierung. Bild 8.6 zeigt den Zusammenhang zwischen MS-NET und dem ISO-Referenzmodell. MS-NET hat drei wesentliche Komponenten:

- DOS 3.1,
- den Redirector,
- die File-Server-Software.

Die beiden letzten Komponenten verlangen DOS 3.1 als Basis. Das Blockdiagramm für MS-NET entspricht also dem in Bild 8.2 gemachten Ansatz. Der Redirector transformiert gegebenenfalls lokale Requests in Netzwerk-Requests. Soll auf eine gemeinsam benutzte Datei zugegriffen werden, beauftragt der Redirector den File-Server mit der Ausführung und nimmt das Ergebnis entgegen. Dadurch wird die Synchronisation relativ elegant realisiert, sofern man bei einem derartigen LAN-Dinosaurier überhaupt von elegant sprechen kann.

#### Die File-Server-Software

Die File-Server-Software läuft als DOS-Anwendungsprogramm in der Server-Maschine und liefert File- und Print-Services an das Netz.



**Bild 8.6:** MS-NET und das ISO-Modell.

Es gibt Netzwerk-Kommandos sowohl für den Server (SHARE/PRINT/STATUS/STOP/HELP), von denen nur das SHARE mit der Bereitstellung von Dateien mit definierten Schutzrechten an die Gemeinschaft der Benutzer erklärt werden muß, als auch für Workstations (USE/NAME/PRINT/START).

### Eigenschaften von MS-NET

Wir wollen die Eigenschaften von MS-NET, gemessen an wichtigen Kriterien für das Networking, besprechen. Dies werden wir auch für die anderen Netzwerk-Metasoftware-Pakete in der selben Art und Weise durchführen.

- **Kompatibilität:** MS-NET ist voll kompatibel zu DOS 3.1.
- **Flexibilität:** Microsoft wird jedem LAN-Hersteller Versionen von MS-NET anbieten, falls dieser MS-NET unterstützen möchte.
- **Sicherheit:** Alle Directories sind durch einen Kurznamen und optional durch ein Paßwort geschützt. Der Zugriff zu Netzwerk-Files wird durch das NET-SHARE-Kommando kontrolliert. Name und Paßwort werden bei jedem Zugriff geprüft. Weiterhin kann über die Directory ein Attribut (R, W, Create oder Kombination) gesetzt werden. Eine Workstation kann sich nur über NET USE einloggen und ist somit dem oben genannten Mechanismus verhaftet.
- **Funktionalität:** Record- und File-Sharing sind wie bei DOS 3.1 besprochen. Drucker und andere Funktionseinheiten werden im Netzwerk als Dateien angesprochen. Ein Auftrag wird immer in eine Spool geschrieben. Spezielle Kommandos ermöglichen es dem Benutzer, einen File aus der Queue zu entfernen, den Drucker zu starten und anzuhalten und einen Print Job erneut zu starten.

Der MS-NET-File-Server benötigt eine eigene Maschine. Dieser Computer kann während der Zeit, während der er für das Netzwerk arbeitet, nicht als Workstation genutzt werden. Das Wiederaufsetzen nach Fehlern ist bei MS-NET beschränkt. Normalerweise werden die Record Locks, die eine Station gemacht hat, wieder rückgängig gemacht, sobald die Station sich definiert aus dem Netz verabschiedet.

Es kann jedoch passieren, daß eine Workstation undefiniert »aussteigt«, etwa durch eine Stromunterbrechung. Dann gibt es einen abrupten Exit aus DOS, und die Sperrung der Datei bleibt bestehen, womit sie eventuell für andere unbrauchbar wird.

Es gibt dann nur zwei Möglichkeiten: entweder, die Station nochmals hochzufahren und den Ausstieg definiert zu vollziehen oder den Server zu rebooten, was ihn für einige Zeit außer Gefecht setzt.

- **Erweiterbarkeit:** MS-NET und das PC-Netzwerk-Programm benutzen das gleiche NET-BIOS, welches die Erweiterbarkeit bestimmt. Die in NETBIOS enthaltenen Netzwerk-Protokolle arbeiten gegebenenfalls in einem Internetz-Environment nicht zuverlässig, so daß die Ausdehnung des Netzwerks beschränkt ist. Insbesondere der Übergang zu öffentlichen Netzen oder SNA/DECNet wird hierdurch erschwert.
- **Ergonomie:** MS-NET ist relativ leicht zu installieren. Objekte werden benannt, sobald sie neu in das Netz eintreten. Gerade dies kann aber in der Anwendung Kummer bereiten: Man muß den Namen jeder Directory, jedes Files, Druckers usf. kennen, um diese Objekte benutzen zu können. Das bedeutet eine neue Login-Prozedur für jedes neue Objekt, welches man benutzen möchte.
- **Leistung:** Die Leistung von MS-NET ist ernsthaft durch die Abhängigkeit des File-Servers von DOS 3.1 begrenzt. Der Server läuft als DOS-Prozeß und erzeugt damit den weiter oben beschriebenen exzessiven Overhead.
- **Zusammenfassung:** MS-NET ist kein besonders leistungsfähiges Produkt, da es DOS 3.1 einfach benutzt und nicht in der erforderlichen Art und Weise ergänzt. Es gibt keine unmittelbare aktuelle Version von MS-NET. Microsofts neue Netzwerkstrategie basiert auf dem LAN-Manager.

## 8.3 Die IBM-PC-LAN-Betriebssoftware

Es gibt kaum einen Bereich der Netzsoftware, der in der Vergangenheit so schnellen und vielfältigen Änderungen unterworfen war wie der der Netzbetriebssoftware von IBM für die Netze PC-Netzwerk und Token-Ring.

Ausgangsbasis der Software war das PC-Netzwerk-Programm PCNP, welches zusammen mit dem Breitband-PC-Netzwerk ausgeliefert wurde. Im Grunde genommen kennzeichnet es den Kern der IBM-Software am einfachsten, da alle anderen Versionen zwar viele Detailverbesserungen mit sich gebracht haben und vor allem zusätzliche Kommunikationsmöglichkeiten eröffneten, dies die Grundkonstruktion jedoch nicht wesentlich vereinfacht hat.

Mit der Einführung des Token-Rings wurde ein neuer Name für die Betriebssoftware nötig: der Name PC-LAN-Programm PCLANP soll andeuten, daß dieses Programm sowohl den Token-Ring als auch das PC-Netzwerk Breitband unterstützt.



Da der strategische Ansatz des Token-Rings ein anderer ist als der des PC-Netzwerks Breitband, muß das PCLANP vor allem die Grundlage für die Kommunikation mit Mainframes legen. Diesen Bereich wollen wir jedoch ausblenden und im nächsten Kapitel behandeln. Im Grunde genommen ist es aber die Mainframe-Kommunikation über die verschiedenen Alternativen von Gates und Steuereinheiten, die dem PCLANP laufende Erweiterungen und Modifikationen bescherte, den Übergang von PCLANP 1.0 auf PCLANP 1.1.

Mit der Ankündigung der PS/2-Modelle und des PC-Netzwerks Basisband mußte die Unterstützung neuer Adapterkarten für die PS/2-Modelle und der erhöhten Konnektivität erfolgen. Zu diesem Zweck lagerte man das NETBIOS und die Zugriffsmechanismen auf die 802 LLC von den Adapterkarten auf ein sogenanntes »LAN-Unterstützungsprogramm« aus, was zunächst nichts mit den PC-LAN-Programmen zu tun hat. Die neue Version 1.2 des PCLANP sollte vor allem Performance-Engpässe der älteren Versionen durch Disk Caching beseitigen. Dies ist jedoch nur zum Teil gelungen. Die Installation wurde weiter vereinfacht und die Anzahl der Stationen pro Server stieg weiter.

Die Version 1.3 schließlich berücksichtigt das Zusammenspiel mit OS/2 EE und dem sogenannten LAN-Server.

Zum heutigen Zeitpunkt sind alle Versionen in relativ großer Stückzahl installiert. Sie sollen in diesem Abschnitt deshalb auch alle behandelt werden. Wer Mut zur Lücke hat, braucht zum Verständnis jedoch nur die Ausführungen zu PCNP und PCLANP 1.3.

### 8.3.1 Das IBM-PC-Network-Program PCNP

PCNP ist ein hardwarespezifisches Betriebssystem, welches für das IBM-PC-Network geschrieben wurde. Wesentliche Komponenten des PCNP sind:

- DOS 3.1
- File-Server-Software
- Redirector
- Server Utilities

Redirector und File-Server-Software verlangen DOS 3.1. Der File-Server ist eine DOS-Anwendung. Bild 8.7 illustriert das Zusammenspiel der PCNP-Komponenten in Workstation und Server.

Beim PCNP kann die Server-Maschine auch als Workstation benutzt werden. Der PCNP-Redirector hat eine ähnliche Funktionalität wie der MS-NET-Redirector.

Der Unterschied besteht darin, daß IBM verschiedene Stufen der Benutzung des Redirectors durch den Benutzer zuläßt. Daraus resultiert eine Anzahl zusätzlicher Menüs und Utilities. Der Redirector kann in folgender Art und Weise konfiguriert werden:

*Redirector:* Der Benutzer kann lokale I/Os für Files und Print Jobs über das Netzwerk zum File/Print-Server schicken. Dadurch erscheinen diese Ressourcen so, als seien sie der Maschine, auf der der Redirector läuft, direkt zugeordnet. Es gibt verschiedene Interfaces (Bild 8.8). Netzwerk-Kommandos können von der DOS-Kommandozeile aus gegeben werden, das Full-Screen-Interface kann wie eine Anwendung gefahren werden.

**Receiver:** Zusätzlich zu den oben angegebenen Funktionen empfängt der Receiver Netzwerkmeldungen und erlaubt dem Benutzer, sie parallel zu den laufenden Aktionen an die Konsole, den Printer oder eine Datei weiterzugeben.

**Messenger:** Zusätzlich zu den oben angegebenen Funktionen gibt es einen Full-Screen-Editor für Nachrichten, die freizügig im Netz weitergeschickt werden können.

Es gibt zwölf Netzwerkkommandos, die dieser erweiterten Funktionalität Rechnung tragen und eine Obermenge der bei MS-NET benutzten sind. Wir wollen sie nicht weiter besprechen.

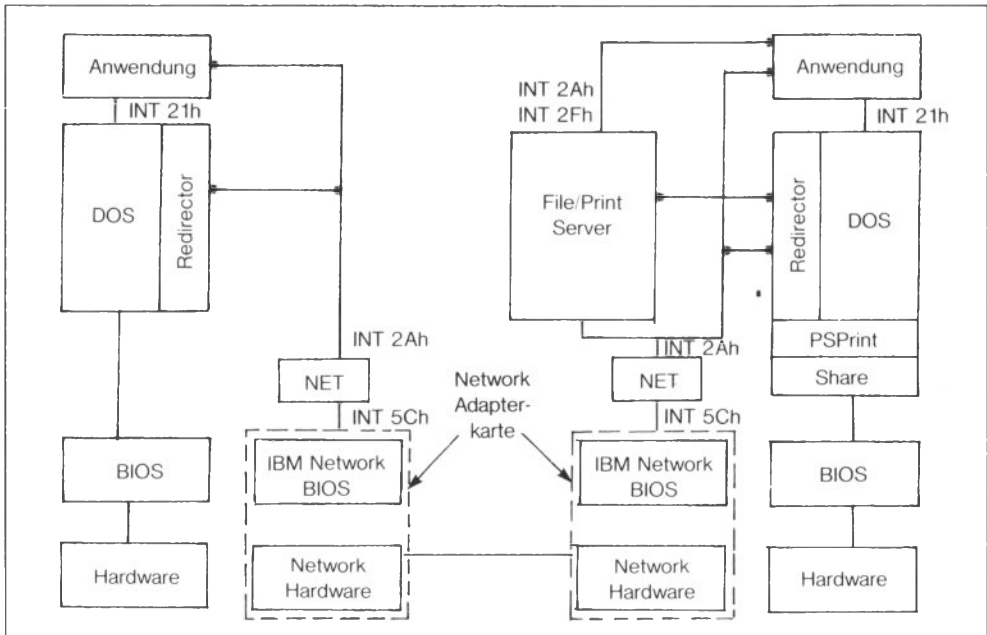


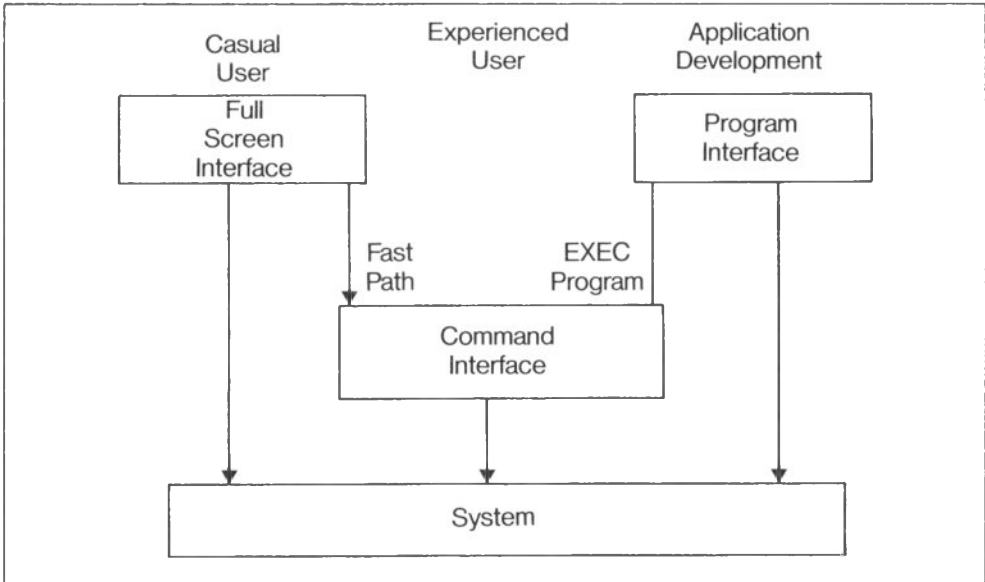
Bild 8.7: PCNP-Blockdiagramm.

### Eigenschaften des PCNP

- **Kompatibilität:** PCNP ist vollkompatibel zu DOS 3.1 und der File-Server-Struktur.
- **Flexibilität:** PCNP ist nur für den Gebrauch im Zusammenhang mit dem IBM-PC-Netzwerk gedacht. IBM beabsichtigt nicht, PCNP auch für andere PC-LANs zur Verfügung zu stellen.
- **Datensicherheit:** Der Paßwortschutz ist ähnlich wie bei MS-NET aufgebaut. Der Zugriff zu Dateien wird durch das NET-SHARE-Kommando kontrolliert. Ein Directory kann auch mit einem Paßwort geschützt werden. Das Paßwort wird bei jedem Zugriff geprüft. Es gibt wieder die Möglichkeit der Zuordnung von (primitiven) Rechten.

Eine Workstation loggt sich im System mit NET USE ein. Eine unangenehme Eigenschaft des PCNP ist es, daß Namen und Benutzer keine Personen, sondern Maschinen sind. Jeder Knoten im Netzwerk bekommt einen permanenten Namen, durch den er dann angesprochen werden kann. Dies erleichtert die Installation und die Programmierung von Interfaces

ganz erheblich, ist aber ein schwerwiegendes Hindernis bei der Sicherheit und der Konstruktion der Gateways.



**Bild 8.8:** PCNP-Netzwerk-Interfaces.

- **Funktionalität:** DOS 3.1 hat nur einen begrenzten Satz von Synchronisationsprimitiven. Die Namenskonventionen schränken volle Multi-Server-Funktionalität und Internetworking ein. Record und File-Sharing funktionieren so, wie dies bei DOS durch die INT-21h-Funktionsaufrufe gegeben ist. Die Verteilung von peripheren Ressourcen wird so ähnlich wie bei MS-NET vorgenommen, mit dem Unterschied, daß ein Benutzer eine Zeitlang auf ein bestimmtes Gerät zugreifen kann. Dies kann in manchen Situationen zu Schwierigkeiten bis hin zum Datenverlust führen, nämlich dann, wenn ein derart benutztes Gerät einfach abgeschaltet wird, weil der Benutzer den lästigen Parasiten loswerden will.
- **Erweiterbarkeit:** Wie MS-NET beruht PCNP auf NETBIOS, welches keine zuverlässige Basis für ein Internetworking darstellt.
- **Ergonomie:** Eine wichtige Eigenschaft des PCNP ist seine leichte Installierbarkeit. Man kann recht schnell ein Environment für die Benutzer schaffen. Um Unfug vorzubeugen, ist der Informationsfile, der während der Netzwerkgenerierung erzeugt wird, nur schwierig zugreifbar. Eine Diskette gibt Anleitung für die erste Benutzung des Netzwerks.
- **Leistung:** Es gibt drei Komponenten, die die Leistungsfähigkeit des PC-Netzwerkes negativ beeinflussen: die unter DOS laufende File-Server-Software; NETBIOS; die geringe Bandbreite des PC-Netzwerks.

Über den File-Server haben wir schon mehrfach gesprochen. NETBIOS erzeugt, so wie es auf dem Netzwerk-Adapter implementiert ist, einen erheblichen Overhead für jedes Paket,

das ausgesendet oder empfangen wird. Es ist eher für den Transfer größerer Pakete geschaffen, der meiste Verkehr im Netzwerk wird jedoch statistisch gesehen durch kleine Pakete abgewickelt.

Die geringe Bandbreite des PC-Netzwerks wird durch die Verwendung des ungünstigen CSMA/CD-Algorithmus weiter beschnitten. Der sehr leistungsfähige Prozessor auf der Netzwerk-Adapterkarte wird nur zu einem geringen Teil ausgelastet.

Die Breitbandtechnik des Adapters wird in keinsten Weise sinnvoll angewandt. Das Design von Gateways ist relativ schwierig.

### **8.3.2 IBM-PC-LAN-Programm 1.0 bis 1.2**

Das IBM-PC-LAN-Programm ermöglicht die Benutzung von IBM-PCs und deren Kommunikation untereinander in einem lokalen Netz. Es erlaubt den Benutzern der Endgeräte im Netz die gemeinsame Nutzung von Daten und Einheiten sowie die Übertragung von Nachrichten durch Stationen innerhalb des Netzwerks.

Grundlage für die Installation der Software auf dem Token-Ring-Netzwerk ist die Implementierung des Betriebssystems PC-DOS ab Version 3.2 auf allen PCs. Die Festplatten der Server sollten mit DOS 3.2 neu formatiert werden, wenn vorher eine ältere DOS-Version benutzt wurde.

Eine wesentliche Komponente des Betriebssystems PC- oder MS-DOS ab Version 3.1 ist der sogenannte Redirector. Er prüft jede Betriebssystemanfrage darauf ab, ob sie durch die lokalen Ressourcen befriedigt werden oder erst durch den Zugriff auf Ressourcen in entfernten PCs vollständig bearbeitet werden kann. Im ersteren Fall greift er nicht ein, liegt jedoch der zweite Fall vor, stößt er die Routinen zum Zugriff auf die entfernte Ressource an. Sofern diese im Rahmen des aktuellen Auftrages für Zugriffe zur Verfügung steht und die Hard- und Firmware fehlerfrei arbeiten, steht der planmäßigen Ausführung der Betriebssystemanfrage nichts im Wege. Trifft eine dieser Bedingungen nicht zu, so versucht der Redirector, eine möglichst vollständige Fehlermeldung zu erarbeiten.

Im PCLANP sind verschiedene Maschinenkonfigurationen denkbar. Jeweils abhängig von der Funktion, die der einzelne PC ausführen soll, sowie von dessen Ausstattung und Typ, kann einer der vier Konfigurationstypen gewählt werden. Alle Konfigurationen erlauben den Zugriff auf und die Nutzung von gemeinsamen Ressourcen (= Servern), wie z.B. Netzwerkplatten, Netzwerk-Directories und Netzwerkdrucker.

Jeder Server kann in gewissem Umfang Netzwerk-Management-Funktionen übernehmen. Einen zentralen Netzwerk-Manager gibt es nur als Zusatzprodukt in Form eines dedizierten PCs pro Token-Ring.

Die Funktionen des Netzwerk-Servers sind:

- Zuordnung von Ressourcen an Netzwerkteilnehmer
- Prioritätenvergabe für die Benutzung der Ressourcen am Server durch die Netzwerkteilnehmer
- Vergabe von Namen und Paßwörtern an die Workstations und Benutzer
- Fehlerstatistik in geringem Maße
- Bereitstellung von sogenannten public Ressourcen wie Spoolbereiche etc.

IBM bietet zur Überwachung des Token-Ring-LANs das Token-Ring Network Manager Program an, mit dem Fehler im Netz protokollierbar und analysierbar sind. Eine andere Möglichkeit stellt das PC Network Analysis Program dar. Es beinhaltet mehrere Programme, die Monitor- und Trace-Funktionen ausüben können.

Als besondere Merkmale des PC-Network-Programms können genannt werden:

1. Symbolische Stationsnamen: Jeder Station innerhalb des Netzwerks muß ein Name zugeordnet sein.
2. Symbolische Sub-Directory-Namen, um den Zugriff aus dem Netz zu vereinheitlichen.
3. Kommunikation zwischen Stationen auf der Basis logischer Verbindungen.
4. Menügeführter Bedienerdialog oder DOS-ähnliche Kommandosprache.

Die Menüführung bei der Steuerung des Netzes erleichtert dem Benutzer das Erlernen der Netzkommandos; sie macht es in vielen Fällen sogar überflüssig, diese Kommandos zu kennen, da die Menüführung fast alle Funktionen, die zur Steuerung des Netzes erforderlich sind, abdeckt.

Eine weitere große Hilfe bei der Installation des Netzes sind die Network Installation Aids (NIA). Diese Installationshilfen legen automatisch die entsprechenden Subdirectories auf der Festplatte an und kopieren nur die wirklich notwendigen Programmteile von den Originaldisketten in die Subdirectories. Fast alle von IBM für den PC angebotenen Programme lassen sich auf diese Weise leicht implementieren. Ein Durchlesen der sehr ausführlichen Beschreibung erübrigt sich fast, wenn man von den nachfolgend beschriebenen Startparametern für die PCs im Netzwerk absieht.

Es gibt eine Reihe anderer Programme, insbesondere Emulationsprogramme, die die Existenz des LAN-Programms voraussetzen. Für die Programmierung von Anwendungen ist es jedoch weniger geeignet, da zumindest in den ersten Versionen erhebliche Performance-Probleme bestanden haben.

Das PC-LAN-Programm Version 1.2 soll nun diese Performance-Engpässe weitgehend beseitigen und bis zu 4,8mal schneller sein (bei zufälligem, wahlfreiem Zugriff auf die Platte des Servers) als die bisherigen Versionen. Eine vereinfachte Installation und die Verwendung eines »Disk Cache«, sozusagen eines schnellen Vorpuffers vor der Platte, werden als weitere Vorzüge genannt.

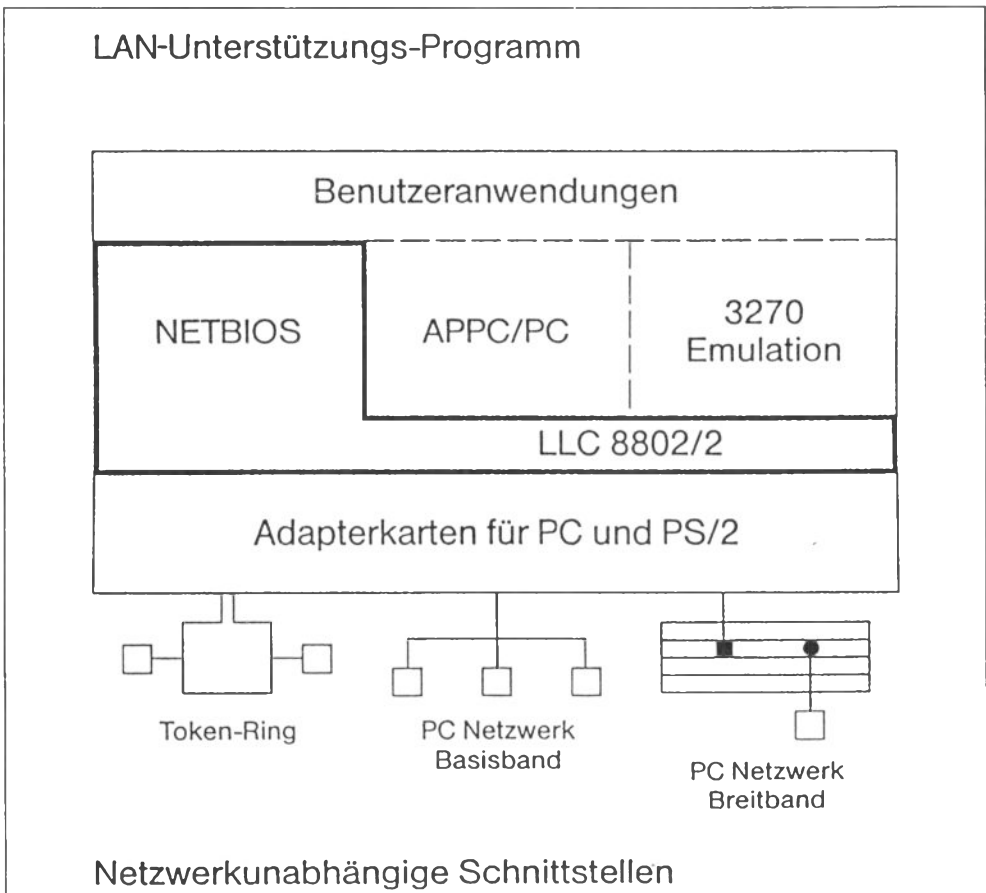
Eine wichtige Erweiterung stellt das RIPL (Remote Initial Program Load) dar, mit dem disketten- und plattenlose PCs oder PS/2 in allen Netzen aus einer IPL-Datei auf einem Master-PC (PS/2) mit Programmen und Daten ferngeladen werden können. Diese Eigenschaft der Netze wurde lange vermißt. Sie schränkt nämlich die Manipulationsmöglichkeiten von Benutzern an den Endgeräten stark ein und erlaubt neben einer zentralen Programmwartung und -pflege auch die Erfüllung elementarer Anforderungen an eine zentrale Datensicherung. Mit RIPL kann man einem Benutzer eine Oberfläche zuschneiden, die er nur so verwenden kann, wie sie konfektioniert ist. Jeder, der bereits ein PC-Netz betreibt und diese Möglichkeit nicht hat, wird zu schätzen wissen, daß er endlich weiß, was auf den PCs abläuft.

Basis für die Software ist das sogenannte LAN-Unterstützungsprogramm, welches durch NETBIOS und die LLC-Schnittstelle nach IEEE 802.2, die hier gemäß der ISO-Norm 8802/2 realisiert ist, gebildet wird. Es ersetzt das Token-Ring-NETBIOS-Programm. Anwendungen können weiterhin unverändert auf NETBIOS aufsetzen oder aber auch auf

der Advanced-Program-to-Program-Communication-Schnittstelle APPC/PC, die LLC 8802/2 unter sich benötigt oder auf der neuen 3279-Emulation, die nun auch nicht mehr umständlicherweise über das PC-LAN-Programm geht, sondern ebenfalls direkt auf LLC 8802/2 aufsetzt.

Das Asynchronous-Communication-Server-Programm erlaubt über maximal zwei Wahlleistungsports beliebigen PC-Systemen im LAN den Zugriff auf entfernte Rechner.

Das PC-3270-Emulation/LAN-Management-Version-1-Programm leitet Netzwerk-Management-Daten an die NetView-Anwendung im Host weiter. So kann man vom Host aus genauen Aufschluß über die Arbeit der angeschlossenen PCs bekommen und in Fehlerfällen schneller reagieren.



**Bild 8.9:** IBM-LAN-Software-Unterstützung.

Das neue LAN-Manager-Programm sieht neben dem, was das Token-Ring-Manager-Programm schon wußte, auch noch alle Stationen im PC-Netzwerk Breitband und auch bei Token-Ringen mit mehreren Brücken über die Brücken hinweg. Dazu muß in den Brücken jedoch die ebenfalls neue Version 1.1 des Brückenprogramms installiert werden.

### 8.3.3 Die aktuelle Version: PCLANP 1.3

Das Netzwerkprogramm IBM-PC-LAN-Programm ist dazu gedacht, den Betrieb des PC als Teil eines LANs zu ermöglichen. Die neueren Versionen ab Version 1.3 enthalten neben den Grundfunktionen (Base Services), die den Funktionen des PC-LAN-Programms Version 1.2 entsprechen, Erweiterungen, die als Extended Services bezeichnet werden. Mit den Base Services können innerhalb des LANs Programme und Einheiten wie bisher üblich von mehreren Systemen gleichzeitig benutzt werden. Performance-Verbesserungen gegenüber den früheren Versionen konnten nicht festgestellt werden. Der zur Zugriffsoptimierung einsetzbare Cache-Speicher läßt sich nun in den Extended Memory Bereich (EMS) legen, der ab DOS 4.0 standardmäßig unterstützt wird.

Die Extended Services erst bringen die Erweiterungen, die eine Anpassung der Benutzeroberfläche an OS/2 ermöglichen. Das klar zu erkennende Ziel ist demnach eine einheitliche Benutzeroberfläche für DOS- und OS/2-Systeme im LAN. Darüber hinaus erweitern die Extended Services (ES) die bisherigen Funktionen eines LAN-Servers oder einer Workstation erheblich. Es wurde vor allem auf einen besseren Datenschutz, eine bessere Benutzerführung und -unterstützung und eine bessere Verwaltung der unterschiedlichen Ressourcen Wert gelegt.

Folgende Erweiterungen des PC-LAN-Programms wurden in den Extended Services zusammengefaßt:

- Dialoggeführte Hilfsfunktionen über die Steuerung und Bedienung des Systems und eine »Online-Reference«
- Menüs für die Verwaltung und den Zugriff auf Ressourcen der Server-PCs
- Einführung des Domänen-Konzepts und der System-Administrator-Funktion
- Einführung von Benutzernummern und Paßwortschutz
- Definition von »Filesets«
- Einführung eines »Application Selector« entsprechend dem Muster von OS/2
- Einsatz von »Remote Initial Program Loaded« (RIPL) zur Verbesserung der Netzwerktransparenz und zur Integration sogenannter Diskless Workstations im LAN.

Die Basisdienste sollten nur zur Migration von älteren PC-LAN-Programmen benutzt werden, um den Benutzern den Umstieg zu erleichtern. Sie können auch dort verwendet werden, wo keine OS/2-Server, kein besonderer Zugriffsschutz und keine gesonderte Benutzerverwaltung erforderlich ist. Der Vorteil der Basisdienste liegt darin, daß sie weniger Speicherplatz belegen und schneller aufrufbar sind.

#### PC-LAN-Programm-Extended-Services

Im Gegensatz zu den maschinenorientierten Basisdiensten sind die Extended Services (ES) benutzerorientiert. Sie umfassen eine Reihe neuer Konzepte und Dienstleistungen, die in der folgenden Liste zusammengefaßt sind:

- Domains
- Systemverwalter
- Benutzer, Benutzerids und Paßwörter
- Workstations
- Interne und externe Ressourcen

- Filesets, Home Filesets
- Remote-Initial-Program-Loaded-(RIPL)-Maschinen
- Extended-Services-Menü, wie z.B. Application Selector

Wie in SNA gibt es den neuen Begriff der Domänen (Domains), wenn auch in anderer, sozusagen übertragener Bedeutung.

Eine Domain besteht aus einem oder mehreren Extended Services (ES) Servern in einem LAN. Ein Server übernimmt dabei die Verwaltung der Domain. Er muß als erstes System generiert werden, wenn ein neues LAN aufgebaut wird. Nur der Systemverwalter hat direkten Zugriff auf den sogenannten Domain Controller. Er ermöglicht die Verwaltung und Definition von Ressourcen verschiedener Server als Einheit. Der Systemverwalter definiert die Ressourcen innerhalb einer Domain und die Benutzer, die darauf zugreifen können.

In einem LAN können mehrere Domains definiert werden. Daher müssen Namen, die in einer Domain vergeben werden, im ganzen LAN eindeutig sein. Der Name der Domain und des Domain Controllers müssen übereinstimmen. Für den Benutzer erscheinen die Ressourcen, die innerhalb der Domain verfügbar sind, als ein »Single System Image«.

Zu einer Domain gehören die verschiedenen Server und die definierten Benutzer, jedoch keine Workstations.

Der Systemverwalter ist für die Verwaltung der Domains zuständig. Er ist zuständig für die Installation der Programme auf den Servern und für die Definition der Domain und deren Verwaltung einschließlich der

- Definition der Benutzer und der von ihnen nutzbaren Ressourcen,
- Definition der ES-Server,
- Definition von RIPL-Stationen,
- Zuweisung von Benutzerids und Paßwörtern und der
- Zuweisung von Benutzerrechten für Filesets.

Der System Administrator kann das Domain von jeder ES-Station aus verwalten. Nur Benutzer mit den Privilegien eines System Administrators können sich auf einem ES-Server einloggen.

Die Benutzernummern werden vom Systemverwalter vergeben. Benutzer können sich mit ihrer Benutzernummer und, falls erforderlich, mit ihrem Paßwort in das System einloggen. Dieses Einloggen ist direkt beim Einschalten des Systems erforderlich. So kann erreicht werden, daß Maschinen nur noch dann genutzt werden können, wenn der Benutzer über eine gültige Benutzernummer verfügt.

Das System baut automatisch eine Umgebung für den Benutzer auf, die durch den System Administrator festgelegt ist.

Dem Benutzer zeigt sich ein Menü, der »Application Selector«, aus dem er die von ihm gewünschte Anwendung auswählen kann. Das vom Systemverwalter vorgegebene Grundmenü enthält einige Vorgaben, mit denen der Benutzer seine Standardanwendungen sowie DOS- und LAN-Funktionen aufrufen kann. Dieses Menü kann er entsprechend seinen Anforderungen erweitern.



Der Zugriff der Benutzer auf alle verfügbaren Ressourcen der Domain erfolgt normalerweise von der Workstation aus. Der System Administrator ist für die Konfiguration dieser Stationen verantwortlich. Es werden drei Arten von Workstations unterschieden:

- Workstations mit Festplatte können die Extended Services selbst installieren und benötigen keinen Zugriff über das Netz. Die Installation der benötigten Software erfolgt direkt an der Workstation. Hierfür werden etwa 1,5 Mbyte Plattenplatz benötigt. Die Installation erfolgt menügeführt. Änderungen an den Standardvorgaben während des Installationsvorgangs sind nur schwer oder gar nicht durchführbar. Die Ablauffolge innerhalb der Installationsprozeduren ist für einen nicht geübten DOS-Anwender nicht mehr nachvollziehbar und kann nur von geschultem Personal ausgeführt werden.
- Workstations ohne Festplatte müssen die Extended Services von einem Programm Server (Server innerhalb der Domain) laden, da das Gesamtsystem nicht auf eine Diskette paßt. Dazu definiert der Systemverwalter, welcher Programm-Server die Extended Services für welche Workstation bereitstellt und legt eine Diskette mit einem IPL-Image (Initial Program Loading) an. Auch dies erfolgt unter Menüführung. Für jedes Diskettenformat existiert ein eigenes Image, das benutzt wird, um die notwendigen Programme auf eine bereits vorformatierte bootfähige Diskette zu kopieren. Diese Diskette wird vom Anwender zum Laden seines Systems benutzt. Der Bootvorgang dauert länger als bei einer Workstation mit Festplatte, da ein Großteil der Netzprogramme nicht von Diskette, sondern über das Netz vom Server geladen werden.
- Workstations, die ohne lokale Speichermedien bzw. Software arbeiten. Diese Remote Initial Program Loaded (RIPL) Workstations haben ihr eigenes BIOS und einen eigenen Boot-ROM, der zusätzlich auf die Netzwerk-Adapterkarte gesteckt wird. Das komplette Laden des Systems, einschließlich des Betriebssystems erfolgt nun vom Server. Dies ist von Vorteil, da hiermit sichergestellt werden kann, daß auf allen angeschlossenen Systemen der Benutzer immer die gleiche Systemumgebung vorfindet.

Interne Ressourcen werden innerhalb der Domain definiert, verwaltet und benutzt. Dazu zählen unter anderem Programme, Datenfiles oder Drucker. Externe Ressourcen können entweder innerhalb einer Domain definiert sein und von außen benutzt oder außerhalb zur Verfügung gestellt und von Benutzern der Domain benutzt werden. Darunter fallen Ressourcen, die auf einem anderen Server, einem anderen Domain Controller bzw. ES-Server oder einem anderen kompatiblen Netzwerk zur Verfügung gestellt werden. Alle extern nutzbaren Ressourcen werden in einer speziellen Datei (external.bat) als solche gekennzeichnet und können dadurch auch von Benutzern der Basisdienste erreicht werden.

Unter einem Fileset versteht man ein Verzeichnis auf einer ES-Server-Platte, eingeschlossen aller Dateien und Unterverzeichnisse. Der System Administrator definiert Namen, Inhalt und den Ort eines Filesets. Zusätzlich legt er fest, welche Benutzer darauf zugreifen dürfen und die unterschiedlichen Zugriffsrechte. Ein Home Fileset ist ein Verzeichnis auf dem Domain Controller, das für jeden Benutzer vom System angelegt wird. Hier hat der Benutzer Read/write-Zugriff.

Der Application Selector ist das ES-Hauptmenü. Jeder Benutzer hat sein eigenes Menü, das entweder durch den System Administrator oder den Benutzer um private Anwendungen erweitert werden kann. Das Menü enthält den Namen und eine kurze Beschreibung der

Applikation. Neben den Applikationen sind hier auch die Funktionen der Extended Services verfügbar.

Die Installation der ES erfolgt ausschließlich menügeführt und ist erheblich aufwendiger als für die Base Services. Es empfiehlt sich daher, vorher genau festzulegen, wie die zukünftige Struktur des LANs mit Domänen, Servern und Workstations aussehen soll. Der Hauptspeicherbedarf ist abhängig von der Art der Generierung.

Konfiguriert als	Redirector	: 65 Kbyte
	Receiver	: 85 Kbyte
	Server	: 365 Kbyte
	Domain Controller	: 370 Kbyte

und ist nur geringfügig größer als bei der Basisversion. Die oben angegebenen Werte basieren auf dem Betriebssystem DOS 4.0.

Das Sicherungskonzept sieht vor, daß sich ein Benutzer nur einmal in eine Domain einloggen kann. Vergibt der Systemverwalter dem Benutzer ein Paßwort, so kann dieses vom Anwender nach Belieben abgeändert werden. Vergißt er sein Paßwort, kann ihm nur der Systemverwalter ein neues Paßwort zuweisen. Versucht ein Benutzer dreimal unter derselben Benutzernummer aber mit ungültigem Paßwort sich einzuloggen, wird die Workstation automatisch blockiert und kann erst wieder genutzt werden, wenn sie komplett neu hochgefahren wurde.

Die Leistungsfähigkeit des gesamten Systems ist sehr stark davon abhängig, wie die Startparameter für das Netzwerkbetriebssystem, für NETBIOS und für DOS gesetzt wurden. Alles in allem ist die neue Version des LAN-Betriebssystems für DOS von IBM erheblich benutzerfreundlicher geworden. Erkauft wurde dieser Vorteil mit einem erheblich höheren Verwaltungsaufwand für das Netz. Die Trennung von Workstation und Benutzern erlaubt es dem Anwender wie bei Novells Netware von jedem Arbeitsplatz aus in der von ihm gewohnten Umgebung zu arbeiten. Das Domain-Konzept erlaubt eine einheitliche Schnittstelle zu allen verfügbaren Servern im LAN. Benutzer von Workstations mit PCLANP 1.3 als Betriebssystem können auch transparent auf OS/2-Server zugreifen. Ihr Funktionsumfang ist allerdings eingeschränkt.

### **Fazit und Ausblick**

Wir haben bislang lediglich die Varianten der PC-LAN-Betriebssysteme unter DOS besprochen. Es ist ganz klar, daß dies nur ein Teil des Gesamtspektrums ist. IBM ist nicht hauptsächlich daran interessiert, PC-Netze zu vermarkten. Vielmehr sind PC-LANs nur eine weitere Alternative für die Gestaltung von Endsystemclustern. Die PC-Host-Kopplung stellt hier ein wesentliches weiteres Element dar. Zudem ist es so, daß neben DOS-Systemen OS/2 einen immer breiteren Raum im Rahmen der IBM-Strategie einnimmt. Dies ist vor allem in den Richtlinien begründet, die die Systemanwendungsarchitektur SAA vorgibt.

## 8.4 Novells Netware

Novells Netware ist als hardwareunabhängiges Betriebssystem ausgelegt und unterstützt ebenfalls die DOS-Welt. Benutzerschnittstellen und -kommandos sind in allen Implementierungen gleich. Besonderer Wert wurde beim Design auf die Performance des Servers gelegt. Netware läuft auch unter den älteren DOS-Versionen 2.0 und 2.1.

Anfang 1987 unterstützte Novell mit seinen drei Netzwerkbetriebssystemen schon 33 Netzwerke unterschiedlicher Hersteller. Heute sind es fast doppelt so viele. Die Netware-Software besteht generell aus:

- DOS 3.1
- DOS-Interface-Shell
- File-Server-Software
- Netzwerk-Utilities

Auf jeder Workstation im Novell-Netz muß bei den älteren Versionen DOS installiert sein. Neuere Versionen unterstützen auch Workstations unter OS/2. Die zwischen Applikation und DOS geschaltete DOS Interface Shell leitet Anforderungen an den Server weiter.

DOS ist auf dem Server nur zur gleichzeitigen Benutzung des Servers als Workstation erforderlich. DOS arbeitet also im Bedarfsfall als Task unter dem Novell-Betriebssystem und nicht konkurrierend zum Netzwerk-Betriebssystem wie bei IBM. Neuere Versionen realisieren die Netware-Server-Funktionalität auch als »Gast« (Anwendungsprogramm) unter Betriebssystemen wie OS/2, Unix, VM oder VMS (Portable Netware).

Die Funktionen, die Novell den Benutzern anbietet, sind wesentlich vielschichtiger als beim PC-LAN-Programm. Im Server stehen standardmäßig Trace- und Monitorfunktionen zur Verfügung, die ständig die Auslastung des Servers kontrollieren und anzeigen, wann und wer auf welche Dateien zugreift. Für jeden einzelnen Benutzer kann ein genaues Profil definiert werden, in dem alle seine Rechte und Privilegien genau spezifiziert werden können.

Das LOGIN eines Benutzers an einer Workstation im LAN ist durchaus mit dem LOGON eines Benutzers an einem Mainframe vergleichbar. Auch hier kann das LOGIN so gestaltet werden, daß der Benutzer keinerlei Vorkenntnisse über DOS oder die Novell-Software benötigt. Dateistrukturen, die er für seine Arbeit benötigt, werden ihm automatisch zugänglich gemacht.

Novell bietet Anfang 89 drei unterschiedliche LAN-Betriebssysteme an und hat neue Varianten für 89/90 angekündigt. Alle drei Betriebssysteme beinhalten außer der Software eine Key-Card, die im Server installiert werden muß und den Kopierschutz der Netzsoftware darstellt. Im Gegensatz zur IBM-Software bezahlt man die Novell-Software nur einmal pro Server. Für die Workstations wird keine gesonderte Software benötigt.

Für kleine Netze bis ca. 15 Workstations bietet Novell das Advanced-Netware-86-Betriebssystem an. Als File-Server können PCs, XTs oder ATs verwendet werden mit einer maximalen Plattenkapazität bis zu 250 Mbyte. Die 640 Kbyte des Servers werden fast ausschließlich von der Novell-Software benutzt. Ein Arbeiten an diesem PC ist zwar möglich, aber nicht empfehlenswert.

Das Advanced Netware 286 ist für größere und schnellere Netze geeignet mit bis zu 100 Arbeitsplätzen pro Server und bis zu 2000 Mbyte Plattenkapazität. Hier muß der File-Server ein IBM-AT-System (INTEL-80286-Prozessor) oder ein adäquates System sein. An einer Version für den INTEL-80386-Prozessor wird gearbeitet. Sie wurde Mitte '89 angekündigt und wird Anfang '90 zur Verfügung stehen. Die Antwortzeiten bei diesem Betriebssystem wurden erheblich verbessert, da der bis zu 15 Mbyte große RAM-Bereich des Servers als Cache-Speicher genutzt werden kann. Der File-Server wird ausschließlich für Netzwerk-Management-Funktionen benutzt.

Novell bietet selbst einen optimierten File-Server auf Basis des ATs an. Eine Erhöhung der Leistung kann durch ein zusätzliches Disk-Coprocessor-Board erzielt werden. In einem Netz können, wie auch bei Advanced-Netware-86-Betriebssystemen mehrere Server installiert werden.

Zur Erhöhung der Betriebssicherheit bietet Novell das Betriebssystem System Fault Tolerant (SFT) 286 Level I oder Level II an. Es basiert auf dem Netware-286-Betriebssystem. SFT286 verwaltet die Inhaltsverzeichnisse einer Platte doppelt, an unterschiedlichen Stellen der Platte, um Lesefehler zu vermeiden.

Bei der Dateiverwaltung wurden einige erhebliche Verbesserungen gegenüber dem normalen DOS erreicht. Häufig angesprochene Datenbereiche werden resident im File-Server-RAM gehalten (File Caching). Die Anzahl der Directory-Zugriffe wird halbiert, indem alle Directories zusätzlich im RAM gehalten werden (Directory-Caching). Durch ein schnelles Suchverfahren werden Einträge auch in großen Directories direkt gefunden.

Auch zum Schutz der Daten des Systems sind ausreichende Vorkehrungen getroffen worden. File- und Record-Locking-Funktionen verhindern das gleichzeitige Verändern einer Datei oder eines Records durch mehrere Benutzer. Directories am Server werden über die ihnen zugewiesenen logischen Namen von den Workstations aus angesprochen. Paßwort-Files, in denen auch die Paßwörter der Benutzernummern untergebracht sind, sind speziell geschützt (invisible Files). Es gibt eine eindeutige Trennung zwischen dem Benutzer einer Workstation und dem Namen der Workstation.

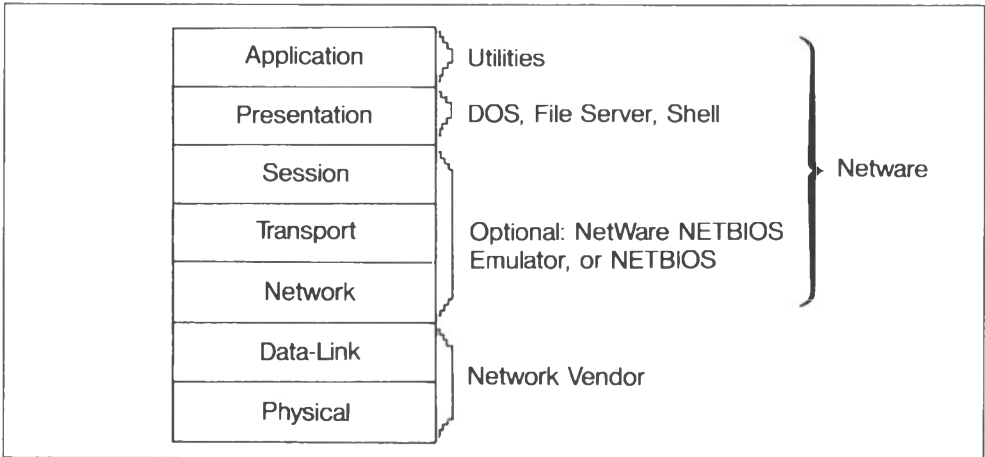
Ein Benutzer kann also im Unterschied zum PC-LAN-Programm auch von anderen Workstations aus mit seinem Benutzerprofil arbeiten.

Netware ist vollständig kompatibel zu DOS 3.1. Kompatibilität besteht zum NETBIOS (IBM) durch den Einsatz eines Emulators.

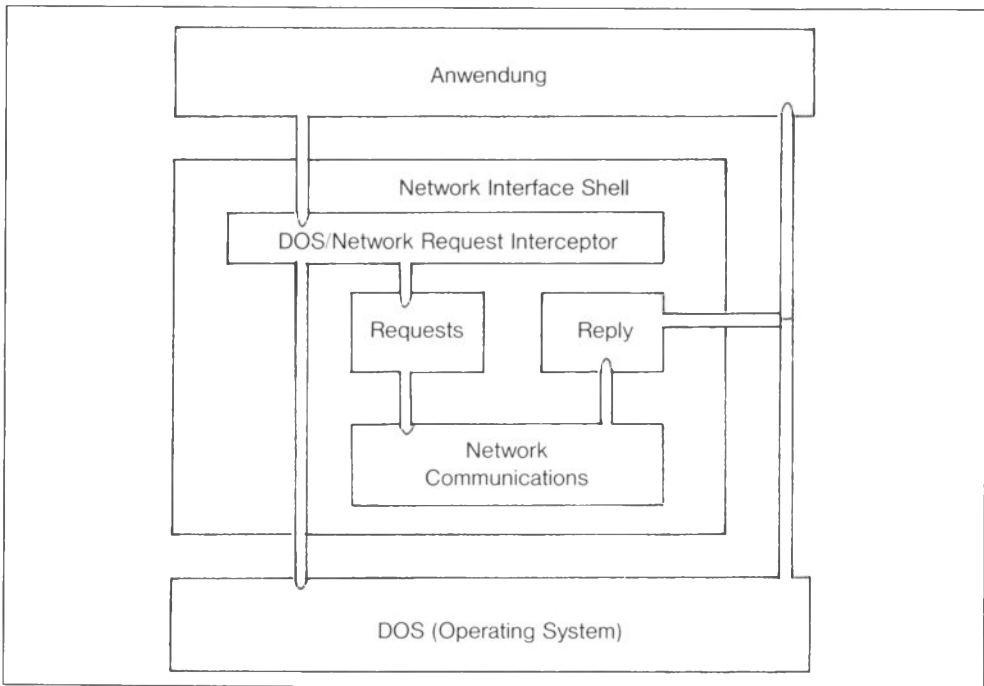
Die Installation von Netware bedarf einiger Vorkenntnisse und ist relativ zeitaufwendig. Netware unterstützt einen menügeführten Bedienerkatalog. Übergänge in andere lokale Netze, die ebenfalls die Novell-Software benutzen, sind relativ leicht mit Bridges realisierbar. Die Leistung von Netware ist abhängig von der Art der Implementierung des Servers, der verwendeten LAN-Hardware und der mittleren Zugriffszeit auf die Festplatte(n).

### **8.4.1 Grundlegende Eigenschaften von Netware**

Novells Netware ist dazu geschrieben worden, vernetzte Mikros auf breiter Basis in einem File-Server-Environment zu unterstützen. Netware ist als hardwareunabhängiges Betriebssystem fast auf allen LAN-Systemen implementiert. Benutzerkommandos und Software-Interface bleiben bei allen Implementierungen gleich.



**Bild 8.10:** Netware und das ISO-Referenzmodell.



**Bild 8.11:** DOS-Shell.

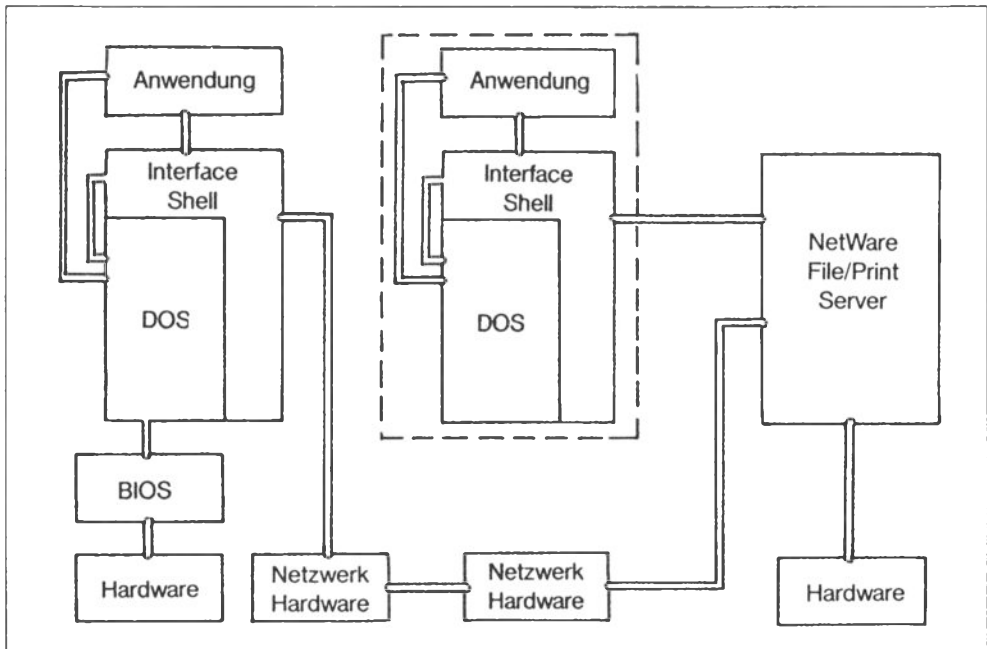
In bezug auf das ISO-Modell realisiert Netware die Schichten 3 bis 7, also alles über der Hardware. Manchmal leistet die Netzwerk-Hardware mehr als die unteren zwei Schichten. Dann liefert Netware den entsprechenden Rest.

Bild 8.10 zeigt den Zusammenhang. Netware hat vier wesentliche Komponenten:

- Host-Betriebssystem (DOS 2.1, 3.0 oder 3.1)
- DOS-Schalen-Interface
- File-Server-Software
- Netzwerk-Utilities

Eine Workstation in einem Netware-Environment braucht ein Host-Betriebssystem wie DOS. Die DOS-Schale liefert das Interface zur File-Server-Software. In Bild 9.10 wird die Funktionalität verdeutlicht. Netware verfolgt also die andere Alternative, nämlich den Betrieb des File-Servers ohne DOS. Damit der File-Server trotzdem auch als Workstation zur Verfügung steht, kann DOS ebenfalls auf ihm installiert werden, ohne jedoch seine Netzwerk-Funktionalität zu beeinträchtigen (Bild 8.12).

Netware ist auf volle Kompatibilität zu allen INT-21h-Funktionsaufrufen ausgelegt. Zusätzlich gibt es jedoch eine Reihe von Funktionen, die größere Flexibilität beim Netzwerk-Management und bei der Programmsynchronisation geben. Bild 8.13 gibt einen tabellarischen Überblick aller Funktionen.



**Bild 8.12:** Netware-Blockdiagramm.

### Die Netware-File-Server

Seit 1983 werden von Novell File-Server für PC-LANs angeboten und laufend verbessert. Die File-Server-Software kontrolliert die Ressourcen des File-Servers, also Platten, Bänder und Drucker.

DOS kann als Task auf dem Netzbetriebssystem laufen. Es wird eine Reihe von Funktionen angeboten, darunter das Wählen des automatischen System-OPENs für Dateien, die Aktivierung und Desaktivierung der DOS-Schale, das gezielte Verstecken von Dateien, Schaffung und Löschen von Benutzeridentifikationen und Paßwörtern, Zusammenfassen von Benutzern in Gruppen.

AH	AL	INT 21h	AH	AL	INT 21h	AH	INT 21h	AH	INT 21h
BB		Extended Open File	C6		Get and Set Lock Mode	D2		E0	Print Spooling Request Specification
BD		Release Physical Record		00	Begin Transaction Update	D3		E1	System Pipe Request Specification
BE		Clear Physical Record	C7	01	End a Transaction Update	D4		E2	Directory Request Specification
BF		FCB Log Physical Record		02	Transaction Back-out Available	D5		E3	Login Request Specification
CO		FCB Release Physical Record	C8		Begin Transaction	D6		E4	Set File Attribute
C1		FCB Clear Physical Record	C9		End Transaction	D7		E5	Update File Size
C2		Lock Physical Record	CA		Log Personal File	D8		E6	Network File to File Copy
C3		Release Physical Record Set	CB		Lock File Set	D9		E7	Return Time Date String
C4		Clear Physical Record Set	CC		Release File	DA		E8	Set Close Mode
	00	Open a Semaphore	CD		Release File Set	DB		E9	Get Shell Base Status
	01	Examin a Semaphore	CE		Clear File	DC		EA	Return Shell Version
C5	02	Wait Semaphore	CF		Clear File Set	DD		EB	Log File ASCIIZ String
	03	Signal a Semaphore	D0		Log Record String	DE		EC	Release File ASCIIZ String
	05	Close a Semaphore	D1		Lock Record String Set	DF		ED	Clear File ASCIIZ String

**Bild 8.13:** INT-21h-Funktionen.

Nicht weniger als 25 Monitorkommandos und 38 Benutzerkommandos sorgen für einen komfortablen und flexiblen Betrieb des Netzwerksystems. Wir wollen dies an dieser Stelle nicht weiter vertiefen, sondern eher Netware nach den Kriterien werten, die wir bereits an die anderen Systeme gelegt haben.

- **Kompatibilität:** Netware hat von jeher DOS unterstützt. So ist es auch jetzt 3.1-kompatibel. Anwendungen, die für die DOS-3.1-Umgebung geschrieben worden sind, laufen auf Netware. Dies gilt sogar für das PCNP und MS-NET! Um die Hardwarebasis weiter auszudehnen, wird Kompatibilität zu NETBIOS durch einen Emulator erreicht.
- **Flexibilität:** Netware ist hardwareunabhängig und kann auf fast allen PC-LANs und einigen nicht ursprünglich für diesen Bereich gedachten LANs laufen. Es umschiffet so die kritischen Fragen der Hardware-Standardisierung, der Topologien und der Übertragungsverfahren.
- **Sicherheit:** Die Sicherheit von Netware wird an Benutzer-Profilen aufgehängt. Ein Supervisor definiert eine spezielle Menge von Rechten für jede Person, die überhaupt dazu berechtigt ist, Netzwerk-Ressourcen zu benutzen. Netware fragt beim Einloggen nach Namen und Paßwort, so daß dem Rechteverwalter die Identität bekannt wird. Die Liste der Paßwörter ist nochmals gesondert geschützt. Das System kennt alle Bereiche, auf die ein Benutzer im Netz zugreifen darf, und macht sie ihm ohne zusätzliche

LOGIN-Prozedur verfügbar. Sollte man Teile seiner Umgebung vergessen haben, listet der File-Server die gesamte Umgebung, jedoch nichts außerhalb der Umgebung auf.

Aus dem Sichtwinkel des Supervisors werden Betriebsmittel im wesentlichen nach organisatorischen Gesichtspunkten zugeteilt, die den Bedarf der Benutzer berücksichtigen.

Bei der Definition eines Benutzer-Profiles kann der Supervisor Zugriff für jede Directory auf jedem Level erlauben oder untersagen. Dies ist die flexibelste Regelung, die man sich vorstellen kann.

Sobald der Zugriff generell gestattet ist, kann der Supervisor die erlaubten Rechte spezifizieren. Netware bietet hierfür acht Optionen an: Read, Write, Open, Create, Delete, Parental, Search und Modify Flag Rights. Diese Rechte können nicht nur in Profilen für einzelne Benutzer niedergelegt werden, sondern auch in Profilen für Gruppen.

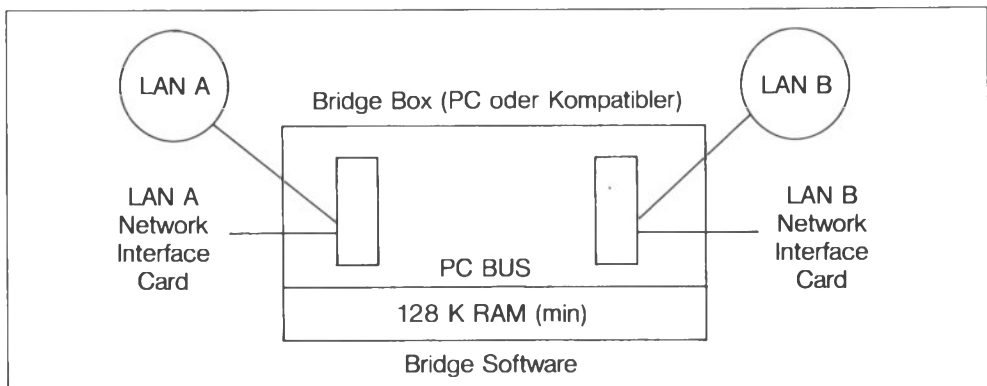
- *Funktionalität:* Die wichtigste Funktionaleinheit ist der File-Server. Weitere Funktionen werden wir weiter unten diskutieren.

Netware unterstützt alle Möglichkeiten des File-Locking, die von DOS angeboten werden, einschließlich des exklusiven physikalischen Locks. Weiterhin bietet Netware:

- verteilte physikalische Locks,
- Semaphore.

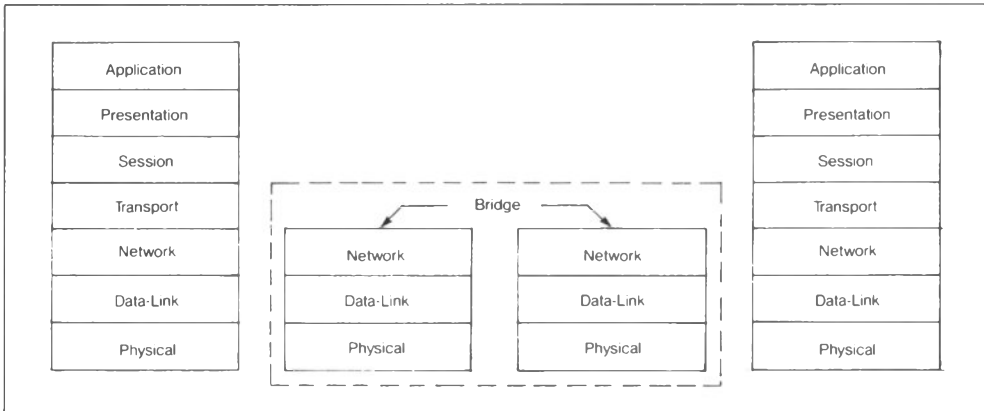
Der verteilte physikalische Lock kann als Read-Only-Record-Lock angesehen werden, während der DOS-Lock eine Datei auch für das Lesen sperrt. Der verteilte physikalische Lock läßt es zu, daß mehrere lesen, aber zu einer Zeit immer nur einer schreibt.

Bei Netware können den Locks Timeouts zugeordnet werden. Eine Anwendung kann eine Timeout-Periode spezifizieren, bevor sie einen erneuten Request, der ihr vorher versagt blieb, aussendet. In der Zwischenzeit bleibt der Request in einer Warteschlange. Der Vorteil an dieser Regelung ist, daß die Warteschlange dann auf einer FCFS-Basis abgearbeitet wird und der Netzwerkverkehr gering bleibt. Durch Locks können in einem Verteilten System Deadlocks entstehen. Netware löst dieses Problem durch globale Betriebsmittelanforderung.



**Bild 8.14:** Eine beispielhafte Omnet zur Etherlink-Bridge.





**Bild 8.15:** Netware-Bridges und das ISO-Modell.

Ein weiteres Problem ist der verwaiste Lock. Wenn eine Station undefiniert aussteigt, so kann der Netware-Supervisor diese Situation klären, ohne daß irgendwelche andere Aktivität im Netzwerk unterdrückt würde.

Als letzte wichtige Eigenschaft bietet Netware die klassischen Semaphore zur Synchronisation an. Die Semaphore entsprechen den P- und V-Semaphoren, von denen bekannt ist, daß sich alle anderen bekannten höherwertigen Synchronisationsmechanismen wie Monitore auf ihnen aufsetzen lassen.

- **Erweiterbarkeit:** Es ist möglich, den Anforderungen entsprechend mehr File-Server im Netz unterzubringen, weiterhin kann man Bridges zu anderen LAN-Systemen bauen.

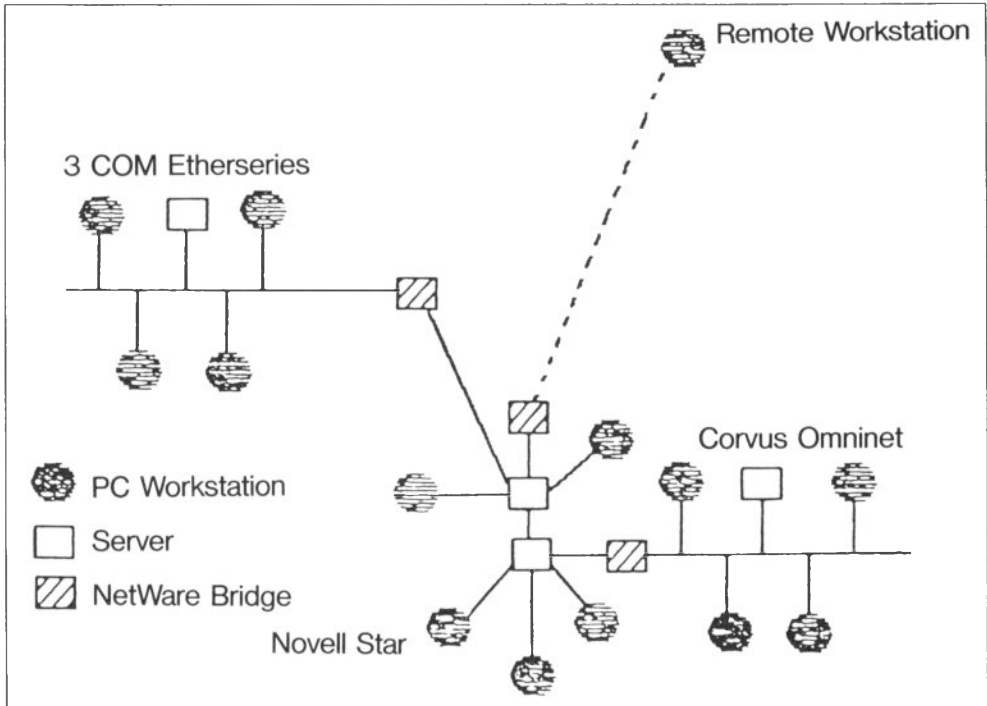
Die Netware-Bridge ist im wesentlichen ein Software-System, welches in einem PC abläuft, der dazu bestimmt ist, als Bridge benutzt zu werden. Um eine Verbindung zwischen zwei verschiedenen Netzen herzustellen, müssen entsprechende Netzwerkkarten in die Erweiterungsschlitze des PCs gesteckt werden. Sobald die Software installiert ist, ist das Gesamtsystem für den Benutzer transparent. Es können sich lediglich je nach verwendeter Hardware Unterschiede in der Leistung bemerkbar machen. Die Netware-Bridge ist ein Level-3-Gateway, wie Bild 8.15 verdeutlicht.

Unter gewissen Einschränkungen (bezüglich der Übertragungsgeschwindigkeit und der jeweiligen Postbestimmungen) ist es auch möglich, entfernte Workstations oder auch entfernte LANs anzuschließen (Bild 8.16).

**GRUNDSÄTZLICHE VORAUSSETZUNG FÜR ALLE DIESE KOPPLUNGEN IST JEDOCH DAS BETREIBEN JEDES TEILSYSTEMS MIT NETWARE.**

Verschiedene Hersteller bauen auf der Basis von Netware auch Gateways zu SNA- und anderen Netzen. Novell selbst hat durch Kauf eines entsprechenden Unternehmens eine Reihe von passenden Komponenten im Programm.

- **Ergonomie:** Wegen seiner relativ hohen Komplexität ist Netware nicht so einfach zu installieren und auf Anrieb zu bedienen wie einfachere Produkte. Dem normalen Anwender wird Netware nur relativ selten in Erscheinung treten, da er ja andere Oberflächen von der Anwendung her hat.



**Bild 8.16:** *Netware-Maximalkonfiguration schematisch.*

- **Leistung:** Der File-Server wird nicht mit DOS betrieben. Es liegen Benchmark-Tests vor, die beweisen, daß Systeme mit Netware um einiges schneller arbeiten als mit den bisher besprochenen anderen Netzbetriebssystemen. Es ist zu erwarten, daß Novell die Software ständig verbessert. Nachdem der DOS-Engpaß ausgeschaltet ist, kann dies nur zu einer weiteren Leistungssteigerung führen.

Die Directory-Struktur erscheint hierarchisch, ist jedoch flach realisiert. Das Directory enthält den Namen eines Files und die Nummer des Subdirectory, was die Suche vereinfacht. Der Server speichert außerdem das Directory in seinem Speicher ab, um den Zugriff weiter zu beschleunigen. Netware implementiert das Konzept des Directory Handle, der einen Pointer zu einem bestimmten Subdirectory-Baum darstellt. Dieser Pointer vermeidet es, daß man Namen von einem Bereich des Systems in den nächsten kopieren muß. Der File-Server hat so noch weniger Overhead zu bewältigen.

## 8.4.2 Die aktuelle Version: Netware 2.1

Ab der Version 2.1 von Netware stehen eine Reihe zusätzlicher Funktionen zur Verfügung, die Netware nach wie vor angenehm von den sonstigen Netzbetriebssystemen abheben. Menügesteuerte Dienstprogramme erleichtern dem Systemmanager die Wartung und Steuerung des Netzwerks. Mit ihrer Hilfe können Systemverwalter das Netzwerk so einrichten, daß normale Benutzer keinerlei Vorkenntnisse über DOS oder die Novell-Software

benötigen. Dateistrukturen, die sie für ihre Arbeit benötigen, werden ihnen automatisch zugänglich gemacht.

Vor allem erwähnenswert sind hier die Möglichkeit der Abrechnung von Dienstleistungen im Netz, wie sie bisher nur von Großrechnern her bekannt ist. Jede einzelne Dienstleistung, z.B. Zugriff auf eine Datei am Server, kann gewichtet werden. Der einzelne Benutzer erhält nun ein Punktekonto, über das die Dienstleistungen abgerechnet werden. Überschreitet ein Benutzer den für ihn vorgegebenen Wert, kann nur der Systemverwalter ihm erneut den Zugang zum System verschaffen, indem er beispielsweise sein Punktekonto erhöht.

Der Netzzugang kann nun auch zeitlich geregelt werden, so daß beispielsweise zu besonders »heiß umkämpften Zeiten« wie zwischen 11.00 Uhr und 12.00 Uhr der Zugang nur wenigen autorisierten Benutzern zu gewissen Servern oder Dienstleistungen ermöglicht wird. Somit wird erreicht, daß besonders wichtige Aufgaben vorrangig durchgeführt werden können.

Die Belastung des Netzes kann jederzeit kontrolliert werden. Es werden hierzu Momentaufnahmen der jeweiligen Netzbelastung im LAN gemacht. Längerfristige Aufzeichnungen der Netzbelastung und des Lastverhaltens im LAN sind leider nur über Zusatzprodukte anderer Firmen erhältlich.

Ab der Version 2.15 werden zusätzlich zu den DOS-kompatiblen PCs auch die Macintosh PCs von Novell unterstützt. Alle PCs, obwohl sie mit unterschiedlichen Betriebssystemen und Aufzeichnungsverfahren arbeiten, können auf dieselben Server unter Novell zugreifen. Zusätzlich zu den PCs als Server können auch DEC-Systeme unter VMS als Server mitverwendet werden. Netware ermöglicht damit auch PCs am Ethernet und Token-Ring den Zugriff auf die DEC-Welt.

Auf die genauen Beschreibungen der einzelnen Dienstprogramme, Utilities und der Novell-Netware wird hier verzichtet. Diese werden in Produktbeschreibungen bzw. Handbüchern ausführlich erklärt. Der Leser sei hier darauf verwiesen, da die Vielzahl der Möglichkeiten unter Novell den Rahmen dieses Buches sprengen würde.

Eine schöne Übersicht bietet auch der dreiteilige Test im PC-Magazin 45/46/47/88.

Die wichtigsten Funktionen und Möglichkeiten sind im folgenden kurz zusammengefaßt:

### Netzwerkverwaltung

- Benutzer und Benutzergruppen hinzufügen, ändern oder löschen
- Durchführung von Konsolen-Operationen (»Virtuelle Konsole«) von jedem PC im Netz, wie z.B.:
  - Anzeige verschiedener Statistiken
  - Steuern des File-Servers (z.B. herunterfahren)
  - Überprüfung von Dateisperrungen
  - Endgültiges Löschen von Dateien
- Wechseln des Druckers und Auswahl unterschiedlicher Druckformate
- Warteschlangen-Protokoll für Druck-, Archivierungs- und Stapeljob-Server

## Abrechnung

- Einrichtungen, die dem Supervisor zur Verfügung stehen:
  - Festlegen eines Kreditlimits für jeden Benutzer
  - Überwachung des Kontostands einzelner Benutzer
  - Generierung eines Prüfpfades für die Systemnutzung
  - Tarife nach Tageszeit und Wochentag variieren lassen
  - Kriterien, nach denen die Abrechnung erfolgen kann:
    - Verbindungsdauer
    - von Platte gelesene bzw. auf Platte geschriebene Blöcke
    - Umfang der Speicherplattenbelegung

## Netzsicherheit

- Sperren von Benutzerkonten, Festlegung eines Ablaufdatums
- Paßwort-Verschlüsselung, regelmäßiger Wechsel von Paßwörtern, Mindestlänge von Paßwörtern etc.
- Einschränkung der Anmeldezeiten von Benutzern und der Arbeitsplätze, von denen aus eine Anmeldung möglich ist
- Zugriffsberechtigungen, die festlegen, auf welche Verzeichnisse der Benutzer zugreifen kann und Regelung des Zugriffs auf einzelne Dateien über Dateiattribute

Das Netware-Betriebssystem gibt es in unterschiedlichen Ausbaustufen entsprechend dem verwendeten Prozessortyp im Server und der geforderten Leistung des Benutzers:

Für kleine PC-Netze gibt es die ELS-I-Netware (Entry Level Solution Netware), welche auf vier Benutzer beschränkt ist und die ELS-II-Netware, die acht Benutzer zuläßt. Allerdings gibt es diese Netzwerkversionen nur für bestimmte LAN-Hardware.

Erst die Advanced Netware 2.x ist für größere und schnellere Netze mit bis zu 100 Arbeitsplätzen pro Server und bis zu 2 Gbyte Plattenkapazität geeignet. Erst hier können die unterschiedlichsten Netzwerktopologien und die unterschiedlichsten Herstellerkarten miteinander gemischt in einem LAN betrieben werden. Als File-Server kommen nur 16- bzw. 32-Bit-Mikroprozessorsysteme in Betracht. Advanced Netware beinhaltet alle Funktionen früherer Versionen, Advanced Netware kann zur SFT Netware erweitert werden.

Das Betriebssystem System Fault Tolerant (SFT) Netware in der Version 2.x erhöht die Zuverlässigkeit von lokalen Netzen dadurch, daß besonders empfindliche Teile wie beispielsweise die Platte des Servers oder deren Controller im System doppelt vorhanden sein können. Bei einem Plattenfehler, beim Ausfall eines Laufwerks oder Controllers oder bei einem Stromausfall bleibt die Datenintegrität im LAN erhalten. Alle Funktionen der Systemfehlertoleranz von SFT Netware arbeiten automatisch und beeinträchtigen nicht den normalen Betrieb des Netzwerks. Im Lesezugriff auf Daten können sich sogar leichte Performanceverbesserungen ergeben, da die Software auf die Platte zugreift, deren Kopf am nächsten an den Daten positioniert ist.

SFT Netware 2.1 umfaßt die Anschlußmöglichkeiten von Advanced Netware und beinhaltet sämtliche Funktionen, die in SFT Netware Level I und II eingebaut sind. SFT erstellt jeweils zwei Dateizuordnungstabellen (FATs) und Verzeichniseinträge für eine Platte und speichert sie auf verschiedenen Plattenzyklindern ab. Dieses gewährleistet die Verfügbarkeit einer Sicherungskopie der wichtigen Plattenverwaltungsdaten. Bei jedem Schreibvorgang

werden die Daten nochmals gelesen und mit dem Inhalt des Hauptspeichers verglichen. Im Falle eines Fehlers wird der defekte Block als unbrauchbar markiert und automatisch ein Ersatzblock auf der Platte benutzt. Platten können bei Bedarf »gespiegelt« werden. Jede Information wird automatisch doppelt gespeichert und untereinander verglichen. Tritt ein Lesefehler auf einer Platte auf, wird automatisch auf die andere umgeschaltet, ohne daß die Arbeit unterbrochen werden muß.

Zusätzlich ermöglicht SFT die Duplizierung von Controller, Laufwerk und Host-Schnittstelle. Beim Ausfall eines dieser Geräte erfolgt die Umschaltung und Protokollierung automatisch. Häufig angesprochene Datenbereiche werden resident im File-Server RAM gehalten (File Caching). Die Anzahl der Directory-Zugriffe wird halbiert, weil alle Directories zusätzlich im RAM gehalten werden (Directory-Caching). Durch ein schnelles Suchverfahren werden Einträge auch in großen Directories schnell gefunden (Directory Hashing). Die Schreib-/Leseköpfe werden immer nur in eine Richtung bewegt, bis sie den Plattenrand erreichen. Dabei wird der Zugriff auf Dateien nicht nach der Reihenfolge der Anforderungen erledigt, sondern nach der Reihenfolge der gefundenen Dateien (Elevator-Seeking).

Server unter Advanced Netware unterstützen bis zu 12 Mbyte Hauptspeicher und bis zu 255 Mbyte große Platten. Die üblichen DOS-Beschränkungen findet man nicht unter Novell-Netware. Bis zu 32 Platten können einem Server zugeordnet werden. Die gesamte Speicherkapazität eines Servers kann 3 Gbyte betragen. Dies läßt erkennen, warum Novell den Umstieg seiner Netzsoftware auf die Basis von OS/2 nicht unbedingt notwendig hatte.

### **Netware als Gateway zu anderen Systemen**

Netware verfügt über mehrere Möglichkeiten der Datenkommunikation mit anderen LAN-Systemen. Man unterscheidet Installationen mit einer internen Bridge, in der im Server bis zu vier unterschiedliche Netzwerkkarten eingebaut werden können, oder mit einer externen Bridge, wo ein speziell dafür installierter PC die Bridge-Funktion zu anderen LANs übernimmt. Ethernet-LANs, Token-Bus-LANs, Token-Ring-LANs, ARCNET-LANs und Local-Talk-Installationen können so zu einem einheitlichen Netz zusammengeschaltet werden.

Als Gateways zu Mainframes werden diverse Produkte für die Novell-Betriebssysteme angeboten. Sie reichen vom asynchronen Server bis hin zu externen oder internen Servern, die über Wähl-, Stand-, oder Multipoint-Leitungen mit 1200 bps bis 19.200 bps und BSC, SNA/SDLC oder X.25 Datex-P-Protokollen die Kommunikation mit dem Mainframe übernehmen. Bis zu 32 Sessions mit und ohne File-Transfer werden unterstützt. Emuliert wird im Normalfall ein 3278-Terminal und ein 3287-Drucker. Gateways werden von den Firmen Exycon, Novell, CNS, Gateway etc. angeboten.

Interessant ist der Asynchronous Communication Server (ACS). Die Software läuft dabei auf einem dedizierten PC. Bei Bedarf wird ein VT100 oder TeleVideo-925-Terminal emuliert. Bis zu 16 asynchrone Verbindungen können gleichzeitig aufgebaut werden. Es kann sowohl aus dem LAN auf eine Remote-Anwendung zugegriffen werden als auch umgekehrt von außen auf LAN-Anwendungen. Remote-Workstations, die mit dem ACS verbunden sind, können genauso arbeiten, als ob sie lokal am Netzwerk angeschlossen wären. Menüs helfen bei der Ausführung der diversen Funktionen am Gateway-Server.

Auch die APPC-Schnittstelle wird in Novell-Netzen als Zusatzprodukt unterstützt. Sie besteht aus einer Workstation- und einer Gateway-Version. Der Anschluß an IBM-Hosts ist über eine lokale IBM 3174 mit Token-Ring-Gateway-Feature oder über eine 3278-Adapterkarte möglich. In diesem Hochgeschwindigkeitsmode, der auch als Alternative zu den IBM-Lösungen angesehen werden kann, wird ein PC als Gateway definiert, der sich gegenüber der »lokalen« 3174 wie eine »remote« am Token-Ring angeschlossene 3174 verhält. Dadurch wird Hauptspeicherplatz in der eigentlichen Workstation gespart.

Schließlich hat sich Novell Mitte '89 die Firma Excelan einverleibt, einen der bekanntesten unabhängigen Hersteller von Ethernet-Boards und -Komponenten, so daß diese Produktlinie Netware »von unten« optimal unterstützen wird.

### **8.4.3 Die neueste Version NetWare V.3.0 für 386er-Server**

Mitte Mai '89 hat Novell eine Reihe neuer Produktlinien und Produkte dem Fachpublikum in Paris vorgestellt. Zum Redaktionsschluß dieser Auflage im Dezember '89 waren sie teilweise noch nicht verfügbar. Wegen des hohen allgemeinen Interesses seien die wichtigsten Eigenschaften der neuen Linien kurz vorgestellt. Es handelt sich dabei um:

- NetWare 386 v3.0
- NetWare Programmer's Workbench
- 32 Bit MicroChannel Adapter für NetWare 386
- NetWare Open Systems Architecture

Mit einer selbst für Fachleute erstaunlichen Vehemenz arbeitet Novell zur Zeit daran, Boden gegenüber dem Erzrivalen Microsoft und der Kombination aus OS/2 und LAN-Manager gutzumachen (siehe dazu auch 8.5.3). Nichts kann diese Kombination so sehr treffen wie eine gutausgebaute Unterstützung des 386-Prozessors. Und gerade die wurde in Paris angekündigt.

Erstes Element der neuen Produktfamilie ist NetWare 386 v3.0 als 32-Bit-Implementierung von NetWare im Hinblick auf die volle Ausnutzung der Leistungsfähigkeit des 386-Prozessors. NetWare 386 v3.0 basiert auf der bisherigen NetWare 386, soll aber nach Aussagen von Novell die zwei- bis dreifache Leistung bringen. Neben dieser Leistungssteigerung durch ein überarbeitetes Dateisystem sind es vor allem verschiedene Netzwerk-Management-Verbesserungen, die das Arbeiten mit der neuen NetWare angenehmer machen sollen: vereinfachte und schnellere Installation, erweiterte Datensicherheit, dynamische Konfigurierbarkeit für die Ressourcen und verbesserte Unterstützung des Drucker-Services. 250 Anwender können maximal von einem Server unterstützt werden. Damit wird zum ersten Male die Schranke von 100 Benutzern pro Server durchbrochen. Das neue Dateisystem soll bis zu 32 TByte Plattenkapazität, 4 GByte Arbeitsspeicher- und Dateigröße, 100.000 gleichzeitig geöffnete Dateien und 25.000 gleichzeitige Transaktion – Tracking-System-Übertragungen erlauben. Selbst wenn in der Praxis hiervon nur ein Zehntel genutzt werden könnte, sind dies phantastische Werte.

Einzelne Dateien können über mehrere physische Laufwerke angelegt sein. Hierdurch können im Rahmen parallelen Zugriffs auf die Segmente auf unterschiedlichen Laufwerken die Zugriffszeiten für große Dateien sichtlich gesenkt werden. Eine neue Funktion, das »dynamic resource configuration« führt automatisches Speicher-Management durch. Bei

bisherigen Versionen von Netware mußte z.B. für die Änderung von Speicher-Anforderungs-Parametern für Directory-Caching und Routing der Server heruntergefahren werden. Dies entfällt bei der neuen Version. Der Speicherplatz wird automatisch nach Verfügbarkeit und Notwendigkeit vom System dynamisch zugeteilt.

NetWare 386 v3.0 ist gemischt mit NetWare-286-Servern einsetzbar und kompatibel zu »Portable NetWare«, die im März angekündigt wurde und die NetWare-Funktionalität unter ggf. Verzicht auf Optimalität, was die Leistung angeht, unter verschiedenen Betriebssystemen wie OS/2, VMS, MVS und Unix, als Gast (Anwendung) bereitstellt.

NetWare 386 v3.0 erlaubt den flexiblen Einsatz von Treibern, sog. NetWare Loadable Modules, die die Funktionen des Betriebssystems ggf. erweitern können. Server Applikationen können auch als NLMs geschrieben werden. Auch die kompletten Server-Utilities von NetWare 386 v3.0 für die Installation, Systemüberwachung, Plattenformatierung und UPS-Überwachung sind als NLMs geschrieben.

NetWare 386 v3.0 unterstützt DOS, OS/2 und Apple Macintosh. Die Anbindung des Macintosh wird zunächst durch eine NetWare Bridge und NetWare für Macintosh realisiert. 16 verschiedene LAN-Adapter werden von NetWare 386 v3.0 unterstützt, darunter der ARCnet-Adapter, der IBM-Token-Ring-Adapter und alte und neue Novell-Adapter. Besonders sinnvoll ist der Einsatz natürlich mit dem neuen Novell-32-Bit-Adapter für den Microchannel.

Novell hat einige gute Eigenschaften des Microsoft-LAN-Managers übernommen. Paßwörter werden wie bei Microsoft verschlüsselt, bevor sie über die Leitung gehen, um das Ablesen von Benutzer-Paßwörtern am Netzwerk-Monitor zu unterbinden. Weiterhin wird es eine neue Struktur für die Vergabe von Zugriffsrechten geben.

Eine äußerst angenehme Eigenschaft von NetWare 386 v3.0 ist es, daß Dateien auf der Festplatte nicht dann gelöscht werden, wenn man das Kommando dazu gibt, sondern üblicherweise erst dann, wenn die Festplatte voll ist und das System neuen Platz braucht. Gelöschte Dateien behalten ihre Sicherheitsparameter, bis sie vollständig aus dem System entfernt werden. Dies bedeutet, daß nur berechtigte Benutzer irrtümlich gelöschte Dateien wiederherstellen und weiterverarbeiten können. Man kann heute vermuten, daß es bald möglich sein wird, mit Hilfe dieser Optionen und einem Bandlaufwerk den Dateiraum praktisch ad infinitum zu vergrößern. Was sollen auch leere Festplatten und Bänder, wenn man sie andererseits sinnvoll gegen die Vernichtung von Datenbeständen durch Unachtsamkeit benutzen kann. NetWare 386 v3.0 hat außerdem die Fault-Tolerant-Merkmale von SFT NetWare 2.15 wie Plattenspiegelung, Duplex Plattencontroller und Transaction Tracking.

Eine weitere Verbesserung, ebenfalls vom LAN-Manager abgeschaut, betrifft die Flexibilität des Pront Services. Ein Server kann nämlich jetzt nicht nur auf Drucker zurückgreifen, die unmittelbar an ihn angeschlossen sind, sondern auch auf solche, die irgendwo im Netz an anderen Servern oder sogar an Workstations angeschlossen sind. Zusätzlich wurde die Warteschlangenverwaltung um das Einstellen von Prioritäten und das Drucken auf speziellen Formularen erweitert.

Schließlich hat sich im Endsommer 89 Novell noch mit Sun Microsystems verbündet, um eine gemeinsame Basis für Remote Procedure Calls (siehe Kapitel 9) zu entwickeln. Die statistisch wichtigsten Konzepte für PC-Netze (Novell) und Workstation-Verbunde (Sun) hätten dann gegenüber Entwicklern von Anwendungsprogrammen eine gemeinsame Basis.

NetWare 386 v3.0 kann auf Standard-386-Maschinen, wie IBM PS/2, Compaq, und Kompatiblen ablaufen, die mindestens 2, besser 2,5 Mbyte Speicher haben sollten. Bestehende Benutzeroberflächen unter NetWare 286 können weiterbenutzt werden. Das Produkt soll im 3. Quartal '89 über die Distributoren verfügbar sein.

Sollte Novell diese Ankündigungen in voller Breite erfüllen, ist ein neuer Milestone im Kampf zwischen dem OS/2-LAN-Manager und Novell erreicht. OS/2 und der LAN-Manager können mit den Leistungsdaten der neuen NetWare vermutlich nicht konkurrieren. Dafür müßte ein OS/3 oder OS/2-386 her, wie man es auch immer nennen mag. Dies ist sicherlich nicht der letzte Schritt, jetzt ist Microsoft an der Reihe, der Herausforderer.

Als weitere Neuheit wurde von Novell die sog. Programmer's Workbench vorgestellt. Dies ist eine umfassende Sammlung von Werkzeugen zur Software-Entwicklung. Neben einem C-Compiler für die Entwicklung von Netzapplikationen, einer ANSI C und IEEE POSIX-»kompatiblen« (bei Novell ein sehr weiter Begriff), einem 80386-basierenden Assembler, und Netware Remote Procedure Call Tools ist vor allem NetWare v3.1 SDK, eine Entwicklungsumgebung für NetWare v3.1, von Interesse.

Über die zusätzlichen Funktionen von NetWare v3.1, die für den Endbenutzer Anfang 1990 verfügbar sein soll, schweigen sich die Annoncements leider aus. Vermutlich wird es sich hierbei vor allem um neue NetWare Loadable Modules für Protokollstacks wie X.25, TCP/IP, NetBEUI/DLC und einige ISO-OSI-Elemente handeln.

Erst kürzlich hat sich Novell den feinen Hersteller von Ethernet-Lösungen, EXCELAN, einverleibt. Novell hatte bis dahin ca. 3%, EXCELAN ca. 2% Anteil an der installierten Basis für LAN-Adapterkarten. Dieser Kauf schlägt sich offensichtlich im neuen Adapter für IBMs Microchannel nieder: Der NE/2-32 ist der erste 32-Bit-Ethernet-Adapter, der entwickelt wurde, um die Fähigkeiten der NetWare 386 v3.0 auf der IBM-Microchannel-Architektur optimal ausnutzen zu können. Der Adapter hat, schlicht gesagt, ca. 50% mehr Leistung als ein durchschnittlicher 16-Bit-Ethernet-Adapter, da die Übergabe der Daten zwischen Adapterkarte und PC-Bus ein lange bekannter Engpaß ist. Natürlich kann man in einen 386er als Server auch mehr als eine dieser Karten stecken. Als weiteren Zusatz hat Novell ein verbessertes Disk-Coprocessor-Board angekündigt, das mit dem 80186 Chip von INTEL arbeitet und einen eigenen Speicher von 64 Kbyte besitzt. Es ist vor allem bei der eingangs erwähnten Unterstützung mehrerer Laufwerke sinnvoll einzusetzen. Auch die Boards soll es im dritten Quartal geben.

Als strategische Richtlinie wurde schließlich Novells »NetWare Open Systems« vorgestellt. NetWare Open Systems beinhaltet nach Aussagen von Novell vier Schlüsselkomponenten: Server Plattformen, »Offene« Architektur, Open Protocol Technologie und NetWare Services. Als Einzelelemente geistern diese Begriffe schon seit längerem durch die Fachpresse.

Die strategischen Server-Plattformen sind Portable NetWare und NetWare 386. Diese Strategie beinhaltet also die Weiterentwicklung in zwei Richtungen: leistungsoptimierte Server mit 386- oder 486-Architektur und NetWare als einzigem Betriebssystem und funktionenorientierte Server mit NetWare als Anwendung unter einem anderen Betriebssystem. Dies ermöglicht den Benutzern eine weitestgehend freizügige Migration.

Die Offenheit der Architektur ist nicht im Sinne des ISO-Referenzmodells zu verstehen. Vielmehr basiert sie auf drei Linien: NetWare Loadable Modules, die das Einbinden von



Fremdprodukten und Applikationen vereinfachen (auch von OS/2, hier sind es die Dynamic Link Libraries, die ähnliches machen), Entwicklungs-Tools für das Schreiben netzorientierter Anwendungen und Source-Code-Verfügbarkeit (nur für Portable NetWare).

Die Open Protocol Technology soll langfristig die Einbindung folgender Protokolle in NetWare unterstützen: DOS-NCP, OS/2- SMB, Apple Talk Filing Protocol, UNIX-NFS, SPX, NetBIOS, Named Pipes (welche?), TLI, Berkeley Unix Sockets und APPC. Wie immer koexistieren bei strategischen Ankündigungen Novells Dichtung und Wahrheit, so daß wir hier nicht mehr näher darauf einzugehen brauchen.

Fazit: die handfesten 386er-Ankündigungen für NetWare sorgen für frischen Wind in der Szene und sind zu begrüßen. Sie werden sicherlich ca. Anfang 90 zu leistungsfähigen Produkten führen. Die strategischen Äußerungen sollte man wenigstens solange ins Novell-Strategie-Märchenbuch legen, bis sich, z.B. durch einen neuen Einkauf, die Marschrichtung weiter verfestigt.

## 8.5 3COMs 3+ und 3+Open

In der Bundesrepublik Deutschland hat 3+, die PC-LAN-Kommunikationssoftware der Firma 3COM des Ethernet-Erfinders Bob Metcalfe, lange Zeit ein Schattendasein gefristet, welches weder dem Produkt, noch seiner allgemeinen Bedeutung gerecht wurde. Dies lag daran, daß 3COM-Kunden bis Ende '87 keine deutsche Vertretung als Ansprechpartner hatten.

Mittlerweile ist eine ganze Menge passiert, wie z.B. die Übernahme von Bridge Comm.-Produkten durch 3COM und die enge Zusammenarbeit bei der Entwicklung des OS/2-LAN-Managers zwischen 3COM und Microsoft.

Es gibt kaum eine größere Versionenkluft als zwischen der zugegebenermaßen eher bescheidenen Grundversion von 3+ und dem heutigen mächtigen Konzept 3+Open, welches den OS/2-LAN-Manager als Kern besitzt und damit auch DOS-PC-LANs die OS/2-Welt relativ einfach erschließt.

### 8.5.1 Die grundlegenden Eigenschaften von 3+

3+ basiert wie die meisten anderen Produkte außer Netware auf Microsoft Networks. Es gibt jedoch erhebliche Modifikationen gegenüber der Ursprungsversion, da die Performance-Probleme, die MS-NET hat, bekannt waren. Diese Verbesserungen betreffen den Plattenzugriff und das Internetworking.

Das 3+-Betriebssystem besteht aus vier wesentlichen Komponenten:

- MS-DOS 3.1
- dem Microsoft Redirector
- der 3+-File-Server-Software und
- dem Concurrent-Input/Output-System CIOSYS, einem DOS-Emulationskern

Bezogen auf die Workstations funktioniert die 3+-Software ähnlich wie das IBM-PCNP. Alle Anwendungen werden durch DOS bearbeitet. DOS gibt alle Anfragen an den Redirector weiter, der sie entweder über eine spezielle Menge von Protokollen (MINDS) oder NETBIOS weiterbearbeitet.

MINDS bedeutet MS-DOS Internal Network Driver Scheme und entspricht dem XNS (Xerox Networking System). Es verbessert insbesondere die Fähigkeiten des Systems beim Zusammenwirken mit anderen Netzwerken.

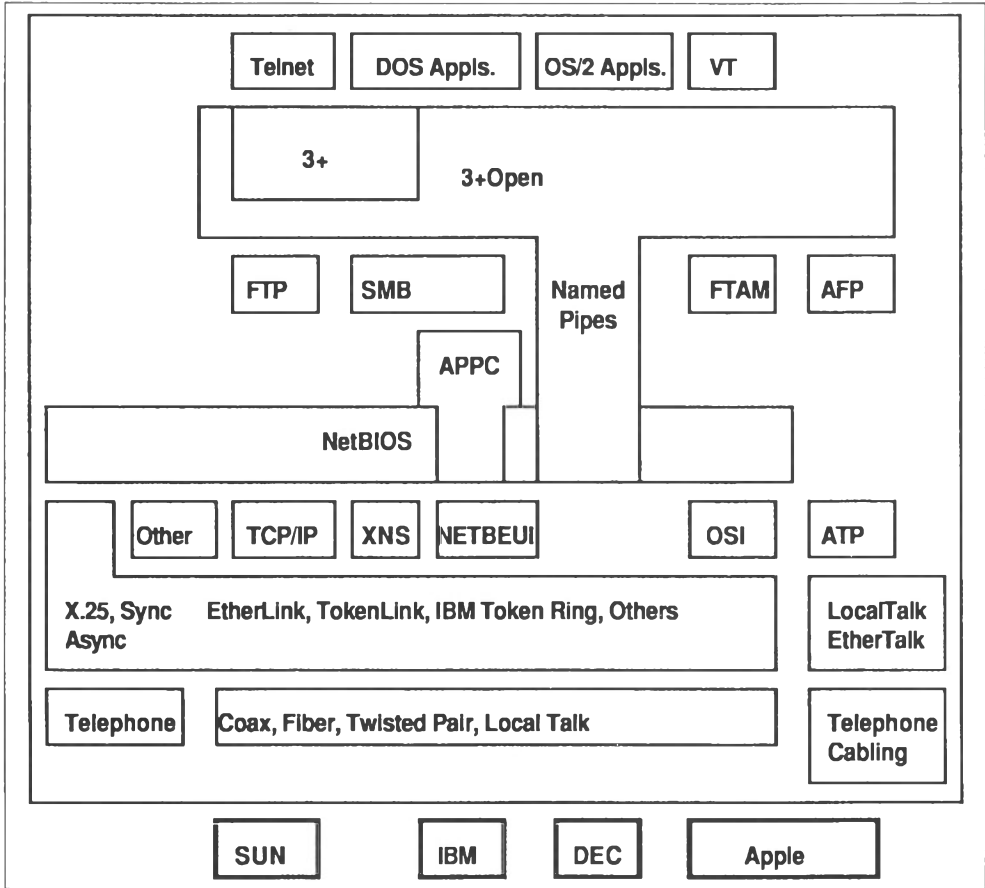


Bild 8.17: Die Welt von 3+ und 3+Open

PCNP bezieht seine hauptsächlichen Probleme daraus, daß der File-Server auch unter DOS läuft. 3COM vermeidet dieses Problem durch einen eigenen Treiber für den File-Server, CIOSYS. Dieser ist konkurrent und kann somit mehrere Aufgaben gleichzeitig erledigen. Es besteht aus einem reentranten Funktionsverzeichnis, einer Menge von Prozessen, die für die Plattenoperationen zuständig sind und einem BIOS-Front-End, der DOS und CIOSYS davon abhält, gleichzeitig BIOS aufzurufen. Wird ein Server auch als Workstation benutzt, emuliert CIOSYS DOS für den Benutzer. Nachteilig ist jedoch, daß CIOSYS seine Konkurrenz nur dann ausnutzen kann, wenn als Platte entweder eine interne Platte des IBM-AT oder spezielle 3COM-Geräte benutzt werden.

Zusätzlich zu der 3COM-ETHERlink-Hardware soll 3+ auch noch den IBM Token-Ring, das AT&T STARLAN und AppleTalk unterstützen. AT&T hat 3+ bereits unter der Bezeichnung »PC 6300 Network Program« implementiert.

Die 3+-Software unterstützt momentan nur das Zusammenwirken von verschiedenen ETHERlink-Systemen, nicht jedoch Brücken zu anderen Netzwerken.

Die 3+-Software verwendet ähnliche Sicherungsmaßnahmen wie das IBM-PCNP. Ein Benutzer kommt mit einem Benutzernamen und einem Paßwort in das System. Jeder, der dieses Paar kennt, kann also im System zugreifen. Jede Ressource hat einen Namen, dem man zusätzlich ein Paßwort zuordnen kann. Über ein Link-Kommando kann man die Benutzung der Ressource vorbereiten.

Eine File-Server-Maschine ist nicht extra geschützt. Wenn man physikalischen Zugriff zu einer solchen Maschine hat, kann man alle Daten über die üblichen DOS-Kommandos lesen und modifizieren.

3+ unterstützt den »Protected Mode« der 80286-Maschinen nicht. So bleibt der Adreßraum auf 640 Kbyte RAM und 70 Mbyte Plattenspeicher beschränkt. Will man den »3Server«, eine spezielle Maschine benutzen, so kann der RAM-Adreßbereich auf 1 Mbyte erhöht werden.

## 8.5.2 Die aktuelle Version: 3+Open mit dem LAN-Manager

Eigentlich ist es eine starke Untertreibung, hier von einer aktuellen »Version« zu sprechen. 3+Open ist eine faktisch neue Kommunikationswelt mit sanftem Übergang zwischen DOS, OS/2 und Unix. Erreicht wird dieser Übergang durch den überaus wichtigen LAN-Manager.

Der LAN-Manager wurde von Microsoft gemeinsam mit 3COM entwickelt. Aber nicht nur diese zwei Firmen, sondern auch eine große Anzahl anderer Hersteller, einschließlich IBM, machen den LAN-Manager zur Basis der zukünftigen Netzwerkentwicklung.

Der LAN-Manager wurde im Zusammenhang mit OS/2 geschaffen, um die Single-User/Multitasking-Umgebung eines OS/2-Systems zu einer Multiuser/Multitasking-Umgebung vernetzter OS/2-Systeme zu erweitern.

Es gibt vom gleichen Autor im gleichen Verlag ein Buch über »Kommunikation unter OS/2«, welches die kommunikationstechnischen Aspekte dieses Betriebssystems ausführlich darstellt, wobei der LAN-Manager einen relativ breiten Raum einnimmt. Daher werden wir hier die wichtigsten Aspekte kurz subsumieren. Für weitere Einzelheiten wird auch auf das OS/2-Kapitel dieses Buches verwiesen.

Der LAN-Manager ist die Grundlage für Netzanwendungen und erweitert OS/2-Dienste auf die Netzumgebung. Hierdurch wird eine Multiuser-Umgebung geschaffen, zu deren Verwaltung es zusätzlicher Mechanismen bedarf. Letztlich stellt der LAN-Manager also ein vollständiges API für die Netzumgebung bereit. Dies bedeutet, daß einerseits alle Befehle, die in OS/2 die Bezeichnung DOS.xxxxx haben, wie DOS.Open, DOS.Close ..., uneingeschränkt in der Netzumgebung arbeiten können, und es eine zusätzliche Reihe von Befehlen gibt, die mit Net.xxxx bezeichnet werden und für Netzverwaltung, Schutzfunktionen und weitere netzspezifische Aufgaben benutzt werden können.

Der Kern des LAN-Managers ist die Multitasking-Erweiterung für den Redirector. Ein Redirector in der DOS-Umgebung kann zu einer Zeit nur einer Aufgabe nachgehen. In

einer Multitasking-Umgebung ist es erforderlich, daß jede der quasiparallel laufenden Tasks in Abhängigkeit von der Anwendung, die sie unterstützt, Zugriff zu einem oder mehreren Servern hat. Der Redirector muß also quasiparallelen Zugriff auf mehrere Server von mehreren Tasks aus realisieren können.

Die konzeptionell wesentlichste Erweiterung ist der Remote Procedure Call (RPC), ein aus der Großrechner- und Workstation-Welt äußerst mächtiges Konzept zur Unterstützung Verteilter Anwendungen, welches hier – von wenigen Ausnahmen einmal abgesehen – zum ersten Mal auf breiter Front für die PC-Umgebung verfügbar gemacht wird.

Darüber hinaus gibt es noch eine Menge nützlicher Kleinigkeiten, wie die Möglichkeit, auf jedem Server zur Automatisierung von Vorgängen, wie z.B. dem Backup, eine Zeittabelle einzurichten (ähnlich dem Xenix »at«-Kommando) und die Möglichkeit, Schnittstellen eines Servers zu einem Ressource-Pool zusammenzuschalten, was ebenfalls bereits aus anderen Netzen bekannt ist.

Die User in einer OS/2-LAN-Manager-Umgebung können zu Usergruppen zusammengefaßt werden, wobei ein User durchaus mehreren Gruppen angehören kann, ein Feature, welches auch bei Netware und 3+ zu finden ist. Jeder User muß sich zur Benutzung von Diensten bei einem Server einloggen. Sobald die Verbindung zum Server (Session) steht, kann er im Rahmen seiner ihm verliehenen Rechte auf die Services zugreifen.

Verschiedene Privilegstufen geben an, ob ein Benutzer administrative Befugnisse hat, ein normaler Benutzer oder nur ein Gast ist. Das Sicherheitssystem basiert auf einem System von Zugriffskontroll-Listen, die für eine Reihe von Betriebsmitteln wie Verzeichnisse, Dateien, Printschlangen, I/O-Geräte usf. bestimmt, wer mit welchen Rechten auf diese Betriebsmittel zugreifen darf.

Es soll volle Kompatibilität zwischen dem OS/2-LAN-Manager, dem MS-Networks/PC-LAN und Xenix-Networks geben. OS/2, DOS 3.x oder Xenix-Stationen können OS/2, DOS 3.x oder Xenix-Server benutzen. LM/X bringt den LAN-Manager und seine volle Funktionalität auf Unix-Maschinen. Schließlich ist es geplant, für weitere Betriebssysteme Server zu schreiben, die dem LM/X ähnlich sind. All dies sollte nicht darüber hinwegtäuschen, daß OS/2 und UNIX mit allen Mitteln um die Gunst des Publikums wetteifern. Immerhin ist es tröstlich, daß der LAN-Manager eine stabile Brücke zwischen diesen Systemen bauen kann.

**Für den DOS-PC-LAN-Besitzer und -Benutzer ist es nun sehr wesentlich, zu wissen, daß er die allermeisten dieser Features des LAN-Managers auch schon dann nutzen kann, wenn er einen Server unter OS/2 betreibt und die Workstations wie bisher unter DOS. Diese Konfiguration wird in nächster Zukunft die sein, die man am häufigsten vorfindet.**

Der LAN-Manager-Requester unter DOS ist also ein Stück Software, welches es vernetzten DOS-Systemen erlaubt, die Dienstleistungen eines OS/2-Servers mit dem LAN-Manager zu benutzen.

3+Open ist das erste für Endkunden verfügbare Produkt auf Basis des LAN-Managers. Es reichert die Fähigkeiten des LAN-Managers mit zusätzlichen Produkten an, die zum einen dem Übergang zwischen 3+ und 3+Open dienen und zum anderen sowohl dem Netzwerkbenutzer als auch dem Netzwerkmanager das Leben erleichtern.

Die 3COM-3+Open-Produktlinie legt vor allem Wert auf eine noch größere Kompatibilität zu anderen Netz-Produkten in Hard- und Software, als dies ohnehin durch den LAN-Manager schon vorgegeben ist. Dies betrifft vor allem die Integration von 3+-Produkten für die DOS-Umgebung.

Wichtige Tools für die Netzwerkverwaltung sind 3+Open LAN View und 3+Open LAN Secure.

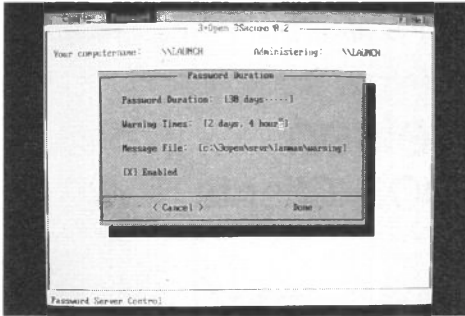


Bild 8.18: 3+Open LAN View

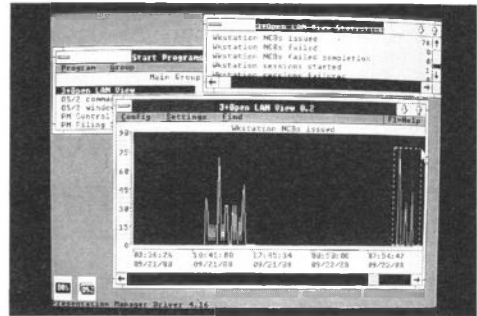


Bild 8.19: 3+Open LAN Secure

3+Open LAN View beruht auf dem OS/2-Presentation-Manager (für den Benutzer dem Microsoft Windows sehr ähnlich, jedoch durch Multitasking unterstützt). Mithilfe des LAN View können Statistiken über Leistung, Belastung und Sicherheit im Netzwerk optisch dargestellt werden. Weiterhin gibt LAN-View-Unterstützung bei Fehlererkennung und Fehlerbehebung. Durch ein Standard-Datenaustauschformat werden Verbindungen zu bekannten Anwendungsprogrammen, wie 1-2-3, dBase III und Excel hergestellt.

3+Open LAN Secure bietet zusätzliche Sicherheit in der Paßwort- und Ressourcenverwaltung. Der Netzwerk-Verwalter kann sich sein eigenes Kontrollsystem entwerfen. 3+Open LAN Secure protokolliert alle Netzwerk-Zugänge und schafft erweiterte Möglichkeiten der Analyse und Archivierung der Netzwerk-Betriebsprotokolle. Mit diesen beiden Werkzeugen wird die Verwaltung der Netze und die Sicherheit für Anwenderdaten zusätzlich erhöht.

Alles in allem bietet 3COM hiermit eine äußerst breite Plattform für vernetzte Anwendungen an. In naher Zukunft wird man noch mehr Wert darauf legen, daß 3+Open leicht in die IBM-Welt zu integrieren sein wird. So wurde z.B. die Unterstützung von NetView angekündigt, die zwar zunächst nur so aussieht, daß das LAN-Management dem NetView Informationen zuspießt, aber immerhin die heutige Situation völlig übertragt.

Es gibt eine Reihe funktionaler Vergleiche zwischen 3COM und Novell-Netzbetriebssoftware, aber sie kommen jeweils von dem einen oder dem anderen Hersteller und sind daher nur mit Vorsicht zu betrachten. Außerdem kann sich von heute auf morgen ergeben, daß eine Eigenschaft, die bisher nicht verfügbar war, verfügbar ist und daß andere Funktionen uninteressant werden.

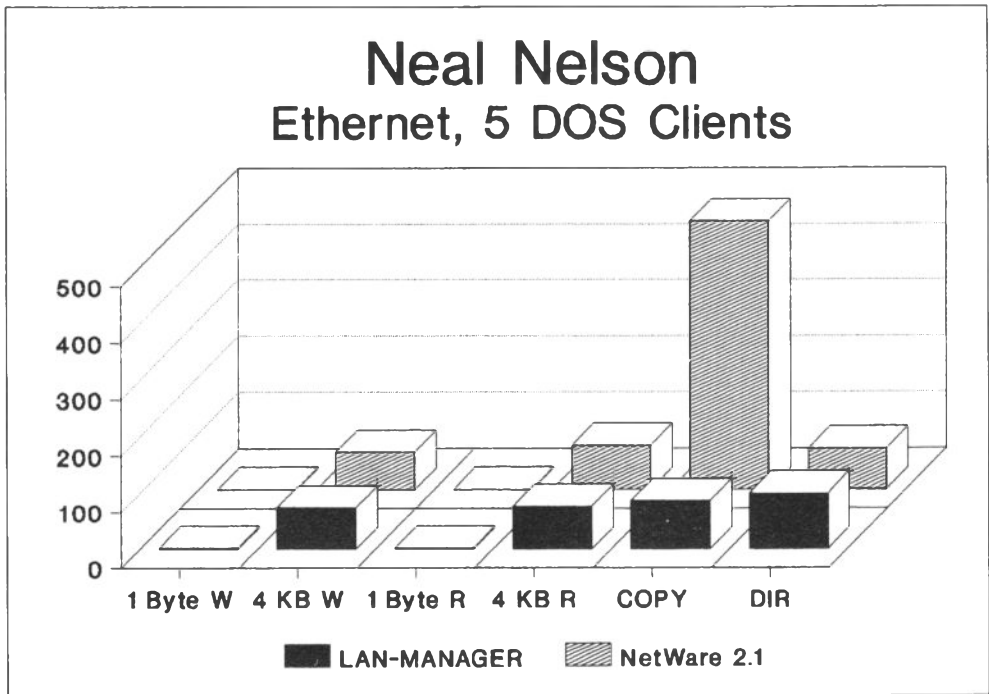
Interessant sind aber die Ergebnisse eines unabhängigen Testinstituts, bei dem Netware und der LAN-Manager auf dem Prüfstand standen.

### 8.5.3 Netware gegen LAN-Manager

Ein unabhängiges Institut (Nelson Associated) hat die Leistung des OS/2-LAN-Managers in Vergleich zur Leistung von Novells Netware 2.1 gesetzt.

Nelsons Tests bestanden aus Elementen, die netzspezifische Operationen wiedergeben und solchen, die weithin populäre Standardsoftware auf dem Netz berücksichtigen.

Die LAN-Benchmark-Tests wurden auf identischen LAN-Konfigurationen durchgeführt, die aus einem Compaq 386/20 mit 5 Mbyte und einer 60 Mbyte Platte (dem Server) und fünf IBM 8 MHz PC/ATs mit 3 Mbyte Speicher und 30 Mbyte Platte (die Clients) bestand.



Die Tests wurden sowohl auf Token-Ring- als auch auf Ethernet-LANs ausgeführt. Die Ethernets benutzten 3COM EtherLink II Netzwerk-Interface-Karten, während die Token-Ringe den IBM-Token-Ring-Adapter-II und eine IBM-kompatible NETBEUI/DLC Transportschicht realisierten. Insgesamt wurden jeweils für den OS/2-LAN-Manager und Novells Netware sechs Testsessions durchgeführt:

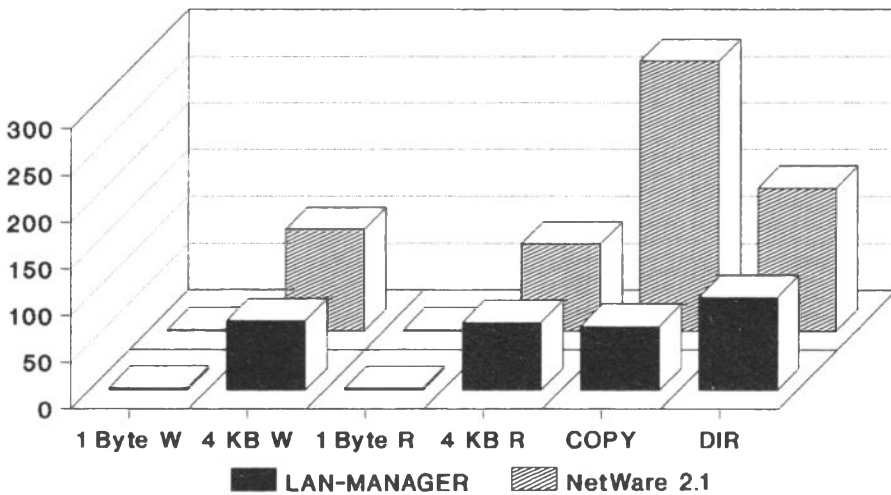
- Ethernet mit einem einzelnen DOS-Client
- Ethernet mit fünf DOS-Clients
- Token-Ring mit einem einzelnen DOS-Client
- Token-Ring mit fünf DOS-Clients
- Token-Ring mit einem einzelnen OS/2-Clients
- Token-Ring mit fünf OS/2-Clients

Der Schwerpunkt der Tests lag also noch nicht einmal auf einer reinen OS/2-Umgebung, sondern vielmehr auf dem sicherlich in der näheren Zukunft viel häufiger anzutreffenden Gemisch von DOS und OS/2. Ethernet- und OS/2-Clients wurden nicht gemessen, weil die entsprechenden OS/2-LAN-Manager-Vorversionen die Karten nicht unterstützten. Zu weiteren Einzelheiten des Tests siehe [NEL 88].

In den DOS-Client-Tests ist Netware bei den Microtests nur dann schneller, wenn wenige Daten übertragen werden. Dieses Verhalten der besonders hohen Geschwindigkeit bei kleineren Datenmengen wurde auch schon bei früheren Tests in völlig anderen Umgebungen festgestellt. Es ist netzunabhängig und dadurch zu erklären, daß das Zusammenspiel zwischen Netware-Clients und Server einen recht geringen Overhead hat. Bei größeren Datenmengen macht der OS/2-Server offensichtlich extensiven Gebrauch vom Cache-Speicher und eventuell vom Multitasking. Dies erklärt auch den OS/2-LM-Vorsprung beim COPY-Kommando. Ziemlich überraschend ist das Ergebnis beim Bridge-Test, weil das IBM-Bridge-Programm nicht gerade als Performance-Herkules bekannt ist. Offensichtlich hat hier die insgesamt geringe Last der LAN-MANAGER-Umgebung geholfen.

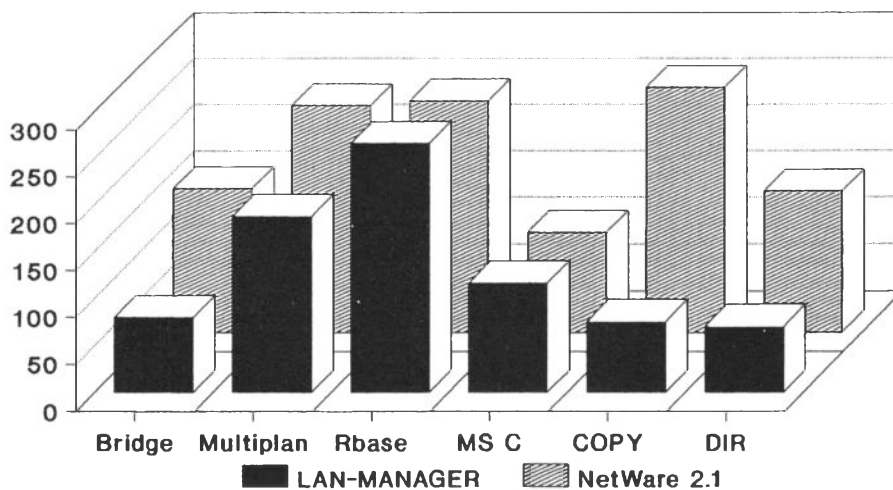
Insgesamt gesehen ist der Test sicherlich Anlaß genug, noch ernsthafter über den Einsatz des OS/2-LAN-MANAGERS nachzudenken. Die Anwendungstests sind leider etwas nichtssagend. Insgesamt macht der LAN-MANAGER in der betrachteten Umgebung noch keinen Gebrauch von seinem stärksten Konzept, dem Remote Procedure Call. Anwendungen, die mit diesem Konzept umgeschrieben werden, können noch wesentlich schneller werden als bisher.

## Neal Nelson Token Ring, , 5 DOS Clients



## Neal Nelson

### Token Ring, , 5 OS/2 Clients



## Neal-Nelson-Tests

### weitere Erläuterungen

1 Byte W: 1000 sequentielle Schreibvorgänge pro Client

1 Byte R: 1000 sequentielle Lesevorgänge pro Client

4 Kbyte W: 500 sequentielle Schreibvorgänge pro Client

4 Kbyte R: 500 sequentielle Lesevorgänge pro Client

COPY 46 Dateien mit Gesamtgröße 932.000 Byte vom Server zu einer RAM-Disk des Clients und zurück

DIR fünfzigmal hintereinander DIR mit je drei verschiedenen »wild card«-Parametern, die zu 100%, 10% und 0% Auswahl der Namen führten

WORD PROCESSING : MS Word und Epsilon

SPREADSHEET : L 1-2-3 und Multiplan

DATABASE : Dbase und Rbase

C : Kompilationsvorgang

**Bild 8.20:** Einige Einzelergebnisse der Nelson-Tests



## 8.6 Weitere PC-LAN-Betriebssoftware und Server-Pakete

Novell, IBM und 3COM machen zur Zeit den Markt für PC-LAN-Betriebssoftware fast völlig unter sich aus. Selbst wenn Novell Anteile an die beiden verliert, womit in naher Zukunft zu rechnen ist, wird sich an der Gesamtübermacht mittelfristig wohl kaum etwas ändern.

Im restlichen Segment ist vor allem die TCP/IP-Protokollfamilie, die wir im nächsten Abschnitt besprechen, von großer Bedeutung. Darüber hinaus gibt es jedoch noch eine Reihe weiterer Konzepte, die vielleicht in Zukunft entweder für eine spezielle Klasse von Anwendungen oder durch Änderungen der Gesamtkonstellation (es reicht z.B. oft ein saftiger Öffentlicher Auftrag, um die Gesamtkonstellation zugunsten eines Herstellers zu verschieben) Bedeutung erlangen werden. Wir wollen sie in diesem Abschnitt kurz besprechen.

### 8.6.1 VINES von Banyan

Basierend auf den Grundgedanken einer hohen Konnektivität für Servermaschinen *auf verschiedenen Netzen* hat Banyan das Virtuelle Netzwerk System (VINES) aufgebaut. Die meisten LAN-Konzepte benutzen als Server Microcomputer wie XT- oder AT-basierte Maschinen. Banyan benutzt als Server einen 32-Bit-Unix-Supermikro mit einer ausbaubaren RAM-Kapazität von bis zu 3 Mbyte und einem Plattenspeicher von 160 Mbyte, optional ist ein Backup-System mit ebenfalls 160 Mbyte. VINES ist im Banyan Server imple-

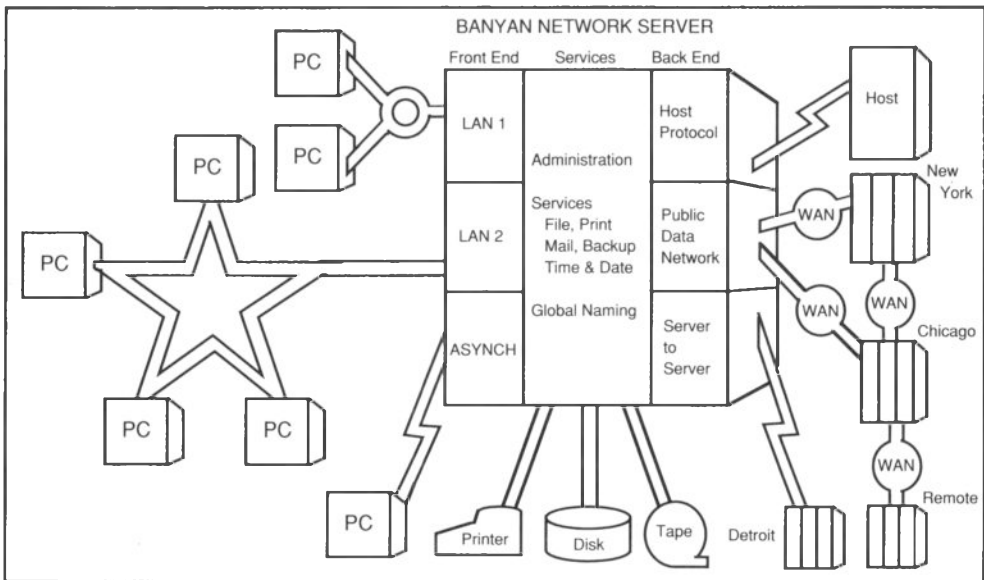


Bild 8.21: Der Banyan Network Server und VINES

mentiert. Es handelt sich hierbei im Grunde um einen Multi-LAN-Server, der Standardfunktionen wie File-Transfer und Gateway-Funktionen zu Host-Rechnern erfüllt, dessen echte Leistungsfähigkeit aber erst in größeren Arealen, in denen ein oder mehrere LANs innerhalb einer Abteilung oder zwischen verschiedenen Gebäuden laufen, zum Ausdruck kommt.

Der Multi-LAN-Server unterstützt gleichzeitig bis zu vier verschiedene LANs und teilt sich in die Funktionsgruppen »Front End« für die Unterstützung diverser LANs, »Services« für die Dienste-Nutzung von den Arbeitsplätzen und »Back End« für die Anbindung an Großrechner.

Mit Release 1.3 werden dem Benutzer eine Reihe von zusätzlichen Funktionen an die Hand gegeben, außerdem wird die mögliche Palette von unterstützten LANs weiter ausgebaut.

Ganz unterschiedlich zu den Produkten des Mitbewerbs ist die Realisierung von Sicherheitsfunktionen realisiert. StreetTalk ist ein Verzeichnissystem, welches Informationen über alle Betriebsmittel im gesamten unter VINES verwalteten Netzverbund bereitstellt. Es ist jedoch selbst verteilt realisiert, so daß niemand im Netz die vollständige Information speichert. Der Ausfall eines Geräts führt somit nie zur Nichtverfügbarkeit der infrastrukturellen Information. Banyans-Vanguard-Sicherheitssystem ist aus eben diesem Grunde ebenfalls völlig verteilt. Für jeden Eintrag in StreetTalk enthält es Informationen darüber, wer in welchem Maße zum Zugriff auf das betreffende Betriebsmittel autorisiert ist und erlaubt die Verbindung zu diesem Betriebsmittel nur nach entsprechender Autorisation. Bidirektionale LOGINS zwischen StreetTalk und Vanguard schützen vor sogenannten »Trojanischen Pferden«, die sonst gerne dazu benutzt werden, Sicherheitssysteme zu durchbrechen. Sie bestehen aus einem Stück Programcode, welches in ein System eingeschleust werden kann und einem unberechtigten Benutzer den Zugang zu den Betriebsmitteln verschafft.

Banyan konnte für das elegante Netzwerksystem VINES jüngst eine Reihe von Aufträgen amerikanischer Bundesbehörden erzielen. Derartige Aufträge haben früher schon anderen Firmen geholfen, so konnte die Firma SUN mit ihrem, zum PC-LAN-Konzept alternativen Workstation-Konzept 1988 erstmals die Milliarden-Umsatzhürde überwinden.

## **8.6.2 Tapestry von Torus**

Torus Systems sieht ebenfalls im LAN-Manager die zukünftige Basis für sein Netzwerksystem Tapestry. Dies erlaubt Torus, sich ganz auf die Dinge zu konzentrieren, die dieser Firma wesentlich erscheinen, wozu vor allem die leichte Benutzbarkeit des Systems gehört. Tapestry hat ein einheitliches Benutzerinterface, basierend auf Icons. Diese Icons repräsentieren Schränke für Ordner, Drucker, Anwendungen, Ein- und Ausgangsbriefkästen und Kommunikationsmöglichkeiten. Tapestry ermöglicht es, diese Icons für fortgeschrittene Benutzer durch Standardmenüs zu ersetzen. Außerdem kann man Befehle nach dem DOS-Prompt ausführen.

## **8.6.3 TOPS**

TOPS, ursprünglich von Sun Microsystems entwickelt, hat den Ruf, von den Benutzern gemocht zu werden. Dies ist durch die gleichzeitige Unterstützung von IBM-PC-Kom-

patiblen und Macintoshs bei sehr hoher Benutzerfreundlichkeit zu erklären. In TOPS haben PCs und Macs gleichberechtigten Zugriff auf Betriebsmittel wie Drucker, Dateien und Gateways zu anderen Rechnern. Jeder Mac und PC am Netz kann Server oder Workstation werden.

Eine typische Operation in einem TOPS-Netz könnte wie folgt aussehen: Ein Mac-User zieht sich eine Lotus-1-2-3-Datei vom PC auf den Mac. Der Benutzer könnte diese Datei z.B. in einem Excel-Spreadsheet-Programm weiterverarbeiten und die grafischen Fähigkeiten des Macs zur weiteren Anreicherung des Dokuments nutzen.

Andere Alternativen zur »PC-Mac-Kopplung« gibt es bei Apple, 3COM und Novell. Apple läßt allerdings gerne andere auf AppleTalk hinarbeiten, anstatt selbst Brücken zum PC zu suchen. TOPS wird in der Bundesrepublik Deutschland von Markt&Technik vertrieben.

## 8.7 Die TCP/IP-Protokollfamilie des Department of Defense

Die TCP/IP-Protokollfamilie ist die älteste herstellerneutrale vollständige Lösung für die Kommunikation heterogener Geräte und wurde vom DoD in den USA als Standard-Protokollmenge entworfen. Im schon legendären ARPANET kamen diese Protokolle, damals noch auf Host-Basis, zuerst zum Einsatz. In den vergangenen Jahren hat man oft geglaubt, daß die Standardisierung auf Basis des ISO-Referenzmodells schnellere Fortschritte machen würde. Aber schließlich mußte man auch für die PCs die TCP/IP-Protokolle wieder »ausgraben«, da ISO-basierte Lösungen zu komplex erscheinen. TCP/IP hat heute ein erstaunliches Revival.

In den USA benutzen inzwischen große Rechnernetze wie das ARPANET oder das CSNET diese Protokolle. Die Protokolle sind für fast alle bekannten DV-Systeme verfügbar. Für den IBM-PC werden diese Protokolle beispielsweise von EXCELAN oder dem MIT angeboten. Für Minis mit Berkeley-Unix-Betriebssystem sind die Protokolle bereits Bestandteil des Betriebssystems. Auch für das IBM-6150-System oder /9370 sind die TCP/IP-Protokolle verfügbar.

TCP/IP-Protokolle decken die Ebenen 3 bis einschließlich 7 des ISO-Referenz-Modells ab. Das Internet-Protokoll (IP) ist für das Routen der Daten zwischen DV-Systemen sowie das Weiterreichen der Daten nach dem »Store and Forward«-Prinzip zwischen mehreren DV-Systemen zuständig. Das Transport Control Protocol (TCP) macht die eigentlichen Anwendungen unabhängig vom verwendeten Netzwerk und übernimmt die Kontrolle und Synchronisierung des Datenflusses entsprechend den »OSI Level 4 Class 4«-Protokollen. Für die Anwendungen des Benutzers stehen drei weitere Protokolle zur Verfügung:

TELNET ist ein sogenanntes Virtual Terminal Protocol und zum Beispiel als virtuelle Maschine unter VM realisiert. Es erlaubt dem Benutzer an einem 3270-Bildschirm den Zugriff im Dialog auf irgendein angeschlossenes System eines beliebigen Herstellers, sofern diesem ebenfalls die entsprechenden Protokolle implementiert werden. Andererseits kann auch von Terminals an diesen Systemen oder von PCs auf das Dialogsystem unter VM (CMS) direkt zugegriffen werden, allerdings nur im zeilenorientierten Mode, wenn es

sich nicht wiederum um ein VM-System handelt. Für Unix-Systeme wurde allerdings ein 3270-Emulationsprogramm erstellt, das auch den bildschirmorientierten Dialog mit einem IBM-Mainframe ermöglicht.

Das FTP-Protokoll (File Transfer Protocol), erlaubt die Manipulation von Daten und Dateien auf einem anderen DV-System oder PC. Unter Manipulation werden Dienstleistungen wie

- das Listen von Dateien oder Dateiverzeichnissen,
- das Umbenennen, oder Löschen von Dateien,
- Datei-Transfer von und zum anderen DV-System,
- Statusinformationen

verstanden.

Als drittes Protokoll ist ein Mail Transfer Protocol realisiert (SMTP). Dieses Protokoll erlaubt das Versenden von Briefen und Nachrichten an einzelne Benutzer oder an Benutzergruppen. Der Benutzer kann den Weg seiner Nachricht durch das Netz bei Bedarf festlegen. Unzustellbare »Post« wird automatisch an den Absender zurückgeschickt.

TCP/IP-Protokolle sind nicht nur für LAN-Hardware geeignet, sondern werden genauso in öffentlichen Netzen eingesetzt. Auch wurden die TCP/IP-Netze nicht nur auf Ethernet-Basis installiert, sondern beispielsweise auch auf Token-Ring-LANs wie PRONET oder IBM-Token-Ring-Netzwerk.

Das TCP kommuniziert mit Benutzern oder Applikationsprozessen der höheren Ebene und mit dem Internet-Protokoll. Das Interface zwischen der höheren Ebene und TCP besteht aus mehreren Funktionsaufrufen (open connection, close connection, receive und send data). TCP kann asynchron mit den Anwendungsprogrammen kommunizieren. Interfaces können relativ frei an das jeweilige Betriebssystem angepaßt werden. Es werden nur minimale Anforderungen an die Funktionalität dieser Schnittstelle gestellt. Das Interface zwischen TCP und Lower-level-Protokollen ist im wesentlichen nicht spezifiziert, mit der Ausnahme, daß angenommen wird, daß ein Mechanismus zum asynchronen Austausch von Informationen existiert. Im allgemeinen wird hier, wie schon erwähnt, das IP-Protokoll verwendet.

TCP bietet die Funktionen Basic Data Transfer, Zuverlässigkeitssicherung, Flow Control, Multiplexing, Connections, Precedence und Security.

TCP kann einen kontinuierlichen Datenstrom austauschen, in dem Daten in Segmente verpackt werden. Die Größe dieser Segmente wird zwischen den TCPs festgelegt. Zur Sicherstellung für die höhere Ebene, daß alle Daten wirklich direkt bis zum Endpunkt übertragen werden, wurde die Push-Funktion eingebaut. Wenn der Empfänger-TCP das Push sieht, kann er die Daten dem Empfänger als »komplett übertragen« übergeben. Das TCP hat Sicherungsmechanismen für Daten, die zerstückelt, verloren, dupliziert, außerhalb der Reihenfolge etc. vom Internet-Kommunikations-System kommen. Jedes Segment erhält eine Sequenz-Nummer und muß vom Partner-TCP bestätigt werden. Falls diese Bestätigung nicht innerhalb eines vorgegebenen Zeitintervalls kommt, wird das Segment erneut übertragen. Der Empfänger bringt anhand der Sequenznummer die Pakete in die richtige Reihenfolge und entfernt Duplikate. Eine CRC-Überprüfung verhindert fehlerhafte Segmente. Die Flußkontrolle entspricht der Fenster-(Window-)Technik bei X.25. Die Flußkontroll-Mechanismen erfordern die Initiierung und Aufrechterhaltung von Status-

informationen über den Datenfluß. Die Kombination dieser Informationen, einschließlich Adressen, Sequenz-Nummer und Fenstergrößen wird »Connection« genannt. Diese Connection muß bei Initiierung einer Kommunikation aufgebaut und nach Beendigung wieder abgebaut werden. Die Informationen darüber werden im Transmission Control Block festgelegt. Ein Hand-shake-Mechanismus mit zeitabhängigen Sequenznummern wird benutzt, um fehlerhafte Connection zu vermeiden. Die Verbindung kann duplex betrieben werden. TCP unterstützt mehrere Adressen oder Ports im Host, um die gleichzeitige Kommunikation mehrerer Applikationen zu ermöglichen. Zusammen mit der Netzwerk- und Host-Adresse vom Internet Communication Layer identifizieren sie eindeutig jede Verbindung. Das TCP-Benutzerinterface unterstützt folgende Benutzeraufrufe:

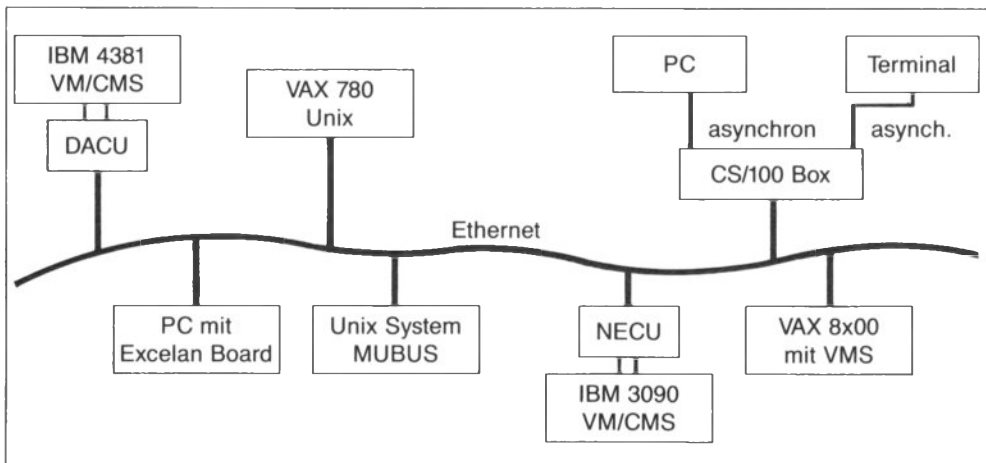
- OPEN oder CLOSE eine logische Verbindung
- SEND oder RECEIVE Daten
- STATUS Informationen

Das TCP-Internet-Interface unterstützt Aufrufe zum Senden und Empfangen von Datenpaketen für andere TCP-Module. Diese Aufrufe benutzen Parameter für die Adresse, den Service-Typ, Datenschutz und ähnliche Kontrollinformationen.

Wir wollen an dieser Stelle ein Beispiel zeigen, wie diese Protokolle verwendet werden können, um Rechner unterschiedlichster Hersteller miteinander zu verbinden, und welche Möglichkeiten die Benutzer zur Kommunikation haben.

Die folgende Konfiguration zeigt Rechner verschiedener Hersteller, die miteinander kommunizieren sollen.

Für jedes Produkt eines DV-Herstellers sind häufig unterschiedliche Hard- und Software-Lösungen erhältlich. IBM-Mainframes können beispielsweise über die IBM 7170 (DACU), über die Nixdorf Ethernet Control Unit (NECU) oder über die Spartacus Box (K200) an Ethernet unter Nutzung der TCP/IP-Protokolle angeschlossen werden. Software ist von IBM oder der Universität Wisconsin erhältlich.



**Bild 8.22:** TCP/IP-Umgebung

IBM-PCs können über Excelan-Hard- und -Software, über 3COM-Hardware mit MIT-Software etc. an Ethernet angeschlossen werden. Für VME-Systeme, Unibus-Systeme, Multibus, Q-Bus ist Hard- und Software von Excelan erhältlich.

Welche Möglichkeiten hat nun ein IBM-PC-Benutzer oder ein Benutzer an einem IBM-3270-Endgerät, mit den anderen Systemen zu kommunizieren.

Fangen wir mit dem Benutzer eines 3270-Endgeräts (oder kompatibel) an. Zuerst kann er im Dialog mit Hilfe von TELNET auf andere am Ethernet angeschlossene IBM Mainframes mit VM/CMS-Betriebssystem zugreifen. Die Unterstützung erfolgt im 3270-Mode, also mit Full Screen Support. Andererseits kann er auf jedes andere System von seinem 3270-Arbeitsplatz aus beliebig zugreifen, beispielsweise auf ein DEC-System unter VMS oder ein Unix-System. Vorausgesetzt wird natürlich, daß er entsprechend autorisiert ist. Da die Tastatur eines IBM-Bildschirms einige Funktionen nicht bietet, die von manchen Zielsystemen erwartet werden, zum Beispiel die `CTRL`-Taste, wird diese durch ein Ersatzzeichen dargestellt. Per Tastendruck kann in den TELNET-Mode gewechselt werden, der zusätzliche Steuer- und Help-Funktionen bietet.

Mit FTP ruft der Benutzer die File-Transfer-Komponente auf. Mit dem `CONNECT`-Befehl baut der Benutzer anschließend die gewünschte Verbindung zum Ziel-Host auf. Mittels `LOGIN` identifiziert er sich gegenüber dem Zielrechner. Mit dem `CWD`-Befehl ordnet er sich das Current Working Directory zu, in dem die Dateien stehen, auf die er zugreifen will. Mit `LIST` wird das Inhaltsverzeichnis des Directory im Remote-System angezeigt. Das `GET`-Kommando überträgt Daten vom Remote-System zum lokalen System und das `SEND`-Kommando umgekehrt vom lokalen System zum Zielsystem. Mit `HELP` kann jederzeit die genaue Syntax der einzelnen Kommandos nachgesehen werden. `RENAME` erlaubt das Umbenennen von Dateien und mit `MODE` wird festgelegt, ob blockweise oder zeichenweise übertragen werden soll. Mit dem Befehl `CMS` können aus dem FTP-Protokoll Kommandos direkt an das lokale CMS geschickt werden. Als letzter hier zu nennender Befehl sei der `QUIT`-Befehl genannt, der eine Verbindung wieder abbaut.

Um Briefe und Nachrichten an andere Systeme zu verschicken, können die normalen Möglichkeiten des CMS benutzt werden. Eine eigene Server-Maschine erkennt, zu wem die Nachricht zu senden ist und über welches Übertragungsmedium.

Das `NETSTAT`-Programm gibt jederzeit darüber Auskunft, wer mit wem und mit welcher Anwendung momentan eine Verbindung aufgebaut hat.

Umgekehrt kann ein PC-Benutzer sich in jedes Zielsystem einwählen und Dialog und File-Transfer ausführen. Auf den PCs ist häufig nur das TFTP-Protokoll anzutreffen, ein in seinen Funktionen etwas eingeschränktes Protokoll. Von einem Unix-System aus ist, bei Implementierung der entsprechenden Software, auch der Dialog im 3270-Mode mit einem IBM-System möglich. Von allen anderen Systemen, soweit uns bekannt, kann der Dialogzugriff nur im zeilenorientierten Mode durchgeführt werden. Dies führt unweigerlich zu Einschränkungen in der Benutzbarkeit, wenn auf ein IBM-System zugegriffen werden soll.

Die hier beschriebene LAN-Kopplung der verschiedenen Endsysteme eignet sich auch für den Hochleistungsdatentransfer zwischen den einzelnen Systemen. Man sollte aber seine Erwartungen hier nicht allzu hoch ansetzen. Messungen beim Übertragen von

Dateien zwischen einem IBM- und einem DEC-System ergaben Netto-Datenraten von bis zu 28 Kbps bei ansonsten leeren Maschinen.

Im Dialog ist eine Verzögerung durch das LAN und die TCP/IP-Protokolle gegenüber einem lokal angeschlossenen Bildschirm kaum feststellbar.

## **8.8 Zusammenfassung**

Es gibt vielfältige Möglichkeiten zur Gestaltung von Netz-Betriebssoftware auf der Basis von DOS-PCs. In Zukunft wird sich die heute sehr heterogen anmutende Landschaft durch den LAN-Manager und sein IBM-Gegenstück, den LAN-Server sicherlich etwas beruhigen.

Wesentlich ist, welche Systembasis heute verfügbare Anwendungsprogramme verlangen. Hier hat Novell ganz klar die Nase vorn, ebenfalls sicher ist aber, daß die Systemhäuser in der Mehrzahl in Richtung LAN-MANAGER marschieren.

Konzepte wie Remote Procedure Call und die im LAN-MANAGER innewohnenden Sicherheitsmechanismen erleichtern die Konstruktion zuverlässiger Anwendungssoftware erheblich.

# KAPITEL

## 9

## Anwendungsorientierte infrastrukturelle Aspekte der PC-Vernetzung

In den vorangegangenen zwei Kapiteln haben wir die Netzhardware für PC-LANs und die notwendige Betriebssoftware vorgestellt. Auf diesem Szenario kann man nun Anwendungssoftware laufenlassen.

Hierfür gibt es verschiedene Alternativen, die sich insbesondere im Grad der tatsächlichen Benutzung des Netzes und der Kommunikationsmöglichkeiten niederschlagen.

Wir wollen in diesem Kapitel nicht allzutief auf die Eigenheiten der Anwendungssoftware eingehen, da diese sehr stark von der jeweiligen Anwendung abhängen und hier praktisch alles im Fluß ist.

Als Anhang findet der Interessent eine Liste von Multiuser-Netz-Anwendungssoftware, die wahrscheinlich schon veraltet ist, wenn er sie aufschlägt, da der Markt hier äußerst dynamisch wächst. Es wird an dieser Stelle nachdrücklich empfohlen, sich für derartige Marktübersichten an Periodika, wie dem PC-Magazin, zu orientieren.

Eine weitere sinnvolle Informationsquelle ist der etwa jährlich herauskommende »LAN-Software-Katalog« von Schneider & Koch, der Lösungen auf Basis von Novells Netware aufzeigt. Diese repräsentieren ziemlich gut den jeweiligen State of the Art.

In diesem Kapitel wollen wir uns vielmehr zwei Themenkreisen zuwenden, die von großer Bedeutung für die Fortentwicklung eines PC-LANs sind: die PC-Host-Kopplung über Netze vornehmlich in der IBM-Welt und fortgeschrittene Konzepte zur Gestaltung von Anwendungsprogrammschnittstellen.

Es ist in den meisten Fällen informationstechnischer Selbstmord, wenn man sich nicht hinreichend über die PC-Host-Kopplung via LAN informiert, da dies einer der Hauptexpansionspunkte für ein Netz ist. Die allermeisten IBM-Token-Ringe laufen heute z.B. schon nicht als reines PC-Netz, sondern als Integrationsinstrument. In vielen Fällen ist es einfach unsinnig, immer weiter dumme Terminals zu kaufen und sie mittels vieler Drähte und einer Steuereinheit an den Host anzuschließen. Ein Token-Ring mit PCs und einer entsprechend ausgestatteten Steuereinheit tut für wenig Geld mehr: Über die Terminalfacility hinaus steht die lokale Kapazität der PCs für die Vorverarbeitung zur Verfügung.

Problematisch ist es heute noch, die hierdurch entstandenen Schnittstellen angemessen zu nutzen. Die Verbreitung von Anwendungssoftware auf PC-LANs klemmt auch aus diesem Grunde etwas.

Sinn dieses Buches ist es neben der Einführung in die Problematik auch, den Leser auf zukünftige, wichtige Trends vorzubereiten. Hier spielen vor allem die Konzepte für die zukünftige Gestaltung von Anwendungsprogrammschnittstellen, wie RPC und APPC, eine große Rolle.



## 9.1 Zur Situation der Anwendungssoftware

Es ist äußerst schwierig, in einem allgemein einführenden Werk etwas über die Rolle der Anwendungssoftware zu sagen, da vermutlich keine zwei Leser eine gleichartige Vorstellung davon haben, was sie am Ende mit ihrem PC-Netz machen wollen.

Es wurde daher auch in den vergangenen Kapiteln Wert darauf gelegt, alle Eigenschaften von Hard- und Software möglichst anwendungsneutral darzustellen.

Folgendes sollte klar sein: Was auch immer Sie im Jahre  $x$  mit Ihrem PC-LAN machen, im Jahre  $x + 1$  oder  $x + 2$  machen sie das gleiche mit hoher Wahrscheinlichkeit anders. Sei es, daß sich die Aufgaben gewandelt haben, sei es, daß Ihr System insgesamt gewachsen ist, sei es, daß Sie eine neue Anwendungssoftware oder wenigstens eine neue Version gekauft haben.

Was Sie jedoch vermeiden möchten, ist, daß diese Änderungen – mit Ausnahme der Erweiterungen im Sinne neu hinzukommender Arbeitsplätze – gravierende Änderungen in der Hard- und Betriebssoftware nach sich ziehen müssen. Auch laufende Änderungen in Ihrer eigenen Organisation werden Sie nicht schätzen.

Das in vier Richtungen (Hardware, Betriebssoftware, Anwendungssoftware, Organisation) instabile Gebilde der PC-Netz-Gesamtlösung müssen Sie immer wenigstens an drei Ecken fixieren, um an der vierten arbeiten zu können.

Es gibt Beratung für Hardware, Betriebssoftware und Organisation. Bei der Anwendung müssen Sie aber schon selbst wissen, was Sie wollen, sonst schwatzt Ihnen ein PC-Laden alles zusammen auf und nichts ist so, wie Sie es eigentlich brauchen.

Überlegen Sie also zunächst einmal, was Sie mit dem Netz wirklich machen wollen. Sie stellen es üblicherweise doch nicht in den luftleeren Raum, sondern Sie besitzen sicherlich schon ein paar PCs, auf denen Sie irgendetwas machen, wie Textverarbeitung, Tabellenkalkulation, Lagerhaltung oder CAD.

Wie wäre es dann zunächst einmal mit einer besseren Organisation der Daten und zusätzlichen Möglichkeiten für Datenschutz und Datensicherung?

Vernetzen Sie die PCs mit einer sinnvollen Hardware und nehmen Sie ein komfortables LAN-Betriebssystem. Kaufen Sie einen schnellen 80286- oder 80386-basierten PC mit viel Speicher, großer Platte und Tape-Backup als Server hinzu.

Dann kommen Sie nämlich in vielen Fällen schon mit der Einplatzsoftware, die Sie bereits haben, weiter, indem Sie wichtige Daten auf den File-Server legen, der sie automatisch doppelt sichert, oder Printjobs an den neuen Drucker, den Sie zusammen mit dem Server beschafft haben, umleiten.

Es gibt eine große Anzahl **netzverträglicher** Software, die die Facilities im Netz einfach so ansieht, als seien dies neue lokale Betriebsmittel. Viele Besitzer älterer PCs werden sich in letzter Zeit ein neues Laufwerk für die 3,5-Zoll-Disketten angeschafft haben, das jetzt den Laufwerksbuchstaben D: trägt. Wenn Ihre Software mit einem solchen externen oder zusätzlich eingebauten Laufwerk zusammenarbeiten kann, dann verkraftet sie wahrscheinlich auch die Zusammenarbeit mit einem LAN-Server, der logische Laufwerke E:, F: ... bereitstellt. Analoges gilt für Drucker.

Daß dies so funktioniert, ist jedoch nicht primär ein Verdienst der Anwendungssoftware, sondern des LAN-Betriebssystems.

Mit dieser netzverträglichen Software sollten Sie die ersten PC-LAN-Erfahrungen sammeln, weil nämlich die auftretenden Probleme auf das LAN oder die Betriebssoftware beschränkt sind. Außerdem werden Sie auf diese Weise in der Regel gezwungen, sich über eine ordentliche, netzweit eindeutige Bezeichnungsweise und Ordnung für die Informationsbestände Gedanken zu machen. Dies schließt eine Festlegung von Privilegien für die Benutzer mit ein.

Das Netz hilft Ihnen also auch schon dann weiter, wenn Sie keinerlei wirklich netzfähige Software einsetzen. Aber wahrscheinlich haben Sie Glück: Die Hersteller von bislang netzverträglicher Software machen diese häufig **netzfähig**. Dies bedeutet, daß die Software intensiver von den Eigenschaften des LAN-Verbundes Gebrauch macht. Insbesondere schließt dies die Benutzung der bislang individualisierten Datenbestände durch mehrere Benutzer ein (Multiuser-Anwendungen). Für ein Textsystem oder eine Tabellenkalkulation bedeutet dies z.B., daß eine Datei, ein Block oder ein Verzeichnis für den Zugriff durch andere Benutzer dann gesperrt wird, wenn bereits ein Benutzer hierauf arbeitet, um die Konsistenz zu bewahren. Mußte man bei netzverträglicher Software noch so auf Daten zugreifen, als ob man von seinem Partner eine Diskette mit den Daten bekommen hätte (was eine gleichzeitige Bearbeitung desselben Datenbestandes durch mehrere Benutzer ja ebenfalls ausschließt), so erlaubt die netzfähige Software entsprechend die Kooperation.

Jetzt muß man natürlich erst recht festlegen, wer was darf, und diese Festlegungen auch durch die LAN-Betriebssoftware durchsetzen lassen, wenn es hierfür nicht bereits zu spät ist.

Leider ist heute oft zu beobachten, daß gerade das File- und Record-Locking von den Anwendungssoftwarepaketen ziemlich ungeschickt durchgeführt wird, und so sehr hohe Verzögerungen bei der Erledigung von Aufträgen auftreten.

Lediglich die Datenbanksoftware auf Netzen scheint hiervon eine generelle Ausnahme darzustellen. Sie kann nämlich auch nicht auf einfache Art und Weise in die Netzumgebung hinübergezogen werden, da grundsätzliche Vorkehrungen für die Sicherung der Konsistenz geschaffen werden müssen, die bei einer Multiuser-Datenbanksoftware **integraler** Bestandteil des Datenbankmanagement-Systems sind.

Der wesentliche Begriff ist hier der der **Transaktion**. Eine Transaktion besteht aus einer Menge logisch zusammengehörender Operationen und muß aus der Sicht eines externen Beobachters eine atomare Arbeitseinheit bilden. Folgende Eigenschaften werden von Transaktionen gefordert:

- Atomarität
- Permanenz
- Isolierte Zurücksetzbarkeit
- Serialisierbarkeit

*Atomarität* bedeutet, daß eine Transaktion entweder bis zum Ende ausgeführt wird, oder, falls ein Fehler während der Transaktionsbearbeitung auftritt, alle bis dahin durchgeführten Änderungen, z.B. an Daten, rückgängig gemacht werden. Das nennt man auch Zurücksetzen der Transaktion. Eine Transaktion muß die Konsistenz der durch sie betroffenen Objekte, z.B. Daten, erhalten. Die Atomarität gewährleistet, daß die Summe der betroffenen Objekte, z.B. die Datenbank, in jedem Fall, auch beim Auftreten von Fehlern, in einem konsistenten Zustand bleibt.

Unter *Permanenz* versteht man, daß die Auswirkungen erfolgreicher Transaktionen nicht mehr verlorengehen können, auch nicht durch System-Zusammenbruch.

*Isolierte Zurücksetzbarkeit* bedeutet, daß das Zurücksetzen einer Transaktion keine weiteren Zurücksetzungen zur Folge hat. Dieses fortgepflanzte Zurücksetzen (Cascading Rollback) könnte auftreten, wenn eine Änderung vor Transaktionsende freigegeben würde und andere Transaktionen auf die geänderten Objekte zugreifen.

*Serialisierbarkeit* bedeutet einen logischen Einbenutzer-Betrieb, d.h., die parallele Ausführung einer Menge von Transaktionen hat dasselbe Ergebnis als Resultat wie mindestens eine serielle Ausführung.

Eine Transaktion kann auf zwei Weisen terminieren, nämlich durch Abbruch oder Commitment. Während beim Commitment alle Änderungen sozusagen schlagartig in die hiervon betroffenen Objekte, also z.B. eine Datenbank, übernommen werden, bleibt der Zustand der Objekte beim Abbruch so, wie er vorher war, also so, als ob die Transaktion niemals zu arbeiten begonnen hätte.

Weshalb behandelt der Autor an dieser Stelle den Begriff der Transaktion? Er ist zentral für das Verständnis der Probleme, die auftreten, wenn man aus einer zentralisierten in eine verteilte Umgebung übergehen möchte.

Das Beispiel der Datenbanksoftware schafft uns einen eleganten Übergang zur verteilten Anwendungssoftware.

Bei einer Datenbanklösung mit einem Stand-alone-PC ist die Vorgehensweise der Realisierung einer Datenbank und des Datenbankmanagementsystems DBMS klar: Die Daten werden auf den lokalen Speichermedien gehalten und das DBMS dient im wesentlichen einem Benutzer. Die Realisierung der Transaktionen ist lokal, d.h., man muß einfach nur dafür sorgen, daß der Ausfall einer Systemkomponente mitten in der Transaktion zur Beendigung der Transaktion durch Abbruch ohne Zustandsänderung führt.

Auf diese Weise kann man die Datenbanksoftware auch relativ leicht netzverträglich machen. Eine netzfähige Datenbanksoftware ist da schon komplizierter: Es muß berücksichtigt werden, daß viele Benutzer mit der Datenbank arbeiten. Sofern weiter jedoch nichts verteilt ist, reichen auch hier einfachere Sperrmechanismen, die sicherstellen, daß zu einer Zeit nur ein Benutzer eine Transaktion ausführen kann, die zu einer Änderung in den Datenbeständen führt.

Jetzt sollten wir allmählich anfangen, zu verteilen. Verteilen kann man zweierlei, nämlich die Datenbank selbst und das Datenbankmanagementsystem DBMS. Wie man es auch macht, man muß nunmehr sicherstellen, daß Transaktionen auch in der verteilten Umgebung weiterhin ihre qualitativen Eigenschaften behalten.

Wir verteilen nunmehr die Datenbank selbst auf viele Systeme im Netz. Jedes dieser Systeme stellt einen Teil seiner Speichermedien zur Verfügung. Die Datenbank kann aufgrund dieser Konstruktion nie mehr als Ganzes zerstört werden und die Ablage von Datenbeständen stößt nur in äußersten Extremfällen an physische Grenzen.

Man kann dann zwei Arten von Transaktionen unterscheiden: lokale und globale Transaktionen. Lokale Transaktionen laufen rein lokal ab und betreffen nur die lokal abgespeicherten Daten. Die Abstimmung mit Transaktionen auf anderen Knoten entfällt somit.

Globale Transaktionen werden dagegen knotenübergreifend ausgeführt und zerfallen in mehrere Teiltransaktionen, die bestimmte Teilaufgaben auf anderen Knoten ausführen. Die

Teiltransaktion des Knotens, an dem die globale Transaktion gestartet wird, übernimmt die Gesamtkoordination für den Ablauf der globalen Transaktion und wird Primärtransaktion genannt. Jede weitere Teiltransaktion, die von einer Teiltransaktion gestartet wird, bezeichnet man als Subtransaktion.

Es gibt nun eine Reihe von Protokollen, die die Zusammenarbeit zwischen Teil- und Subtransaktionen derart steuern, daß insgesamt die Qualitäten einer Transaktion erhalten bleiben.

Ein bekannteres Protokoll dieser Art ist das »Two-Phase-Commit«-Protokoll, bei dem eine Transaktion erst dann als Ganzes abgeschlossen (committed) werden kann, wenn alle Teiltransaktionen und Subtransaktionen ihr Commit gegeben haben. Es gibt sozusagen einen Schlußpunkt der Transaktion, an dem alle Erfolgserlebnisse der Teil- und Subtransaktionen eingesammelt werden.

Kommt auch nur eine Teil- oder Subtransaktion nicht zu ihrem Abschluß, darf kein Commit gegeben werden, an den Objekten wird nichts geändert und man muß die Gesamt-Transaktion nochmals von vorne beginnen.

Dies alles ist relativ kompliziert, aber bei verteilten Datenbanken grundsätzlicher Bestandteil. Andere Programme, die dies benötigen, müssen

- entweder transaktionsorientierte Operationen selbst definieren und durchführen, was relativ aufwendig ist;
- sich auf ein Anwendungsprogramm beziehen, welches derartige Operationen angemessen z.B. für Datenobjekte realisiert, also ein Datenbankprogramm, was nur dann möglich ist, wenn sich die Anwendung für das Aufsetzen auf ein anderes Anwendungsprogramm wie ein Datenbankprogramm eignet **und** die entsprechenden Schnittstellen bereitgestellt werden, was nicht immer der Fall ist,
- oder sich auf eine **transaktionsorientierte Schnittstelle der Netzwerkarchitektur (des Netzbetriebssystems)** beziehen.

Es ist klar, daß auch die Konstrukteure von Anwendungssoftware diese drei Alternativen sehen und sich in vielen Fällen von den einfacheren LAN-Betriebssystemen im Stich gelassen fühlen, da diese derartige Schnittstellen heute erst in sehr geringem Maße anbieten.

Man wartet aber im Grunde genommen auf derartige Schnittstellen der Netzumgebung, um sich die Programmierung der eigentlichen Anwendung zu erleichtern und ein möglichst allgemeingültiges Ergebnis erzielen zu können. Ein möglicher Kandidat für eine derartige Schnittstelle ist **APPC**, Advanced Program-to-Program-Communication, ursprünglich von IBM entwickelt, heute aber fast schon Industriestandard, was die zukünftige Entwicklung von Anwendungssoftware betrifft. Ein anderer Kandidat ist die **RPC**-Schnittstelle des LAN-Managers, die jedoch nicht unmittelbar transaktionsorientiert ist, sondern den Programmierstil in Netzen eher generell verbessert.

Fassen wir also zusammen. Man muß heute zwischen folgendem unterscheiden:

- netzverträglicher Anwendungssoftware,
- netzfähiger Anwendungssoftware und
- verteilter Anwendungssoftware.

Erstere kann man durch Ausprobieren ermitteln, letztere befindet sich mit Ausnahmen noch in der Entwicklung, die Ausnahmen sind in den Bereichen Datenbanken und CAD-Systeme zu finden. Alles andere macht von der Netzfähigkeit nur mittelmäßig Gebrauch. Besonders die Anbieter von Netzbetriebssystemen mit sehr vielen Möglichkeiten, wie Novell oder 3COM, beklagen sich, daß das funktionale Angebot ihrer Netzwerksysteme von den Anwendungssoftwarepaketen nur zu ca. 5 bis 10 % genutzt wird.

Heute ist vor allem jedoch zunächst die Host-Ankopplung von hohem Interesse. Wir befassen uns im nächsten Abschnitt mit ihr und kommen dann nochmals auf die höherwertigen Schnittstellen zurück.

## 9.2 PC-Mainframe-Kopplung über LANs

Die Entwicklung der Datenverarbeitung tendierte in den letzten Jahren weg von der traditionellen, geschlossenen zentralen DV hin zu dezentralisierten Anwendungslösungen mit PCs und Superminis. Aber erst die Kopplung der beiden DV-Welten arbeitet beider Vorzüge unter Elimination der Nachteile heraus.

Der Personalcomputer ist als integraler universeller Baustein der modernen Informationsverarbeitung nicht mehr wegzudenken. Es gibt für ihn eine große Anzahl benutzerfreundlicher Softwarepakete, und er ist eigentlich das erste Gerät, auf dem ein elektronisch unterstützter informationsverarbeitender Vorgang vollständig durch technisch ungeschulte Benutzer bearbeitet werden kann.

Großrechner sind jedoch in sehr vielen Anwendungsbereichen kaum befriedigend durch PCs oder PC-Verbundsysteme via LAN oder PBX zu ersetzen. Der hohe Stand der Großrechnertechnik wird heute vor allem immer da gebraucht, wo große Datenvolumina behandelt werden müssen oder wo organisatorische Randbedingungen eine völlig dezentralisierte Lösung verbieten, man denke nur an die Problemkreise Datenschutz und Datenintegrität.

Andererseits ist es unnötig, die auf dem PC ohne Zweifel vorhandene Rechenkapazität nicht im Rahmen der Aufgabenstellung zur Entlastung des Großrechners zu nutzen und daneben private Anwendungen auf dem PC zuzulassen.

Dabei ist es natürlich völlig unsinnig, ein Terminal neben den PC zu stellen, um mit dem Großrechner kommunizieren zu können. Es gibt, wie wir sehen werden, eine Reihe von eleganten Kopplungsmöglichkeiten zwischen PC und Host.

Wir werden in diesem Abschnitt hauptsächlich die Kopplung von IBM-kompatiblen PCs in die IBM-Host-Welt hinein betrachten, da dies rein statistisch die häufigste Form der PC-Host-Kopplung sein wird und außerdem sehr viele Nicht-IBM-Hosts nach den gleichen Protokollen arbeiten.

Für die Kopplung z.B. zu einer VAX haben wir ja auch schon im vorangegangenen Kapitel Möglichkeiten kennengelernt.

Zunächst beleuchten wir die Sinnfälligkeit einer Kopplung zwischen Host und PC. Danach lassen wir die wichtigsten technischen Alternativen Revue passieren. Es wird uns nicht erspart bleiben, einen Seitenblick auf SNA zu werfen, da die »andere« Seite der PC-Host-Kopplung ein SNA-Netz sein wird.

Die heute relativ eleganteste Möglichkeit der Verbindung zwischen PC-LAN und IBM-Host ist ECF (Enhanced Connectivity Facility) SRPI (Server Requester Programmers Interface), welches den Host einfach zum Server im PC-LAN macht. Wir besprechen ECF daher als zusammenhängendes Beispiel.

## 9.2.1 Motivation für die PC-Host-Kopplung

Generell gibt es **zwei wichtige Gründe** für die Kopplung von Personalcomputern und Mainframes:

- Zusätzliche Funktionen für den PC und
- Datenintegrität und Datensicherheit im Unternehmen, sowie Verbesserung der Effektivität der Arbeit des einzelnen

Der PC kann dabei als interaktives Terminal oder als multifunktionales bzw. grafisches Endgerät genutzt werden. Von großer Bedeutung ist dabei die Realisierung des File-Transfers zwischen PC und Großrechner.

### Der PC als interaktives Terminal

Die Integration der Funktion »interaktives Terminal« in den PC hilft, Kosten zu sparen und die Effektivität am Arbeitsplatz zu erhöhen.

Da der PC normalerweise mit den ihm anvertrauten Funktionen nicht ausgelastet ist, sind Zusätze im PC (Primär- und Sekundärspeicher), außer der Interface-Hard- und -Software, nicht erforderlich. Der PC-Drucker kann die Hardcopy-Funktion des ehemaligen Hardcopy-Druckers am Bildschirm übernehmen.

Häufig ausgeführte Funktionen, wie z.B. das Abfragen von Werten in einer Datenbank, die für einen am PC zu erstellenden Brief benötigt werden, können dann ausgeführt werden, wenn die Daten im Text erforderlich werden. Dies ist je nach Leistung der Kommunikationssoftware manchmal sogar durch Tastendruck **innerhalb** des Textverarbeitungsprogramms möglich, ohne daß dies explizit verlassen oder der Arbeitsplatz gewechselt werden muß.

Auf dem Markt angebotene Systemerweiterungen (Word Perfect Librarian, etc.) oder multifunktionale Systeme wie Symphonie und Framework erlauben in eingeschränkter Form das »Kopieren« der im Dialog mit dem Mainframe am PC angezeigten Daten in den Speicher des PCs, damit diese vom Anwender weiter in anderen Anwendungen verarbeitet werden können.

### Der PC als multifunktionales Endgerät

Ist der Zugriff auf mehrere, eventuell unterschiedliche Rechen-, Kommunikations- oder sonstige Systeme erforderlich (DEC, IBM, X.25, Teletext, Btx, ...), so ist es wünschenswert, daß der Zugriff auf alle diese Systeme mit ihren unterschiedlichen Schnittstellen über ein Endgerät, hier dem PC ermöglicht wird.

Man kann solche multifunktionalen PCs konfigurieren. Meistens erfordert dies die Installation mehrerer Hard- und Softwarepakete. Neuere Pakete erlauben den window-gesteuerten, parallelen Zugriff über eine Softwareschnittstelle auf zwei unterschiedliche Netzwerksysteme wie z.B. DECnet und SNA.

### **Der PC als grafisches Endgerät**

Es ist naheliegend, die Fähigkeit des PC, Daten mit Hilfe von Anwendungspaketen, wie sie zum Beispiel Lotus (1-2-3, Symphony), Ashton-Tate (Framework) oder Microsoft (Chart) grafisch am Bildschirm aufzubereiten, auch vom Mainframe und dessen Anwendungen aus zu nutzen.

Auflösungen von 640 \* 200 Bildpunkten bei gleichzeitig 16 darstellbaren Farben aus einer Palette von 256 Farben (Enhanced-Grafik-Adapter), oder 640 \* 480 Bildpunkten bei 256 Farben aus einer Palette von 4096 (Professional-Farbgrafik-Adapter) reichen durchaus, um die normalen Anforderungen eines Mainframe-Anwendungspakets abdecken zu können.

Der PC kann dann, z.B. in einer SNA-Umgebung, wie ein IBM-3179G- oder 32793G-Bildschirm angesteuert werden.

Alternativ können Daten in Form einer Zwischenträgerdatei (Meta-File) zum PC übertragen werden, um sie anschließend dort grafisch darzustellen (Pre-Viewing) und eventuell zu modifizieren und auszudrucken. Benutzerspezifische Anwendungen lassen sich aufgrund der Flexibilität des PC leicht realisieren. Voraussetzung für die grafische Darstellung von Mainframe-Daten sind hohe Übertragungsgeschwindigkeiten.

### **File-Transfer von und zum PC**

Obwohl die oben genannten funktionalen Erweiterungen bereits alle die Übertragung von Daten beinhalten, wollen wir uns den wichtigen File-Transfer nochmals gesondert vor Augen führen.

Der File-Transfer ist einer der wichtigsten Gründe für die PC-Mainframe-Kopplung. Man unterscheidet zwischen der Übertragung der Daten vom PC zum Mainframe (**UP LOAD**) und der Übertragung der Daten vom Mainframe zum PC (**DOWN LOAD**).

Nutzung der UP-LOAD-Funktion:

- Einsatz des PC als Datensammelstation
- Einsatz zur Vorverarbeitung
- In der Bürokommunikation

Nutzung der DOWN-LOAD-Funktion:

- Übertragen von Druck-Output
- Übertragen von Management-Informationen zur schnellen Auswertung vor Ort
- File-Transfer zwischen PCs unter Nutzung der PC-Mainframe-Verbindungen
- Übertragen von Updates zum Filial- oder Abteilungsrechner
- Weitere Auswertung von Daten aus nationalen oder internationalen Datenbanken

UP- und DOWN-LOAD-Funktionen werden nicht, wie man eigentlich erwartet, von den einzelnen Softwarehäusern zusammen angeboten, sondern können je nach Ausprägung in der einen oder anderen Richtung gar nicht oder nur rudimentär (langsam, ungesichert) vorliegen.

### **Funktionen des Großrechners für den PC**

Dem zweiten Hauptgrund für die Einführung der PC-Mainframe-Kopplung, nämlich der Verbesserung von Datenschutz und Datenintegrität sowie der Effektivität der Arbeit des

einzelnen kommt man dann näher, wenn man sich überlegt, welche Funktionen der zentrale Großrechner dem PC anbieten kann.

Die ideale Verbindung zwischen PC und Mainframe sieht vor, daß der Mainframe auch »Slave-Funktionen« für den PC übernimmt, sofern dies aus organisatorischen oder wirtschaftlichen bzw. sicherheitstechnischen Gründen sinnvoll erscheint.

Unter einer »Slave-Funktion« verstehen wir die direkte Nutzung der Mainframe-Hard- und -Software durch den PC. Der Mainframe wird zum »Server« für den PC.

Server-Funktionen können sein:

- *Disk-Server*

Die Platten des Mainframes nutzt der PC als virtuelle Disketten oder Winchester. Die großen Platten des Mainframes sind nach wie vor ein sichereres Speichermedium und letztlich wirtschaftlicher als PC-Sekundärspeicher.

- *File-Server*

Die File-Server-Funktion unterscheidet sich von der Disk-Server-Funktion in der Art, wie die Daten auf dem Mainframe abgespeichert werden. Hier werden die PC-Daten im Mainframe-Format abgespeichert und können direkt vom Mainframe weiterverarbeitet bzw. erstellt werden.

- *Print-Server*

Daten, die vom PC erzeugt wurden und auf den Speichermedien des PC liegen bzw. auf den virtuellen Platten im Mainframe (Disk- oder File-Server-Funktion) können auf den Druckern des Rechenzentrums ausgegeben werden. Vorteilhaft ist diese Form immer dann, wenn die immer noch relativ teuren Hochleistungsdrucker mitbenutzt werden sollen. Beispiele: Druckausgabe eines großen Textes mit mehreren Kopien; Erstellung von Vorlagen für die Druckerei.

- *Gateway-Server*

Der Mainframe ermöglicht dem angeschlossenen PC den zentralen Zugang zu Datenbanken und anderen Netzen. Eine Funktion, die immer dann zur Anwendung kommt, wenn teure, aber relativ selten benötigte Zugriffe auf Datenbanken oder andere Netze notwendig sind.

- *Nutzung der Tools des Mainframes*

Hardware-Tools können sein: Plotter, Bänder, Röllchenspeicher etc. Die Nutzung dieser Tools dient vor allem der langfristigen Sicherung und Lagerung von Daten, die vorläufig nicht mehr gebraucht werden, aber auch der Sicherung von Daten vor unberechtigtem Zugriff.

## 9.2.2 Realisierungsmöglichkeiten für eine PC-Host-Kopplung

Inwiefern die obigen Möglichkeiten zur Verfügung stehen und ausgenutzt werden können, hängt davon ab, wie die PC-Host-Kopplung hard- und softwaremäßig realisiert wird. Man wird von einer Kopplung über eine V.24-Schnittstellenleitung nicht die gleiche File-Transfer-Leistung erwarten können wie von einer schnellen Anbindung über ein LAN. Andererseits hängt es ganz von der Anwendung und dem Umfeld ab, welche Kopplung sinnvoll ist. Schließlich haben auch die von der Seite des Großrechners zur Verfügung stehenden Möglichkeiten »ein Wörtchen mitzureden«. Es gibt vier grundsätzliche Kopplungsalternativen:



- Individuelle Kopplung über Standard-Schnittstellen
- Individuelle Kopplung mit speziellen Interface-Boards
- Individuelle oder kollektive Kopplung mit Protokollkonvertern
- Kollektive Kopplung mittels Lokaler Netze

Wir können hier nur die Grundzüge einer jeden Möglichkeit darstellen. Als vertiefende Literatur wird [KAU 87] empfohlen. Weiterhin beschränken wir uns auf IBM und IBM-kompatible PCs und Großrechner. Andere Großrechner-Hersteller bieten jedoch auch vergleichbare Lösungen für eigene PCs an, ob nun IBM-kompatibel oder nicht, [BLO 87]. Nicht-IBM-kompatiblen PCs stehen oft nur sehr wenige Möglichkeiten zur Verfügung.

### **Kopplung über Standard-Schnittstellen**

Die auf den ersten Blick einfachste und natürlichste Kopplung von PCs und Minis zu Mainframe-Rechnern ist die über die ohnehin an diesen Rechnern vorhandenen Standard-Schnittstellen, also z.B. V.24 oder X.21. Werden PCs oder Minis über die V.24-Schnittstelle angeschlossen, so ist im Normalfall zusätzlich ein entsprechendes Terminal-Emulationsprogramm auf dem PC notwendig, um die Möglichkeiten des Zielsystems, insbesondere die, bildschirmorientiert, also seitenweise, zu arbeiten, voll auszunutzen. Gängige Emulationen sind die **VT100/VT220**-Emulation, die primär zum Zugriff auf DEC-Anlagen und DV-Systeme mit Unix als Betriebssystem benutzt wird, und die **IBM-3101**-Emulation im Block- oder Character-Mode zum Anschluß an IBM-Systeme wie die IBM/1 oder Systeme mit VM als Betriebssystem.

Die Gründe für die Verwendung des PC als Terminal sind offenkundig: Terminals sind ein wichtiges Arbeitsmittel in vielen Bereichen. An bestehender Anwendungssoftware im Zielsystem müssen keine Änderungen vorgenommen werden, wenn mit der richtigen Emulationssoftware gearbeitet wird. PCs sind damit leichter in bestehende Netze integrierbar. Die Emulation eines Terminals ermöglicht den Aufbau ganzer Bildschirmmasken und damit eine komfortable, menügeführte Benutzerschnittstelle.

Für den Anschluß von PCs oder Minis über die asynchrone Schnittstelle an den Mainframe oder Konzentrator müssen bestimmte organisatorische Randbedingungen, wie Übertragungswege, Übertragungsgeschwindigkeit, Übertragungsprozedur, Kosten und Sicherheit geklärt werden.

Von IBM werden dem Anwender heute eine Vielzahl von Möglichkeiten angeboten, die den direkten Anschluß von asynchronen Endgeräten an Hosts ermöglichen. Die wichtigsten sind nach wie vor die Communications Controller der 37XX-Serie. Wir wollen diesen Aspekt nicht weiter betrachten. Ein wichtiges Software-Element auf der Großrechnerseite ist z.B. die SNA-NTO, Network Terminal Option, die als ergänzendes Programmprodukt für die Front-End-Prozessoren 3705, 3720 und 3725 unter ACF/NCP-Anwendungen den Datenaustausch mit Start-Stop-Datenstationen unter Umwandlung der logischen Eigenschaften dieser Nicht-SNA-Datenstationen in Eigenschaften von SNA-Datenstationen erlaubt.

### **Kopplung mit speziellen Interface-Boards**

Neben der in den Fähigkeiten und Möglichkeiten stark beschränkten rein software-orientierten Terminal-Emulation werden heute in großem Umfang Emulationssysteme benutzt,

die auf zusätzlichen Hardware-Komponenten beruhen. Es gibt verschiedene Alternativen, die am Markt angeboten werden.

Zum einen die Emulation einer RJE-Station. Hierfür gibt es eine große Anzahl von Interface-Karten für den PC am Markt. Eine andere Möglichkeit wäre die Emulation eines standardisierten, virtuellen Terminals. Bis heute sind solche Standards allerdings noch nicht oder nur rudimentär vorhanden; entsprechende Produkte sind am Markt daher noch nicht erhältlich.

Auch die Emulation einer Kanalsteuereinheit direkt im PC scheidet aus Kostengründen zumindest momentan noch aus. Die heute möglichen hohen Übertragungsgeschwindigkeiten lokaler Netze und deren direkte Anschließbarkeit an Mainframes lassen diese Lösung auch in Zukunft unwahrscheinlich erscheinen.

In einer SNA-Umgebung werden als Endgeräte primär Mitglieder der bekannten Terminal-Familie IBM 3170/3270 emuliert.

Andere Möglichkeiten sind die Emulation eines IBM-3767-Terminals oder die Emulation einer IBM-3770-RJE-Station. Bei komplexen Anwendungen auf unterschiedlichen Systemen und hohen Anforderungen wird häufig die IBM 8100 emuliert.

In einer Nicht-SNA-Umgebung, wie sie häufig noch in VM-Umgebungen angetroffen wird, oder in reinen Batch-Umgebungen ist wohl die 3780/2780-RJE-Emulation das am häufigsten verwendete Produkt.

Auch die HASP-Multileaving-Emulation und in einigen Fällen noch die 3271/74-Emulation werden eingesetzt. Die RJE-Emulation wird häufig genutzt, um große Datennetze mit mehreren DV-Systemen aufzubauen und Daten, Programme und Dokumente auszutauschen. Es liegt nahe, für PCs und Minis entsprechende Zusatzkarten anzubieten, die die oben genannten Typen direkt emulieren können.

Wir wollen uns primär mit der 3270/3170-Emulation befassen, da sie inzwischen zum »Industrie-Standard« beim Anschluß von PCs an IBM-Mainframes geworden ist.

Die Anbindung von PCs und Minis erfolgt im einfachsten Fall über eine 1200-bps-Wählverbindung und reicht bis zur 2,34-Mbps-Verbindung über das IBM-Typ-A-Koaxial-Interface. Das »alte« Typ-B-Interface, wie es für die 3277-Bildschirme benutzt wurde, wird im allgemeinen nicht mehr unterstützt. Der entscheidende Leistungsunterschied liegt darin, ob der Datentransfer und -zugriff auf die zentrale DVA gelöst wurde, und wenn ja, mit welchen relevanten konstruktiven Performance-Merkmalen.

Tabelle 1.9 vergleicht einige Möglichkeiten der 3278-Karten.

Auf weitere Kopplungsmöglichkeiten, z.B. über DATEX-P, können wir an dieser Stelle nicht mehr eingehen.

### **Individuelle oder kollektive PC-Mainframe-Kopplung mit Protokollkonvertern**

Der Protokollkonverter oder »Black Box« ist ein universelles Hilfsmittel für die Verknüpfung unterschiedlichster Endgeräte mit einem Host bzw. die Anbindung von Gruppen solcher Geräte (Cluster).

Die eigentliche Funktion ist die Umsetzung von Protokollen. Diese Funktion sollte einem Anwender möglichst verdeckt bleiben. Ihn interessiert nicht, was in der Box abläuft, sondern welche Möglichkeiten sie ihm bietet, also, was alles an unterschiedlichsten End-

geräten angeschlossen werden kann und in welche Protokolle die Protokolle der angeschlossenen Endgeräte letztlich umgesetzt werden können.

Die Protokollkonverter erlauben mit ihrer Multifunktionalität natürlich auch den Anschluß von PCs der unterschiedlichsten Anbieter, sofern sie über eine asynchrone V.24-Schnittstelle verfügen. Da diese Systeme aber nicht in den PC »integriert« sind, sind Funktionen, wie z.B. File-Transfer, nur als Zusatzprodukt vom Hersteller des Protokollkonverters gegebenenfalls mit Einschränkungen für bestimmte Rechnertypen oder überhaupt nicht erhältlich.

Beschreibung	Vorteile	Nachteile
<p>Reine Terminal-Emulation als IBM-3178/79-Terminal (Koaxial-Anschluß) oder als 3170-remote-Steuereinheit mit angeschlossenem PC in 3278-Emulation.</p> <p>Zusätzlich mit einfachem Datei-Transfer.</p> <p>Zusätzlich mit selektivem Datenzugriff (Daten sind auszugsweise aus Datenbeständen der DVA übertragbar und werden an populäre PC-Software angepaßt).</p> <p>File Distribution Management.</p>	<p>Terminal-Ersatz relativ kostengünstig. Platzersparnis am Arbeitsplatz.</p> <p>Daten können zwischen PC und Mainframe übertragen werden.</p> <p>Nur die benötigten Informationen werden übertragen. Die Daten können in entsprechenden PC-Programmen direkt weiterverarbeitet werden. PC-Daten werden mit Hilfe des zentralen Mainframe gesichert.</p> <p>PCs können untereinander Daten austauschen. Mehrere Dateien können gleichzeitig bearbeitet werden. Daten aus mehreren Dateien können kombiniert und übertragen werden.</p>	<p>PC arbeitet als einfaches Terminal. PC-Eigenschaften können während der Emulation nicht genutzt werden.</p> <p>Nur ganze Dateien übertragbar. Programme oft langsam und ineffektiv. Zum Übertragen transparenter Daten zusätzliche Programme nötig. Zugriff normalerweise nur auf eine Datei gleichzeitig möglich. Übertragung der Daten häufig langsam.</p> <p>Bis heute nur sehr teuer und aufwendig realisierbar. Entwicklungen werden ständig verbessert. Basis ist APPC und ECF.</p>

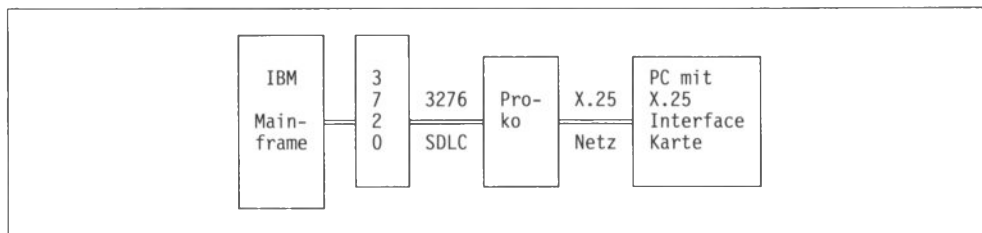
**Tabelle 9.1:** Vergleich der Möglichkeiten

Der Anschluß des Endgeräts an den Protokollkonverter erfolgt über ein relativ unsicheres, asynchrones Protokoll.

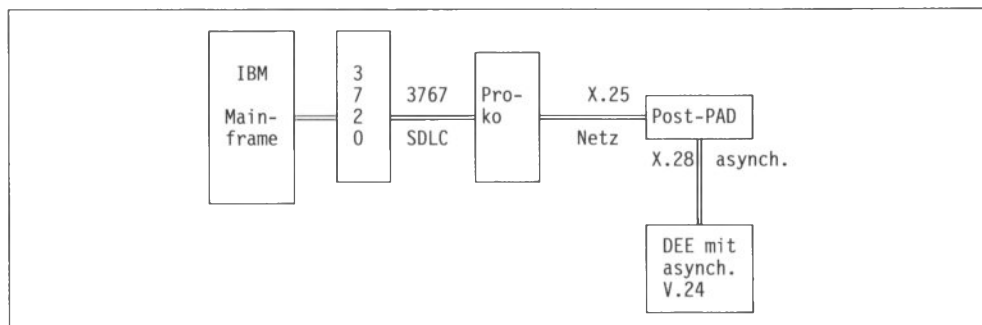
Prokos haben trotz der oben beschriebenen Nachteile aber auch Vorteile, die ihren Einsatz erforderlich und sinnvoll machen, häufig auch dann, wenn mehrheitlich (IBM) PCs angeschlossen werden sollen.

Statt einer vollständigen Auflistung der Möglichkeiten wollen wir uns zwei Beispiele vor Augen halten:

**Konvertierung von X.25/X.29 in ein beliebiges Herstellerprotokoll** (Bild 9.1) und Konvertierung von X.28 nach X.25 (PAD-Funktion), wie in Bild 9.2 dargestellt.



**Bild 9.1:** Anschluß von PCs über X.25 mit Hilfe eines Prokos.



**Bild 9.2:** Anschluß von DEE über X.25 P20.

Gründe für die Verwendung von Protokollkonvertern können u.a. sein:

- Anpassung vorhandener Endgeräte an neue oder geänderte Netzstrukturen
- Integration von PCs in bestehende Herstellernetze wie SNA
- Ankopplung von Terminals an unterschiedliche DV-Systeme
- Reduktion von Leitungskosten
- Ersatz herkömmlicher Clusterlösungen aus Kostengründen
- Anschluß von »Nicht-SNA-Druckern« an 3270-Cluster
- Integration von LAN-Endgeräten in bestehende Netze
- Performance-Gesichtspunkte
- Ausnutzung verschiedener zusätzlicher Funktionen des Prokos

Die Kopplung kann wie bei den vorangegangenen zwei Alternativen individuell oder aber auch durch die Bildung eines »Mini-Netzes« kollektiv erfolgen, wenn z.B. ein Proko acht V.24-Schnittstellen auf eine leistungsfähigere Leitung multiplext.

### **Kollektive PC-Host-Kopplung mit Hilfe von LANs**

Für die oben genannte PC-Klasse und deren Kopplung an IBM-Großrechner oder Kompatible sind in der Bundesrepublik Deutschland besonders die lokalen Netze der IBM von Bedeutung. IBM bietet seinen Kunden im wesentlichen vier LANs an:

- IBM-PC-Netzwerk mit Basisbandtechnik und 2 Mbit/s
- IBM-PC-Netzwerk mit Breitbandtechnik und 2 Mbit/s
- IBM-Token-Ring-Netzwerk nach IEEE 802.5 mit 4 oder 16 Mbit/s
- IBM-Industrie-LAN als Token-Bus-Breitband-LAN nach IEEE 802.4 im Rahmen von MAP

Alle diese Netzwerke können untereinander und mit Maschinen der Baureihe /370 kommunizieren. Alle Netze bilden eine leistungsfähige Basis für die PC-Vernetzung. Am interessantesten ist das Token-Ring-Netzwerk.

Neben höherwertigen Verbundalternativen wie ECF und APPC ist auch in Zukunft noch die Emulation von Terminals durch PCs oder PS/2-Systeme von Bedeutung.

Es werden drei unterschiedlich leistungsstarke Versionen für die Emulation eines 327X-Endgeräts auf einem am Token-Ring angeschlossenen PC angeboten:

- IBM-3270-Emulationsprogramm Entry level
- IBM-3270-Emulationsprogramm Version II
- IBM-3270-Emulationsprogramm Version III

Jede dieser Versionen unterstützt unterschiedliche Hardware-Produkte. Alle unterstützen die IBM-SNA/SDLC-Adapterkarte II. Sofern diese Karte im AT eingesetzt wird, kann mit 19.200 bps übertragen werden, sonst mit 9600 bps.

Die Zuordnung der PCs zu den einzelnen logischen Anschlußpositionen im Gateway-PC ist starr. Bei mehr als zwölf Sessions parallel sollte der Gateway-PC im Dedicated-Modus betrieben werden. Die 3270-Emulation-Software beeinträchtigt nicht die gleichzeitige Nutzung des PC-LAN-Programms oder von Top View durch den Anwender an seiner Workstation oder am Server.

Im Rahmen der neuen PS/2-Produktlinie wurden die Connectivity-Möglichkeiten für Geräte in IBM-Netzen erheblich ausgebaut. Die meisten der neuen Fähigkeiten gelten auch für die »alte« PC/XT/AT-Linie.

Eine wichtige Erweiterung stellt das RIPL (Remote Initial Program Load) dar, mit dem disketten- und plattenlose PCs oder PS/2 in allen Netzen aus einer IPL-Datei auf einem Master-PC (PS/2) mit Programmen und Daten ferngeladen werden können. Diese Eigenschaft der Netze wurde lange vermißt. Sie schränkt nämlich die Manipulationsmöglichkeiten von Benutzern an den Endgeräten stark ein und erlaubt neben einer zentralen Programmwartung und -pflege auch die Erfüllung elementarer Anforderungen an eine zentrale Datensicherung. Mit RIPL kann man einem Benutzer eine Oberfläche zuschneiden, die er nur so verwenden kann, wie sie konfektioniert ist. Jeder, der bereits ein PC-Netz

betreibt und diese Möglichkeit nicht hat, wird zu schätzen wissen, daß er endlich weiß, was auf den PCs abläuft.

Basis für die Software ist das sogenannte LAN-Unterstützungsprogramm, welches durch NETBIOS und die LLC-Schnittstelle nach IEEE 802.2, die hier gemäß der ISO-Norm 8802/2 realisiert ist, gebildet wird.

Das Asynchronous-Communication-Server-Programm erlaubt über maximal zwei Wahlleitungsports beliebigen PC-Systemen im LAN den Zugriff auf entfernte Rechner.

Das PC-3270-Emulation/LAN-Management-Version-1-Programm leitet Netzwerk-Management-Daten an die NetView-Anwendung im Host weiter. So kann man vom Host aus genauen Aufschluß über die Arbeit der angeschlossenen PCs bekommen und in Fehlerfällen schneller reagieren.

### **Alternativen zur IBM-Vernetzung**

Die IBM-Netze werden immer da uninteressant, wo man die reine IBM- oder -kompatible Welt verläßt. Besitzt man z.B. einen Großrechner eines anderen Herstellers, oder möchte von einem PC z.B. via 3270-Emulation auf eine IBM-Maschine und anschließend via VT220-Emulation in die DEC-Welt, so kann man dies entweder durch einen Haufen Kabel und Karten, oder durch ein Netz, welches die Ankopplung der verschiedensten Rechner erlaubt, erreichen.

Vernetzungsmöglichkeiten auf der Basis des Ethernet bieten z.B. Produkte von 3COM. DEC und IBM-Mainframe sowie 3Server und ein X.25-Netz (z.B. DATEX-P) können von einer PC-Workstation aus erreicht werden. Die möglichen Lösungen unterscheiden sich in Ausführungsqualität, funktionaler Mächtigkeit und Preis. Die aufgrund einer solchen Lösung erzielte Flexibilität ist erheblich. Ein hervorragendes, neues Buch über Ethernet-Netze ist [HEG 88].

Wir haben Nutzen und Möglichkeiten der PC-Host-Kopplung diskutiert und für die Alternativen der Realisierung Beispiele besprochen. Die Auswahl einer Alternative hängt natürlich ganz von der Umgebung und den Anforderungen ab. Sollen drei ziemlich weit auseinanderstehende PCs mit einem Host verbunden werden, der ganz woanders im Unternehmen steht, ist ein LAN viel zu teuer und man wird sich auf eine Emulation mit Standardschnittstellen über Inhouse-Telefonleitungen beschränken. Den Anschluß von 50 PCs in einer Fachabteilung an das Unternehmensrechenzentrum hingegen sollte man via LAN und leistungsfähiger Steuereinheit betreiben. Es spielt dabei eine wichtige Rolle, ob die DV-Welt homogen bezüglich des Herstellers ist oder nicht. Heterogene Kopplungen sorgen, dies hat die Erfahrung gezeigt, oftmals für (unliebsame) Überraschungen. Ob man die APPC-Fähigkeit braucht oder nicht, ist eine Frage, die sich aufgrund der mangelnden Anwendungssoftware heute noch nicht so stellt. Es ist aber günstig, wenn man jetzt bereits die Wege dazu ebnen kann.

### **9.2.3 Unumgänglich: SNA**

Der PC »sticht« im Rahmen einer PC-Host-Kopplung, sei es mit LAN oder auch nicht, in die Großrechner-Netzarchitektur hinein.

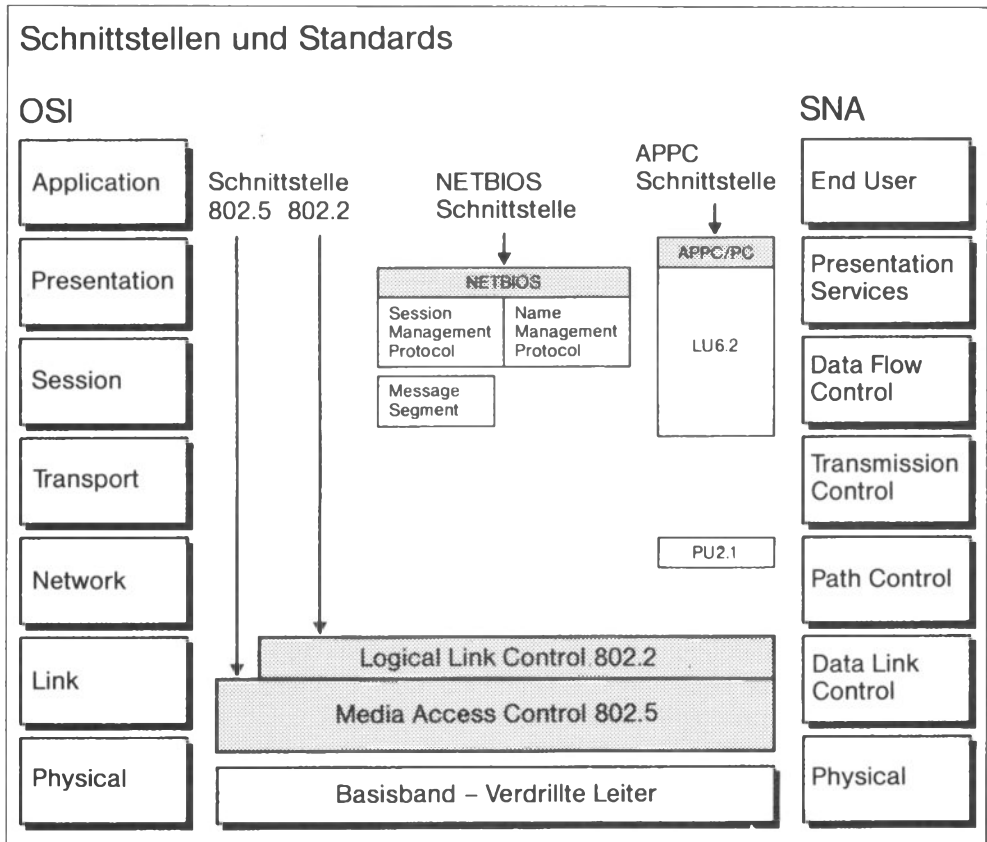
Er wird ein Element, welches dem Großrechner in den Kategorien bekannt gemacht werden muß, die dieser kennt.

Emuliert der PC ein Terminal, so muß der dem Host als Terminal vorstellig werden. Dazu müssen die Regeln bekannt sein, mit denen der Host PCs anspricht.

Wir können hier nur einen kurzen Review der SNA (Systems Network Architecture) von IBM geben.

Bücher wie [JAS 88] oder [MEU 89] sind für eine weitere Informationsfindung dringend anzuraten.

Das SNA-Konzept hat vor mehr als zehn Jahren in seiner ersten Stufe dazu beigetragen, eine Vielzahl von unverträglichen Individuallösungen durch ein integrales Kommunikationskonzept zu ersetzen, welches es dem Kunden ermöglicht, eigene private Netze auf Host- oder Subnetzbasis zu erstellen.



**Bild 9.3:** Token-Ring, SNA und OSI. Quelle: IBM

In einem IBM-System ohne SNA sind die Anwendungsprogramme einheitenabhängig, und die Netzwerkverwaltung muß individuell in den Anwendungsprogrammen kodiert werden, was nicht nur lästig, sondern auch teuer ist.

Mit SNA ist durch eine andere Funktionsverteilung die gemeinsame Benutzung der Netzwerkkomponenten einschließlich gleichzeitiger Leitungsbenutzung und dem Zugriff

zu mehreren Programmen möglich. Die Funktionen, die ein Netzbenutzer braucht, um auf ein Anwendungsprogramm in einem Host-Rechner zuzugreifen, sind:

- Polling (Sendeaufruf)
- Einheitensteuerung und Datenaufbereitung
- Adressierung und Weiterleitung
- Steuerung des Datenflusses
- Steuerung der verschiedenen Anwendungsprogrammarten
- Steuerung des ungleichmäßig auftretenden Nachrichtenaufkommens
- Leitungssteuerung

Diese Funktionen und noch eine Reihe weitere werden von SNA-Funktionalkomponenten bereitgestellt.

Wird nun ein mit SNA-Komponenten ausgestattetes Rechenzentrum mit neuen Geräten erweitert, so ist die Integration völlig unproblematisch.

Ein SNA-Netzwerk besteht aus einer Ansammlung von Geräten, die Knoten genannt werden, und Verbindungen zwischen diesen Knoten. Man unterscheidet vier Knotentypen, die man wie folgt annähernd charakterisieren kann:

**Host-Node:** Der Host-Node besteht in der Regel aus einer CPU Mainframe mit einem Betriebssystem (zum Beispiel OS/MVS oder DOS/VS), einer Zugriffsmethode (zum Beispiel ACF/VTAM) und Anwendungsprogrammen. Bezüglich SNA enthält der Host-Node üblicherweise eine Software-Zentralsteuerung (SSCP, Systems Services Control Point). Ein Beispiel für einen Host-Node ist ein Rechner der Baureihe IBM 4300, IBM 3081 oder IBM /370, gesteuert mit OS MVS SP und der TP (Teleprocessing)-Zugriffsmethode ACF/VTAM (Advanced Communication Facility/Virtual Telecommunications Access Method). ACF bezeichnet eine Erweiterung einer Zugriffsmethode auf die Möglichkeiten des SNA-Netzwerks.

**Communications-Controller-Node:** Dies ist ein Vorrechner, der direkt an den Host-Node angeschlossen wird. Er kontrolliert die Remote-Network-Konfiguration, die an ihn angeschlossen ist. Er besitzt keinen SSCP. Software für einen solchen Knoten ist ACF/NCP (Network Control Program). Es enthält folgende Funktionen:

- Steuerung des Datenaustausches über den Kabelanschluß oder Leitungen, die mittels des Leitungsprotokolls SDLC (Synchronous Data Link Control), welches ähnlich dem bereits besprochenen HDLC funktioniert, betrieben werden
- Durchführung von Fehlerbehandlungsprozeduren
- Anbringung und Entfernung von Leitungs-Vorsatzinformationen
- Generierung und Prüfung einer Blockprüfziffer für die Nachricht, gemeinsam mit der Hardware
- Veränderung und Prüfung der Übertragungszähler
- Empfang und Weiterleitung der Leitungssteuerungsinformationen zur Verwaltung der Netzwerkadressen.

**Cluster-Controller-Node:** Er ermöglicht einer Remote-Station den Zugriff zu einem Host. Beim programmierbaren Cluster-Controller-Node, zum Beispiel beim Kommunikationssystem IBM 8100, können die Anwendungsprogramme zwischen Host-Node und Cluster-Controller-Node so aufgeteilt werden, daß das Netzwerk optimal ausgenutzt wird.



Dieser Knoten stellt eine Verteilung der Funktionen sowie der Verarbeitung innerhalb des SNA-Netzwerkes dar. Beispiele sind: IBM 3600, IBM 3650, IBM 3360 oder IBM 3790. Die Cluster-Controller-Nodes werden oft auch als Steuereinheit bezeichnet und können die verschiedensten Endgeräte bedienen.

**Terminal-Node:** Der Terminal-Node ist eine abgemagerte Version des Cluster-Controller-Nodes und kann im Gegensatz zu diesem nur Terminals bedienen. Er ist stark abhängig von einer Begrenzungsfunktion, die durch den Host oder den Kommunikations-Controller vorgegeben ist und seine Möglichkeiten einschränkt. Es ist denkbar, die Fähigkeiten eines solchen Knotens direkt in ein Endgerät zu integrieren. Andererseits können solche Knoten in der Regel bis zu 64 Endgeräte bedienen, indem sie entsprechende logische Schnittstellen zum Netzwerk bereitstellen.

Die Knoten werden auch als Physikalische Einheiten (PU) bezeichnet, wobei ein Host-Node PU Typ 5, ein Communications-Controller-Node PU Typ 4, ein Cluster-Controller-Node PU Typ 2 und ein Terminal-Node PU Typ 1 verkörpert.

Die genannten sind die Knotentypen, die in einem klassischen baumstrukturierten SNA-Netzwerk vorkommen. Wir haben jedoch schon von einer Erweiterung gesprochen, die eine mehr generelle Kommunikation zuläßt, nämlich APPC. APPC wird dann von einem neuen Knotentyp, dem PU 2.1, unterstützt.

Ein PU-2.1-Knoten kann entweder einem PU-5- oder PU-4-Knoten direkt unterstehen und durch den SSCP gesteuert werden. Andererseits kann man PU-2.1-Knoten z.B. innerhalb eines Token-Ring-LAN direkt miteinander verbinden, ohne einen SSCP, der ja nur in einem Typ-5-Knoten residieren kann, zu bemühen.

Ein PU-2.1-Knoten besteht also aus einer physikalischen Einheit (Gerät), einer oder mehreren logischen Schnittstellen zum Netzwerk und einem SNCP (Single Node Control Point), der einem sehr reduzierten SSCP entspricht. Der PU-2.1-Knoten in dieser Struktur ist also ein autonomes Gebilde und kann daher sowohl in hierarchische als auch in dezentralisiert partnerschaftliche Netzwerke eingebunden werden. Die klassische Realisierung eines solchen Knotens ist der PC.

Jeder Knoten enthält eine oder mehrere Netzwerk-adressierbare Einheiten (NAU). Eine NAU ist ein Stück Software, welches einem Prozeß die Benutzung des Netzwerkes erlaubt. Es gibt logische und physische NAUs:

- *Logical Unit LU:* die übliche Schnittstelle, an die Benutzerprozesse gehen, und die wir schon weiter oben implizit genannt hatten.
- *Physical Unit PU:* eine NAU, die mit jedem Knoten assoziiert ist und durch das Netzwerk dazu benutzt wird, den Knoten an- oder abzukoppeln, ihn zu testen und verschiedene ähnliche administrative Funktionen durchzuführen.
- *Zentralsteuerung SSCP:* sie hat ein vollständiges Wissen und eine vollständige Kontrolle über alle Front-Ends (Communications-Controller-Node), über alle Controller (Cluster-Controller-Node), über alle Terminal-Nodes und somit über alle Endgeräte, die über das Netzwerk an den Host angeschlossen sind.
- *PU-2.1-Steuerkomponente SNCP:* sie ist in der Lage, den Knoten im Rahmen der APPC-Dienste autonom zu steuern, wenn dieser nicht von einem SSCP gesteuert wird.

Die Sammlung von Hard- und Software, die von einem SSCP gesteuert wird, heißt Domäne. Ein SNA-Netzwerk kann aus einer oder mehreren Domänen bestehen.

Ein Token-Ring als SNA-Subsystem kann unter die Kontrolle des SNA-Netzwerk-Managements gestellt werden.

Die Bestandteile des IBM-SNA-Netzwerk-Managements sind:

- *Betriebs-Management*: die Aufgabe, den normalen Betrieb der Netzwerk-Ressourcen zu steuern.
- *Fehlerbestimmung*: die Aufgabe, Probleme zu isolieren und Fehlerursachen zu bestimmen.
- *Problem-Management*: die Aufgabe, Netzwerkprobleme aufzudecken, zu verfolgen und zu lösen.
- *Änderungs-Management*: die Aufgabe der Koordination, Planung, Überwachung und Durchführung von Änderungen in der Netzwerkkonfiguration.
- *Leistungs- und Durchsatzüberwachung*: die Aufgabe der Quantifizierung und Messungen, um die Leistungsfähigkeit des Netzwerks zu ermitteln und zu verbessern.

IBM stellt eine Reihe von Produkten für das Management zur Verfügung.

An dieser Stelle ist es das Ziel, die grundsätzlichen Fragestellungen und Möglichkeiten des IBM-SNA-Netzwerk-Managements anhand eines Überblicks über diese Produkte darzustellen. Es muß beachtet werden, daß verschiedene Produkte nicht auf allen Rechnern und unter allen Betriebssystemen und in Kombination mit allen Zugriffsmethoden verfügbar sind.

Für größere SNA-Netzwerke wird der Aufbau eines Netzwerksteuerungs-Zentrums (System Network Control Center) empfohlen. Es vereinigt an einem Ort alle erforderlichen Kenntnisse, Werkzeuge, Informationen und Verfahren, die für die Verwaltung und Steuerung eines Netzwerks erforderlich sind. Bausteine des S/NCC sind:

- Spezielle Konsolen mit Zugriff auf netzinterne Informationen, Datenbanken usw.
- Bausteine und Werkzeuge für den Netzwerkbediener, der verantwortlich für den Betrieb des Netzwerks, die Überwachung von Zuständen im Netzwerk und für die Unterstützung bei der Problemfindung ist.
- Hilfsmittel für den Technical Support.
- Hilfsmittel für die Verfolgung und Behandlung von Netzwerkproblemen.
- Hilfsmittel für die Änderungen im Netzwerk: Benachrichtigung, Prüfungsverfahren, Genehmigungsverfahren, Übersichtendurchführung und Koordination.
- Hilfsmittel für die Netzwerkstruktur und Bestandserfassung; hier werden Daten über Netzwerkaufbau und Gerätebestand sowie Informationen vom Hersteller über Werkzeuge zur Problembestimmung geführt.
- Hilfsmittel zur Ausbildung und Information der Endbenutzer.

Die Communication Management Configuration (CMC) ist eine Menge von Programmprodukten für die Baureihe /370, die das Management und die Kontrolle eines ganzen Netzwerks von einem zentralen Ort aus erleichtert. Die Programmprodukte kommunizieren mit Hosts in anderen Domänen, um deren Ressourcen zu managen und zu kontrollieren.

In SNA-Netzwerken sind die SSCPs die Hauptkomponenten. Der Netzwerkplaner kommuniziert mit einem SSCP über Parameter, die vom Systemprogrammierer angegeben

werden, der das Programm festlegt, in welchem sich der SSCP befindet. Im wesentlichen werden die Ressourcen der Domäne angezeigt und die Aktivierung eingeleitet.

Netzwerkbediener kommunizieren mit einem SSCP über Bedienerbefehle und werden dabei von TP-Zugriffsmethoden unterstützt. Sie erlauben bestimmten Netzwerkbedienern:

- Aktivierung und Deaktivierung von Netzwerkressourcen
- Anzeige von Betriebszuständen

Angaben über Parameter für die Zugriffsmethode steuern den Ausgangszustand der Ressourcen einer Domäne für die Aktivierung; dagegen steuern Bedienerbefehle den Zustand der Ressourcen, nachdem sie erstmals aktiviert wurden.

Die Netzwerkkommunikationssteuereinrichtung NCCF ist ein Lizenzprogramm, welches die Bedienersteuerung in Umgebungen von ACF/TCAM, ACF/VTAM und ACF/VTAME verbessert. Es bildet eine Programmbasis für das Netzwerk-Management und stellt Services für die Anpassung der Installation, insbesondere bei der Teilnahme des Hosts an einem Mehrdomänen-Netzwerk bereit:

- Ein Bediener hat die Möglichkeit, Steuerbefehle einzugeben, die in jedem am Netzwerk beteiligten Zentralrechner ausgeführt werden können
- Unterstützung der Aufzeichnung und Zugriff auf Daten zur Fehlerbestimmung
- Unterstützung für vom Benutzer geschriebene Befehlsprozessoren, die spezielle Funktionen als Reaktion auf vom Benutzer angegebene Bedienerbefehle durchführen
- Unterstützung für die Ausführung vom Benutzer eingerichteter Befehlslisten (Stapeljob)
- Unterstützung für die Kommunikation von Netzwerkbedienern in verschiedenen Domänen
- Steuerung des Netzwerks von entfernten oder lokalen Bedienerkonsolen
- Zuordnungsmöglichkeit von Steuerungsbereichen für jeden Netzwerkbediener; die vom Bediener kontrollierbare Untermenge des Netzwerks wird eingeschränkt
- Nutzung von Kommunikations- und Datenbank-Einrichtungen für das Sammeln, Speichern und Abrufen von Daten über Netzwerk-Fehlersituationen. Dadurch wird NCCF zur Basis der Problembestimmungsanwendung NPDA (Network Problem Determination Application).

Die Aufgabe, Fehlerursachen festzustellen und zu isolieren, muß in relativ kurzer Zeit erledigt werden können, da sonst die Produktivität des Netzwerkes erheblich in Frage gestellt ist.

- Akkumulierung, Überwachung und Speicherung von Daten für die Problembestimmung
- Bereitstellung von Hilfsmitteln zur Ermittlung fehlerhaft arbeitender Hardware-Komponenten
- Hilfe bei der Datenanalyse
- Sammlung, Organisation und Anzeige von Statistiken für Fehler, die mit folgenden Komponenten assoziiert sein können: Kanäle, DFV-Steuereinheiten, Terminals, Modems, DFV-Leitungen, Gateways, Zugriffseinheiten
- Schnittstelle für die Kommunikation des Netzwerk-Managements Communication Network Management Interface CNMI für die Ausdehnung der Leistungen der NPDA auf mehrere Domänen in Kommunikation aller vorhandenen NPDA in allen Domänen.

Problem-Management ist der Vorgang des Aufdeckens, Aufzeichnens, Verfolgens und Lösen von Problemen, bei denen Netzwerk-Ressourcen betroffen sind. Änderungs-Management ist der Vorgang für Planen, Koordinieren, Verfolgen und Implementieren von Änderungen für ein Netzwerk.

### **9.2.4 Ein zusammenfassendes Beispiel: ECF**

Schon seit langem besteht die Idee, statt der üblichen Server-PCs in PC-Netzen als Server größere Rechnersysteme einzusetzen, um zum einen deren Kapazitäten auch für die PCs nutzbar zu machen und zum anderen deren bessere Datenschutz- und Sicherungsmechanismen auch dem PC-Benutzer direkt zur Verfügung zu stellen, ohne daß er hierzu größere Kenntnisse über die Bedienung des jeweiligen Großrechners besitzen muß. Als Rechnersysteme bieten sich hierfür naturgemäß Systeme von IBM mit den Betriebssystemen MVS und VM sowie von DEC mit dem Betriebssystem VMS an.

Als Server-Funktionen kommen die Nutzung der Platten, der Bänder und der Drucker des Großrechners in Betracht. Des weiteren wird dem PC-Nutzer auch der Zugriff auf das Großrechnernetz und die daran angeschlossenen Systeme im Dialog ermöglicht. Hinzu kommen Funktionen wie File-Transfer, Mailing und Remote Data Access, je nachdem, wie komfortabel die Netzwerkarchitektur des jeweiligen Systems ausgebaut ist. Zentrale Zugänge zu internationalen Netzen und Datenbanken lassen sich so kostengünstig zentral nutzen, verwalten und abrechnen.

Die Nutzung des Großrechners als reiner »PC-Server« und als Gateway in einer PC-Host-Umgebung entspricht aber nur teilweise den Anforderungen der Anwender an eine PC-Host-Kopplung. Vielmehr will er auch die für ihn relevanten Teile der Ressourcen des Großrechners direkt in entsprechenden PC-Anwendungen weiterverarbeiten können, um so die Eigenschaften des jeweiligen Systems optimal einsetzen zu können.

Für den Endanwender bedeutet dies gleichberechtigten Zugriff

- einerseits auf den klassischen Großrechner mit seinen großen Datenbanken und Informationssystemen und seiner hohen Rechnerleistung und
- andererseits auf den PC mit seinen Wysiwyg-Eigenschaften (What you see is what you get), seinen Grafikeigenschaften und seinen hervorragenden Tools, kleinere Programme und Anwendungen leicht und einfach zu erstellen, zu testen und auszuführen.

Das Ziel: uneingeschränkte Nutzung der wesentlichen Ressourcen.

Die Symbiose der jeweiligen Eigenschaften der beiden Systeme unter zusätzlicher Ausnutzung der Server-Funktionen zur Erhöhung der Datenintegrität sind also letztlich das eigentliche Ziel des Anwenders. Er wünscht sich verteilte Anwendungen und Funktionen unter einer einheitlichen Benutzeroberfläche, von der aus er Zugriff auf alle erforderlichen Ressourcen hat. Diese Verteilung von Funktionen auf das jeweils geeignetste System wird häufig auch als CASE-Konzept bezeichnet (Computer Aided Software/System Engineering).

Entsprechende Produkte hierzu in den unterschiedlichsten Ausprägungen werden schon seit längerer Zeit am Markt angeboten. Die meisten von ihnen basieren auf CICS im Host und Cobol als Programmiersprache und dienen primär der schnellen und komfortablen Entwicklung von Programmsystemen für den Host auf den PCs. Beispiele hierfür sind

TELON, URUS und SIRON/SIROSS. Andere Programmsysteme benutzen den Host primär als Server unter Ausnutzung spezieller Kommunikations-Hardware. Diese Systeme setzen eine direkte, schnelle PC-Host-Kopplung voraus, wenn sie einigermaßen sinnvoll eingesetzt werden sollen. Ein Zugriff auf eine virtuelle PC-Platte im Host mit weniger als 64 Kbps kann nicht als sinnvoll bezeichnet werden.

Ein Beispiel für eine sinnvolle Ausnutzung der Ressourcen des Hosts als Server im LAN ist die Novell-Software, die den Einsatz von DEC-Systemen als Hochleistungsserver im Ethernet-LAN ermöglicht.

Von IBM gab es lange Zeit kein vergleichbares Produkt. Erst als sich der Markterfolg dieser Produkte besonders in größeren Unternehmen immer deutlicher abzeichnete, begann auch IBM entsprechende Konzepte und Schnittstellen zur PC-Host-Integration zu entwickeln. Als Basis diente die System-Anwendungsarchitektur (SAA), als Schnittstelle zwischen PC und Host die bekannte 3270-Emulation für Bildschirme und Drucker (Logical Unit vom Typ 1 und 2), sowie die APPC-Schnittstelle (Advanced Program to Program Communication), die auf der LU 6.2 basiert.

### **Die IBM-Lösung**

Als Endprodukt für den Anwender bietet IBM seit 1987/88 die Enhanced Connectivity Facilities an. Sie bestehen aus mehreren Programmen oder Funktionen, die die Kommunikation zwischen PCs und IBM-Hosts mit den Betriebssystemen MVS/XA und VM/SP vereinfachen und verbessern sollen. ECF besteht im Prinzip aus drei Teilen, wovon zwei optional und mit ECF bezeichnet werden und eines als PC-Host-Kommunikationsschnittstelle bereits im Betriebssystem des jeweiligen Systems oder der entsprechenden PC-Emulationssoftware enthalten ist. Momentan nutzt IBM für die Kommunikation noch nicht die LU-6.2-Schnittstelle, hat aber bereits angekündigt, diese in zukünftigen Versionen zu unterstützen.

Die Hauptaufgabe von ECF ist, wie bei entsprechenden Produkten beispielsweise der Arbiter von DIALOGICA, die Verwendung des Hosts als Server für den PC und eine direkte, verdeckte Konvertierung von Host-Daten in entsprechende PC-Daten oder umgekehrt, ohne daß dies vom Anwender bei entsprechender Menüführung angegeben werden muß.

Sämtliche Betriebsmittel des Hosts, d.h. Platten, Drucker, Plotter etc., sollen auch vom PC aus mitbenutzbar sein.

### **Das Server Requester Programming Interface (SRPI)**

Das Ziel von SRPI ist die Bereitstellung einer einheitlichen Programmierschnittstelle, die es dem Anwender ermöglicht, unabhängig von der Art der Verbindung zwischen PC und Mainframe, Anwendungsprogramme auf dem PC und dem Mainframe zu entwickeln, die miteinander kommunizieren können. Der Programmierer oder Systemanalytiker benötigt keinerlei Kenntnisse über die darunterliegenden Kommunikationsprotokolle. Die SRPI-Schnittstelle ist integraler Bestandteil der sogenannten Routerfunktion. Die Routerfunktion arbeitet nur paarweise. Es müssen also sowohl im Mainframe als auch auf dem PC die zueinander passenden Programme bzw. Programmversionen installiert sein (siehe Bild 9.4).

SRPI ist wie schon erwähnt in den Standardkomponenten des Host-Betriebssystems bereits enthalten. Auch die entsprechenden PC-Programme sind normalerweise als Basis für die PC-Host-Kopplung bereits vorhanden.

SRPI ist Bestandteil von

- TSO/E ab Release 3 in einer MVS/XA-Umgebung
- VM/SP ab Release 4
- IBM-PC-3270-Emulation-Program-Entry-Level ab Version 1.2
- IBM-PC-3270-Emulation-Program ab Version 3 und
- IBM-3270-Workstation-Program ab Version 1.1
- OS/2-Extended-Edition.

Jeder Anwender kann daher unter Nutzung dieser einheitlichen Schnittstelle sich eigene Anwendungen schreiben.

Dies wird dadurch erleichtert, daß es auf dem PC für das SRP-Interface nicht nur Schnittstellen zum Makro-Assembler gibt, sondern auch zu Hochsprachen wie dem IBM-Pascal-Compiler ab Version 2 und dem IBM-C-Compiler.

Unter MVS steht als Schnittstelle nur der Assembler zur Verfügung. Anders ist dies unter VM. Hier gibt es zusätzlich ein Interface zur Prozedural-Sprache REXX. Mit ihr lassen sich auf einfachste Art und Weise kleinere Programme erstellen, um testweise Routinen zu entwickeln, die das SRP-Interface benutzen. Benutzbare SRPI-Befehle in REXX sind ADDENTRY, DELENTY, GETREQ, SENDREQ, SETREPLY. Für kleinere Programme reicht REXX sowohl vom Befehlsumfang als auch von der Geschwindigkeit aus. Größere Anwendungen sollten in Assembler (oder C) erstellt werden.

Die eigentliche Kommunikation zwischen (PC-)Requester und (Host-)Server erfolgt über die fest definierte Send-Request-Funktion. Hierzu wird im Anwenderprogramm ein einheitlicher Connectivity Programming Request Block (CPRB) aufgebaut, über den der gesamte Datentransfer abgewickelt wird. Maximal 32 Kbyte Parameter und 64 Kbyte Daten können pro CPRB zum Mainframe-Server übertragen werden. Weitere Makros oder Funktionen werden nicht benötigt! Es gibt also nur einen einzigen Übertragungsbereich, über den die gesamte Kommuniaktion abgewickelt werden kann. Dies verdeutlicht, wie einfach diese Schnittstelle sowohl vom Anwender als auch vom Entwickler handhabbar ist.

### **Ein Beispiel aus der Praxis**

Auf der Basis der SRP-Schnittstelle wurden testweise an einer Installation PC- und Host-Programme entwickelt. Benutzt wurden im PC **DOS 3.3, Token-Ring-Hard- und -Software und die 3270-Emulationssoftware Version 3**. Die PC-Host-Programme sollten ein automatisches Backup-Verfahren der PC-Platten auf die Platten der zentralen DV-Anlagen über den Token-Ring ermöglichen.

Eine effektive Datensicherung bei Festplatten im Netz ist deshalb dringend erforderlich, da normalerweise das Sichern der Platten durch den Benutzer nur unregelmäßig auf Disketten erfolgt. Dieses Verfahren ist für den Benutzer sehr umständlich und zeitraubend, da mit dem Backup-Befehl von DOS pro 40 Mbyte Festplatte innerhalb einer Stunde ca. 34 Disketten gewechselt werden müssen. Eine effektivere Datensicherung am PC setzt Streamer oder Laser-Disks voraus, die zusätzliche Kosten verursachen und häufig vom End-

anwender auch nur sporadisch eingesetzt werden. Die so gesicherten Daten sind im allgemeinen frei zugänglich, ein effektiver Datenschutz kann kaum gewährleistet werden.

Es bietet sich also an, zur Datensicherung und zum Datenschutz der Daten auf den PC-Platten das vorhandene Netzwerk und die Host-Systeme für den Platten-Backup einzusetzen. Das Programm kann unbeaufsichtigt zum Beispiel in der Mittagspause oder zeitgesteuert automatisch in festen Abständen laufen. Es steht lediglich während dieser Zeit der betreffende PC nicht zur Verfügung (bei Verwendung von DOS als Betriebssystem). Die zu sichernden Dateien werden über das Netz zum Host geschickt, wo sie im DOS-Format abgelegt werden. Konvertierungen sind nicht notwendig, da von seiten des Großrechners keine Zugriffe auf diese Daten erfolgt. Die Verwaltung der Dateien, d.h. Aufteilung der einzelnen Blöcke und Anlegen eines Inhaltsverzeichnisses, obliegt dem Backup-Programm. Der große Vorteil dieses Verfahrens liegt darin, daß auf dem Host vom Backup wiederum täglich oder wöchentlich Sicherungskopien im Rahmen der regelmäßigen Datensicherung des Rechenzentrums gemacht werden und normalerweise ein erheblich besserer Datenschutz gewährleistet ist. Ein völliger Datenverlust, wie er auf Stand-alone-PCs durchaus möglich ist, wird bei diesem Verfahren sehr unwahrscheinlich.

Das Programm arbeitet wie folgt:

Nach dem Starten der 3270-Emulation wird im DOS der Requester aufgerufen. Das Requester-Programm auf dem PC übergibt dem Server zuerst eine Funktionsnummer, die festlegt, was zu tun ist:

- Datei anlegen
- Datei löschen
- Ersetzen der vorhandenen Dateien
- Lesen und Schreiben

Beim Schreiben wird zuerst ein leerer Directory-Block geschrieben, der nach Beendigung der Datensicherung mit den entsprechenden Einträgen gefüllt wird. Die Daten werden in 32-Kbyte-Blöcken übertragen und abgelegt. Der Zugriff auf diese Blöcke auf dem Host ist wahlfrei, und die Übertragung erfolgt transparent, d.h., daß die Blöcke in beliebiger Reihenfolge gelesen und (sofern keine Lücken entstehen) auch geschrieben werden können. Die Dateien sind von der Host-Seite aus nicht lesbar, da keine Konvertierung stattfindet.

Allerdings traten beim Schreiben eigener Requester-Programme auch einige Probleme auf, die hier nicht verschwiegen werden sollen:

- Man kann leider momentan nur die in der Beschreibung erwähnten C- oder Pascal-Compiler, bzw. Assembler verwenden (IBM- oder Microsoft-Produkte). Andere Compiler wie Turbo Pascal oder Turbo C von Borland sind unverträglich mit den zu verwendenden INCLUDE-Dateien. Dies verzögert die Entwicklungszeit für die Programme erheblich. So brauchte QuickC von Microsoft für das Kompilieren und Linken eines in C geschriebenen Requesters von etwa 100 Zeilen auf einem AT in Netzwerkumgebung etwa 2 Minuten. Turbo Pascal hätte dazu nur etwa 2 Sekunden benötigt. Das probeweise eingesetzte IBM-Pascal war noch langsamer.
- Die 3270-Emulation von IBM benötigt soviel Speicherplatz, daß kein Compiler mit dem verbleibenden Platz auskommt. In der Praxis bedeutet dies, daß das Entwickeln der PC-Host-Software auf einem getrennten System erfolgen muß, oder daß nach dem Überset-

zen der Programme die 3270-Emulation immer wieder neu gestartet werden muß. Die Geschwindigkeitsvorteile, die ein PC gegenüber einem Großrechner bei der Programm-entwicklung bietet, gehen dabei verloren.

- Alphanumerische Parameter, die dem Server vom Requester übergeben werden, müssen von ASCII nach EBCDIC konvertiert werden, da das ECF keine Konvertierung durchführt. Das ist ein Nachteil der sonst so praktischen Transparenz.

Es ist zu hoffen, daß die jetzt bestehenden Einschränkungen in einer DOS-Umgebung, primär was die Ausnutzung des Speichers betrifft, in neueren Versionen verbessert werden. Wird statt des Token-Ring-Anschlusses beispielsweise mit einem Lokalananschluß an eine IBM-3174-Steuereinheit gearbeitet, kann mit der IBM-3270-Emulation-Software »Entry Level« gearbeitet werden, die ca. 150 Kbyte weniger Hauptspeicher benötigt. Auch das 3270-Workstation-Programm verbessert die Nutzbarkeit des vorhandenen Speichers, so daß größere Programmsysteme auf der Basis der SRP-Schnittstelle unter DOS entwickelt werden können.

Unter OS/2-Extended-Edition ist die SRP-Schnittstelle bereits im Betriebssystem enthalten. Hier treten keinerlei Speicherplatzengpässe auf. Es ist deshalb empfehlenswert, neuere Entwicklungen auf der Basis dieser Schnittstelle direkt unter OS/2 zu realisieren, da erst hier die volle Leistungsfähigkeit dieser Schnittstelle ausgenutzt werden kann.

### **Die Server/Requester-Programme von IBM: ECF**

ECF basiert auf der SRPI-Schnittstelle und ist ein Zusatzprogrammpaket der IBM für die Betriebssysteme MVS und VM. ECF bietet dem Anwender die unterschiedlichsten Einsatzmöglichkeiten an, auf die im folgenden näher eingegangen werden soll. ECF ersetzt das Vorläuferprodukt IBM VM/PC BOND, das nur in einer VM-Umgebung installiert werden konnte und nur den 3278-Adapter unterstützte. ECF kann als das strategische IBM-Produkt zur Einbindung von PCs in IBM-Host-Umgebungen bezeichnet werden.

ECF besteht aus zwei Teilen:

- Aus Anwenderprogrammen auf dem PC, die Daten oder Dienstleistungen vom Mainframe anfordern, den sogenannten **Requestern** und
- aus Programmen auf dem Mainframe, die die geforderten Dienstleistungen über eine einheitliche Schnittstelle dem PC anbieten, dem **Server**.

Das Zusammenspiel der einzelnen Komponenten kann wie folgt aussehen:

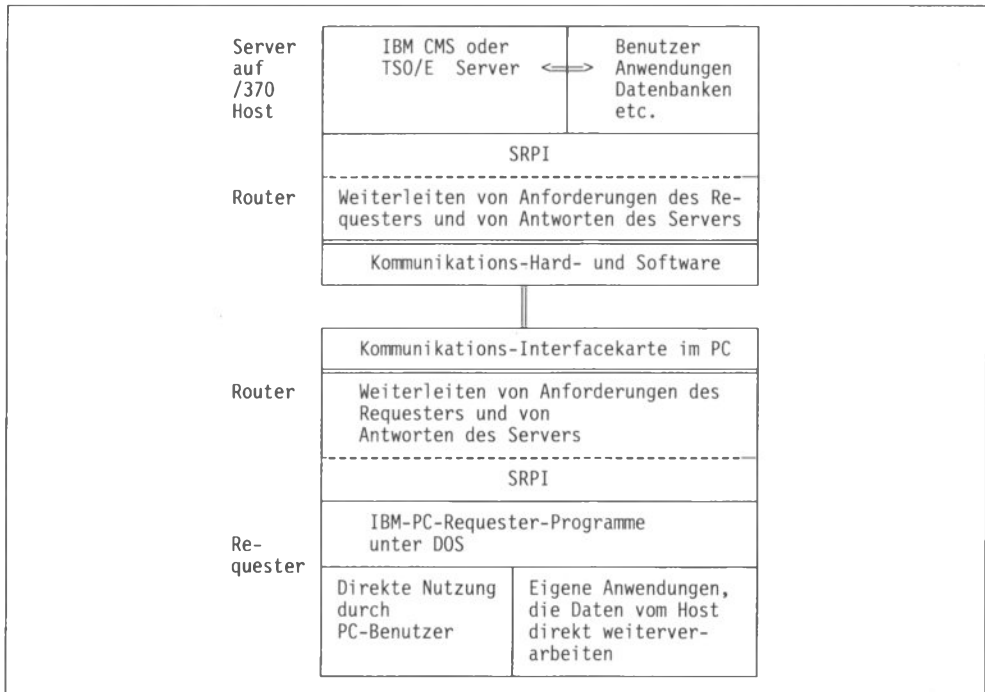
ECF wird zukünftig auch auf der APPC-Schnittstelle basieren und läuft auf dem IBM-PC, XT und AT, sowie auf allen PS/2-Systemen und S/370-Systemen mit den oben genannten Betriebssystemen.

Die Verbindung zum Mainframe kann über eine SNA/SDLC- bzw. eine Multiprotokoll-adapterkarte (nicht sinnvoll, wenn ECF nur in der Funktion als File- und Disk-Server benutzt wird), über eine 3270-Adapterkarte (im DFT-Mode), über PC-Network oder über Token-Ring aufgebaut werden.

Die Requester-Programme werden mit dem Host-Programm mitgeliefert und über die vorhandene Verbindung auf den PC heruntergeladen. Auf ihm werden mindestens 640 Kbyte Hauptspeicher vorausgesetzt. Für die eigentliche Anwendung verbleiben je nach Konfiguration (LAN oder Anschluß über 3278-Adapterkarte) ca. 240 bis 315 Kbyte Haupt-



speicher – allerdings nur, wenn nicht alle Funktionen der Server/Requester-Programme initialisiert werden. Die Help-Menüs beispielsweise und die Menüführung setzen EZ-VU auf dem PC voraus. Werden sie benutzt, sinkt der verfügbare Speicherplatz auf unter 100 Kbyte. Hier wird besonders deutlich, wie dringend notwendig ein »Mehr an Speicher« entweder unter OS/2 oder zumindest unter Ausnutzung zusätzlichen EMS-Speichers unter DOS ist, wenn komfortable Schnittstellen zur PC-Host-Kommunikation aktiviert werden sollen.



**Bild 9.4:** Zusammenspiel der ECF-Komponenten.

Die Verwaltung der Benutzer, die über ECF mit dem Host kommunizieren, erfolgt unter ISPF im Host. Hier werden auch die grundsätzlichen Möglichkeiten festgelegt, die ein Anwender hat, um auf Host-Daten vom PC aus zuzugreifen.

### ECF-Funktionen

Welche Funktionen bzw. Programme bieten nun Server bzw. Requester auf Mainframe und PC?

*Generell:* Funktionen zum Aufruf von Mainframe-Prozeduren oder zum Absetzen von Kommandos zur Benutzung von Virtual-Disk-, -File- und -Print-Funktionen, zum File-Transfer oder zum Zugriff auf Mainframe-Datenbanken und Informationssysteme.

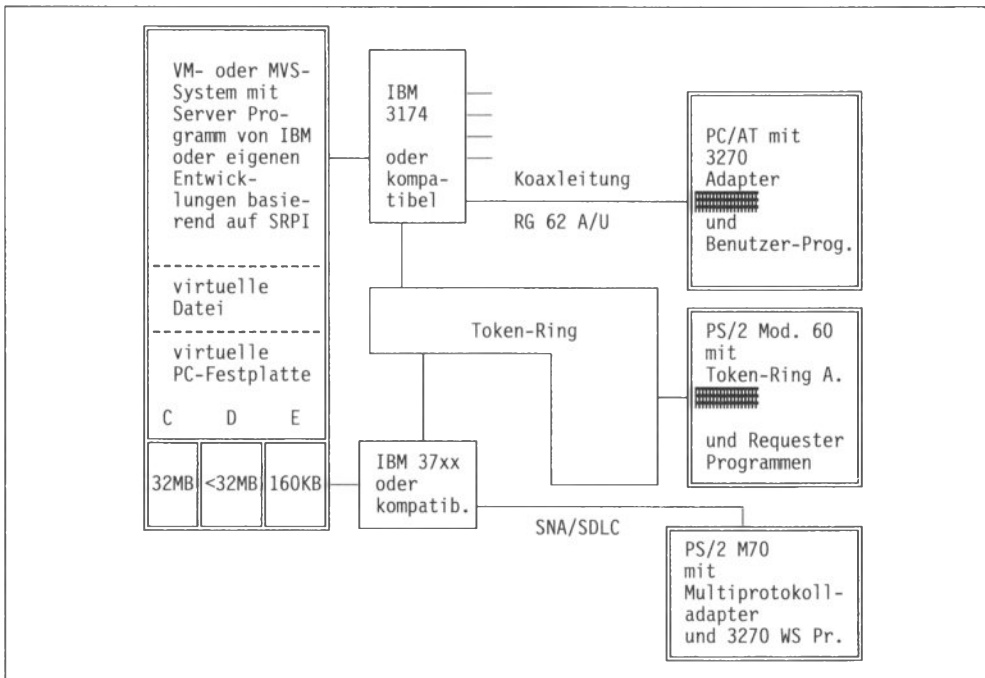
*Im Detail:* Der Zugriff auf Datenbanken wie Database 2 und SQL/DS ist über vordefinierte oder über dynamische Abfragen möglich.

Eine Bildschirm-Schnittstelle unterstützt gegebenenfalls den Benutzer beim Aufbau der von ihm gewünschten SQL-Datenbankabfrage. Die Ergebnisse einer Abfrage können im

Mainframe abgespeichert, zum PC übertragen, oder direkt in einer »Virtual Disk« abgespeichert werden. Diese »virtuelle Disk« ermöglicht dem Anwender die wahlweise Zuordnung des Ziels für die Host-Daten. Ziele können der PC-Bildschirm, eine Benutzer-Datei oder eine fest von ECF zugeordnete Datei sein.

Die Dateidefinitionen werden automatisch erhalten, wenn das Anlegen der Datei mit angefordert wird. Die Extraktion von Daten aus der Datenbank und deren Übertragung zum PC kann mit einer einzigen Operation durchgeführt werden. Wird DXT (Data Extract) eingesetzt, kann auch dieses vom PC-Requester angestoßen werden. Mit Hilfe von DXT kann auf DL/I-Datenbanken, VSAM-Dateien, Database-2- und SQL/DS-Datenbanken zugegriffen werden. Ergebnisse einer Extraktion mittels DXT werden im DXT-Integration-Exchange-Format (IXF) im Mainframe abgespeichert.

PC-Benutzer können diese Dateien entweder als »Virtual File« benutzen, oder indem sie die Daten in eine »Virtual Disk« bzw. auf den PC kopieren.



**Bild 9.5:** ECF-Beispielkonfiguration.

### Nutzen der Host-Platten durch den PC

Eine »Virtual Disk« entspricht der virtuellen Platte auf einem Server-PC im PC-Network oder Token-Ring. Der Zugriff auf diese virtuelle Platte erfolgt über DOS Device Driver. Die virtuelle Platte erscheint im Mainframe als normale Datei. Die Daten werden im PC-Format aufgezeichnet und nicht konvertiert, sind also vom Mainframe nicht lesbar. Eine virtuelle Platte kann maximal 32 Mbyte groß werden. Die Platte wird per PC-Kommando auf dem Mainframe installiert und initialisiert. Die Zahl der möglichen virtuellen Platten

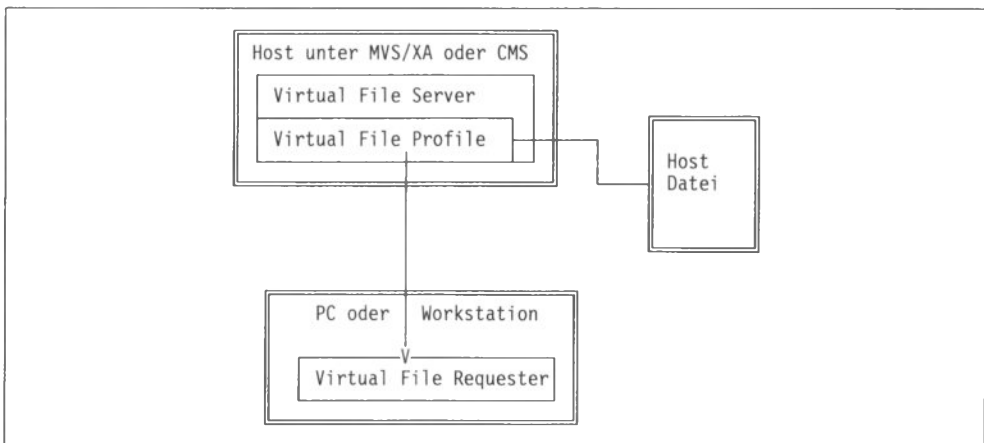
und deren Größe ist nur durch DOS beschränkt. Auf sie kann von mehreren Benutzern gleichzeitig im Read-Mode zugegriffen werden. Vorteil: Um Backups braucht sich der Anwender nicht mehr kümmern. Das virtuelle Plattenkonzept unter ECF entspricht dem von PC/VM BOND.

Nicht benutzbare DOS-Befehle sind: FORMAT, DISKCOPY, DISKCOMP, FDISK und SYS.

Bei einem »Virtual File« kann der PC-Benutzer oder eine Anwendung auf dem PC auf Host-Dateien so zugreifen, als würde es sich um ein PC-File handeln. Die Daten sind aber im normalen Mainframe-Format gespeichert. Die Virtual File Facility übernimmt entsprechend den Spezifikationen des Benutzers die notwendigen Übersetzungen und Transformationen zwischen den unterschiedlichen Datei-Strukturen. Die virtuelle Datei kann sowohl vom PC als auch vom Mainframe benutzt werden. IBM-PC-Benutzer oder Anwendungen können damit quasi gleichzeitig mit anderen PC-Benutzern oder Anwendungen und/oder Mainframe-Anwendungen unter Kontrolle des Mainframes auf denselben Datenbestand zugreifen und diesen bearbeiten.

In einer VM-Umgebung werden alle CMS-Dateien unterstützt, in einer MVS-Umgebung nur sequentielle (bzw. partitioned data sets) Dateien. Der Zugriff auf diese Dateien ist für den PC-Benutzer transparent.

Die DOS-Kommandos CHKDSK, DISKCOMP, DISKCOPY, FORMAT, JOIN, LABEL, RECOVER, RESTORE, SUBSTR und SYS können bei einem Virtual File Drive nicht benutzt werden.



**Bild 9.6:** Zum File-Service.

Der Virtual File Profile definiert die Art des Zugriffs und die Umsetzung, wenn ein PC direkt auf Host-Dateien zugreifen will. Ein Standard Profile wird bei der Installation von ECF automatisch erstellt. Er muß auf die Gegebenheiten (Namenskonventionen) der jeweiligen Installation abgestimmt werden. Jeder Benutzer kann sich selbst Benutzer-Profiles definieren und ist damit in der Lage, eine direkte Umsetzung spezieller Datei-Strukturen unter VM oder MVS in eine PC-lesbare Form durchzuführen. Die Umsetzung kann durch ein eigenes Profile (VFDEF) erfolgen oder dadurch, daß das vorhandene Profile für

die momentan benötigten Zwecke kurz überschrieben wird. Spezielle Host-Datenstrukturen lassen sich so, falls eine exakte Beschreibung des Aufbaus der Datei erstellt wurde, automatisch so umsetzen, daß sie beispielsweise von Lotus oder dBase direkt weiterverarbeitet werden können. Der Endanwender oder Sachbearbeiter muß hiervon keinerlei Kenntnisse haben.

Wie sieht nun der PC-Benutzer beispielsweise eine VM-Datei?

Nehmen wir an, auf dem Host (VM) befindet sich die Datei

Dateiname	Dateityp	Name der Minidisk
Test	DATA	A

Der PC könnte auf diese Datei unter dem Namen "Virtuelle LW-Nr.":\A\test.DAT zugreifen.

Eine Übersicht über alle CMS-Minidisks des Benutzers erhält der Anwendner am PC mit dem Kommando `DIR "Virtuell LW-Nr.":\`

Die Virtuelle Laufwerksnummer wird bei Aufruf des »VFILE«-Kommandos festgelegt, in dem gleichzeitig auch das Profile für die Umsetzung in ein »PC-lesbares« Format mit-angegeben werden kann.

Beispiel: `VFILE START E: PROFNAME(ecf)`

Das Profile kann verändert werden (VFILE OVERRIDE) und wird mit eigenen Kommandos definiert (VFDEF display, send, retrieve oder erase). Diese Profiles können auch bei SQL-Operationen oder bei einem formatgesteuerten Kopiervorgang benutzt werden.

### Nutzen der Host-Druckerkapazität

Die »Virtual Print«-Funktion ermöglicht es dem PC-Benutzer, die Mainframe-Drucker so zu nutzen, als ob sie real an seinem System angeschlossen wären. Virtual Print unterstützt Anwendungen, die normalerweise mit dem IBM-Grafikdrucker, dem Quietwriter, dem 4201-Proprietary oder dem Color Jet Printer arbeiten. Virtual Print konvertiert alle Steuerzeichen, die eigentlich für diese Drucker bestimmt sind, in Steuerzeichen, die von 1403- oder 3800-Druckern interpretiert werden können. Der Grafik-Mode einiger Drucker wird dabei nicht unterstützt. Bis zu vier Drucker kann ein Benutzer gleichzeitig ansteuern. Das Virtual Print Profile kann auf die Bedürfnisse des Benutzers zugeschnitten werden.

### PC-Host Datenübertragung

Der **File-Transfer** wurde gegenüber bisher verwendeten Protokollen weiter verbessert. File-Transfer ist zwischen einer PC-Datei, einer Virtual Disk und einer Mainframe-Datei möglich. Unterstützt wird File-Transfer auch zur Übertragung von Binär-Dateien und sogenannter formatierter Daten. Im Text-Mode werden die Daten von ASCII nach EBCDIC oder umgekehrt konvertiert, im Binär-Format werden sie transparent übertragen. Formatierte Übertragung von Dateien bedeutet, daß bekannte und definierte Formatvorgaben in der zu übertragenden Datei existieren, die in ein im Zielsystem bekanntes Datei-Format konvertiert werden sollen.

Die Datenkonvertierung erfolgt feldweise, gesteuert durch die Vorgaben des Benutzers oder des PC-Programms. Auch eigene Konvertierungsregeln sind möglich. Unterstützt wird beispielsweise das DIF-, WRK-, SYLK- und WKS- bzw. WK1-Format von Pro-

grammprodukten der Firma Lotus oder das dBase-Format des entsprechenden Programmprodukts von Ashton-Tate.

### **Das Absetzen von Befehlen an den Host aus der PC-Anwendung**

ECF bietet mittels Bildschirmmenü die zusätzliche Möglichkeit, über die Kommandosprache oder über eine Programmierschnittstelle die unterschiedlichsten Mainframe-Funktionen zu nutzen.

Beispiel: `VHOST RUN LISTFILE * * A`

Aus dem DOS wird der Befehl LISTFILE ans CMS geschickt, dort ausgeführt und das Ergebnis am PC-Bildschirm dargestellt. Man kann die Ergebnisse des Kommandos auch umleiten und beispielsweise in einer PC-Datei direkt speichern, um sie mittels PC-Programm weiterzuverarbeiten. Hierzu wird eine Eigenschaft von ECF ausgenutzt, die als ECF-Device bezeichnet wird und auch für andere Befehle, wie VSQL und VDXT anwendbar ist. Der PC-Benutzer kann angeben, ob er das Ergebnis am Schirm dargestellt (display), in eine PC-Datei geschrieben oder in das ECF-device gestellt bekommen will. Auf das ECF-device kann mittels COPY PRINT oder TYPE zugegriffen werden.

Viele Funktionen auf dem Mainframe können so vom PC aus direkt angestoßen werden. Die Ergebnisse des Befehls oder der Prozedur werden am PC-Bildschirm dargestellt oder in eine Datei auf den PC geschrieben und können dort weiterverarbeitet werden.

Diese Funktionen können aus DOS, aus einer Prozedur oder aus einem Anwenderprogramm heraus auf dem PC aufgerufen werden, nicht jedoch Funktionen, die den Full-Screen-Support voraussetzen. Auch PC/VM BOND bietet ähnliche Funktionen mit der Host-Programmierschnittstelle an.

### **Erfahrungen im Einsatz mit Enhanced Connectivity Facility (ECF)**

Auf einigen PCs im Token-Ring wurden testweise die Requester-Programme (ECF-Programme) und unter VM die entsprechenden Server-Programme installiert. Vor allem die Möglichkeiten des »Virtual File (VFILE)« haben sich bisher sehr bewährt. Sowohl vom PC als auch vom Mainframe kann gleichzeitig auf dieselben Dateien im Mainframe zugegriffen werden, ohne daß der Anwender sich um die Konvertierung kümmern muß. Für den PC-Anwender erscheinen die VM-Dateien wie normale PC-Dateien. Allerdings reduziert sich der verbleibende freie Speicher auf ein Minimum. Auch hier wird wieder offensichtlich, wie dringend notwendig die Unterstützung von mehr als 640 Kbyte Hauptspeicher wird. Erst dann lassen sich solch komfortable Möglichkeiten dem Anwender sinnvoll anbieten. Dieses Problem kann in naher Zukunft umgangen werden, denn mit dem »3270-Workstation-Support-Programm« Version 1.1 läßt sich der Hauptspeicher bis zu 2.25 Mbyte ausnutzen.

### **Zusammenfassung**

Es ist zu erwarten, daß ECF die Standard-Schnittstelle für die Kommunikation zwischen PC und Mainframe in einer IBM-Umgebung wird. Die hier kurz vorgestellten Funktionen lassen erahnen, welche Möglichkeiten sich Softwarehäuser und Programmierern bieten, um PC und Mainframe auf Programmebene miteinander zu koppeln. Da ECF relativ hard-

wareunabhängig ist, können die Programme in jeder Umgebung mit der entsprechenden Kommunikations-Hardware unverändert eingesetzt werden.

Leider werden ECF-Requester-Programme momentan noch nicht in einer OS/2-Umgebung von IBM angeboten. Es ist aber zu hoffen, daß dies in nächster Zeit nachgeholt wird. Erst in einer OS/2-Umgebung mit seiner Multitasking-Fähigkeit und der nicht mehr eingeschränkten Nutzbarkeit des Hauptspeichers werden die Vorteile der ECF-Requester-Programme voll zur Geltung kommen.

## **9.3 Der Weg zu einer neuen Art der Anwendungsunterstützung**

Wie eingangs dieses Kapitels schon angesprochen, wird sich die Anwendungsunterstützung in Zukunft auf ein höheres logisches Niveau begeben, um den Anwendungsprogrammierer immer mehr von Einzelheiten zu entlasten.

Dabei kommt es auch in vielen Fällen zu einer Neudefinition der Lastverteilung, intelligendere und spezialisiertere Server werden z.B. die heutigen, relativ dummen File-Server ablösen.

Der Schlüssel hierzu sind Konzepte wie der Remote Procedure Call RPC, den wir gleich besprechen. Wie in Abschnitt 9.1 ausgeführt, gibt es Anwendungen, die ganz besonders darauf angewiesen sind, Transaktionen auszuführen.

Für derartige Anwendungen kristallisiert sich APPC als universelle Basis heraus.

### **9.3.1 Remote Procedure Call (RPC)**

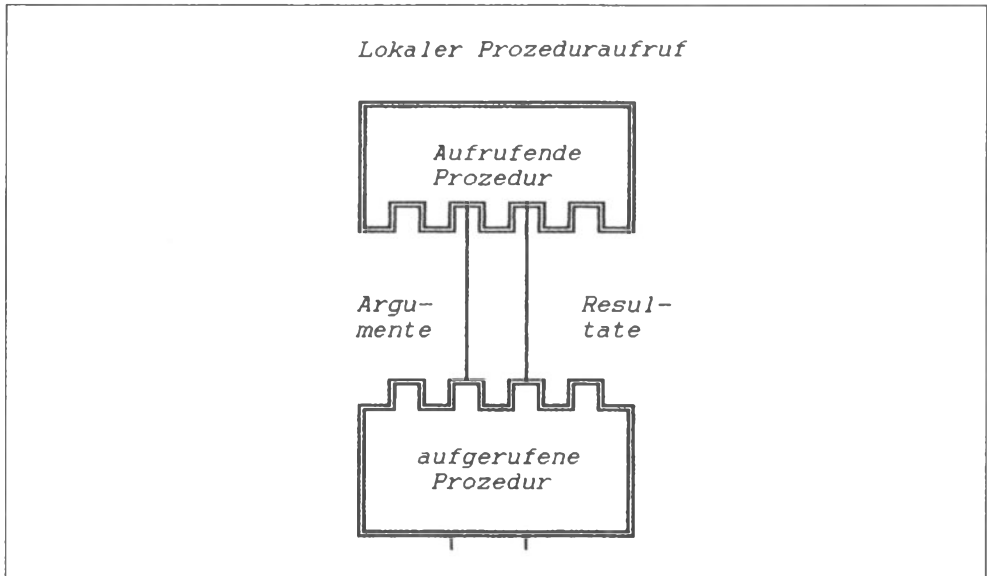
RPC ist eine mögliche Realisierung eines kombinierten Interprozeß-Kommunikations- und Synchronisationsschemas. Es geht dabei primär um die Kommunikation von Prozessen auf voneinander entfernten, vernetzten Maschinen.

Aus der problemorientierten Sicht der Prozesse in einer verteilten Umgebung (also z.B. Prozesse auf vernetzten Multitasking-Systemen) heraus kann ein Kommunikationsschema zwei Modellen folgen. Auf der einen Seite steht das Auftraggeber/Auftragnehmer-Verhältnis, bei dem ein Auftraggeber einen Auftrag zusammenstellt, diesen einem Auftragnehmer übergibt und vom Auftragnehmer eine Antwort erwartet (Client/Server, Workstation/Server, Requester/Server). Bei PC-Netzen ist dieses Verhältnis üblicherweise durch Relationen der Hardware-Leistung im Netz festgelegt. Dies muß aber nicht unbedingt so sein. So kann sich z.B. ein AT-File-Server seinerseits als Requester Daten bei einem Großrechner, der File-Service leistet, holen. In Zukunft werden sich derartige starre Zuordnungen immer weiter auflösen.

Der RPC erweitert den Prozeduraufrufmechanismus in einem lokalen System übers Netz, um die Basis für den Datenaustausch und die Ausübung von Kontrolle über das Netz zu schaffen. Ziele eines RPC-Systems sind Transparenz, leichte Benutzbarkeit, Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit.

Bei einem lokalen Prozeduraufruf übergibt die aufrufende Prozedur Argumente an die aufgerufene Prozedur und erwartet von ihr Ergebnisse. Dehnt man dies jetzt über das Netz

aus, kommen weitere Komponenten ins Spiel, nämlich die Kontrollabschnitte (Stubs) bei Client und Server, die für ein geregeltes Zusammenspiel der Prozeduren und einen geregelten Ablauf des RPCs sorgen, die Runtime-Support-Komponenten und die Elemente des Nachrichtentransport-Subsystems.



**Bild 9.7:** Lokaler Prozeduraufruf.

Die Kontrollabschnitte bei Client und Server stellen eine transparente Schnittstelle für die Anwendung bereit. Sie behandeln Argumente und Resultate und steuern die Kommunikation durch das Netz.

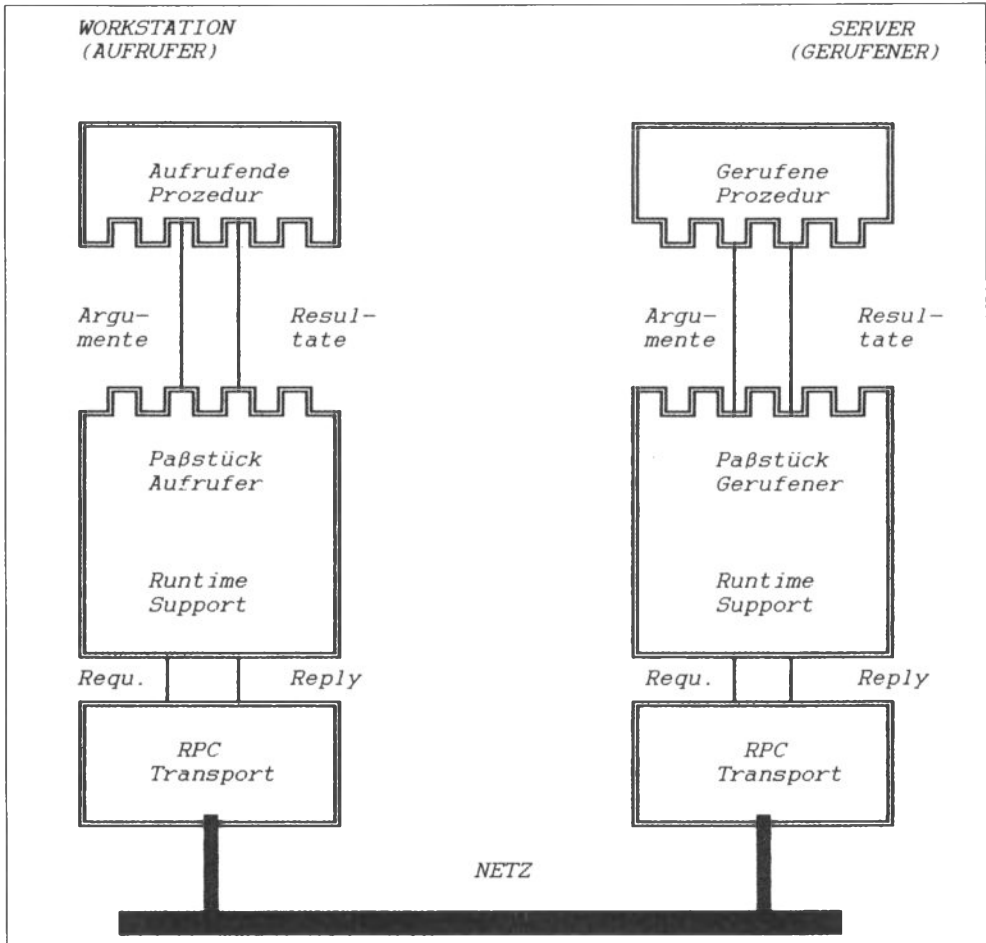
Die Runtime-Support-Komponenten erleichtern die Protabilität und stellen Kommunikations- und Kontrollprozeduren bereit, die von den Stubs genutzt werden können, während das Nachrichtentransport-Subsystem für einen zuverlässigen Transport der Daten und Kontrollnachrichten zuständig ist. Das Transportsystem sollte in seiner Funktionalität die Schichten 1 bis 4 nach dem ISO-Referenzmodell abdecken.

Ein RPC-System kann nicht für sich allein betrachtet werden, sondern sollte in eine passende Zielsprache als Konstrukt eingebettet werden. Nur so ergibt sich die Möglichkeit der komfortablen Benutzung. Ein RPC-System sollte letztlich sogar über Netze und Betriebssysteme hinweg portabel sein. Ein Beispiel hierfür sind die TOOLS von Netwise, die den RPC-Mechanismus in C einbetten. Die »The Widget, Inc. Database« basiert z.B. hierauf.

Wesentlich für die Leistungsfähigkeit eines RPC-Systems sind vor allem die der Implementierung zugrundeliegenden Konzepte, wie z.B. Pipes oder Named Pipes in Unix oder OS/2.

Wie verändert das RPC-Konzept die Programmierung von Anwendungsumgebungen im Netz?

Netzanwendungsprogramme sind entweder klassische Programme, die lediglich in eine Netzumgebung überführt werden oder völlig neue Applikationsbereiche, wie elektronische Post, Gateways oder ein Terminabstimmungssystem. Alle Netzanwendungen sind prinzipiell Multiuser-Anwendungen und umfassen die gemeinsame Benutzung von Betriebsmitteln und die Kooperation von Komponenten in Hard- und Software sowie der Benutzer mit diesen und untereinander. Es entstehen aber hierbei nicht nur neue Möglichkeiten, sondern auch potentielle Gefahren, z.B. für die Datensicherheit.



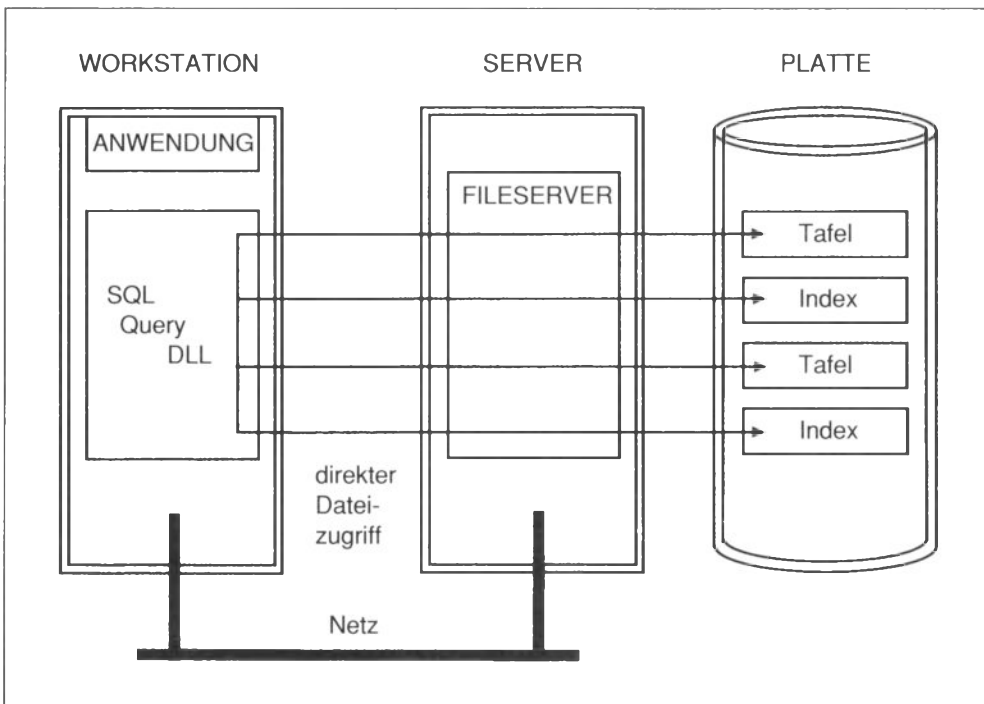
**Bild 9.8:** Remote Procedure Call.

Es gibt zwei Arten von gemeinschaftlicher Betriebsmittelbenutzung in einer Netzanwendung: die gemeinschaftliche Benutzung von Geräten und die gemeinschaftliche Nutzung von Daten. Im ersten Fall simuliert das Betriebssystem eine private Ressource, wie Platte, Drucker oder Modem, die nicht auf dem eigenen, sondern auf einem anderen Gerät im Netz realisiert ist. Die Verwaltung derartiger Betriebsmittel ist relativ simpel. Die gemein-



schaftliche Nutzung von Daten, wie z.B. eines Dokumentes in einer Datenbank, welches mehrere Autoren hat, trägt insbesondere das Problem in sich, daß der Zugriff nebenläufig sein kann und die Datenintegrität gewahrt bleiben muß. Ein Konzept hierfür sind die Transaktionen.

Es gibt zwei grundsätzliche Alternativen für das Design von Netzanwendungen, nämlich die gemeinsame Nutzung von Betriebsmitteln und die Schaffung verteilter Intelligenz. Bei der ersten Alternative verbleibt alle Rechenkapazität auf der Workstation, die den Zugriff auf die im Rahmen eines Servers bereitgestellten gemeinschaftlich benutzbaren Betriebsmittel unmittelbar vornimmt. Demgegenüber verfolgt die verteilte Intelligenz das Prinzip, Berechnungsleistung auch im Server vorzunehmen, wobei z.B. RPCs (Remote Procedure Calls) Verwendung finden könnten. Es ist oftmals sinnvoll, die beiden Alternativen zu mischen.



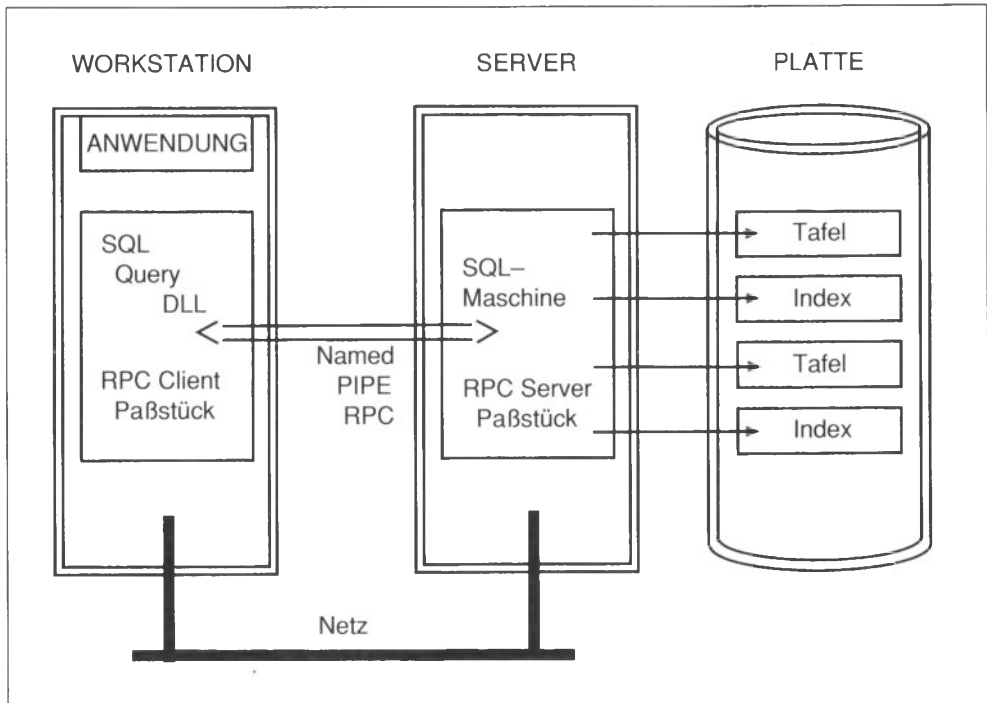
**Bild 9.9:** Anwendungsprogrammierung im Netz unter gemeinsamer Nutzung von Betriebsmitteln.

Den Unterschied zwischen den beiden Alternativen kann man sich leicht an einem Beispiel, wie einer SQL-Abfrage, bei der die Daten auf einem Server stehen, verdeutlichen. Bei der ersten Alternative ist eben die Platte des Servers das gemeinschaftlich nutzbare Betriebsmittel. Ist die Abfrage nun so unglücklich, daß 500.000 Datensätze durchsucht werden müssen, werden die Datensätze Stück für Stück angefordert, über das LAN übertragen, bearbeitet und physisch oder logisch zurückgeschrieben. Dies dauert, wie man sich vorstellen kann, eine ganze Weile, da jede der vorgenannten Operationen eine Menge weiterer Aktionen nach sich zieht. Insbesondere ist das LAN-Subsystem gut beschäftigt.

Verteilt man die Intelligenz, wird auf der Server-Maschine nicht ein einfacher dummer File-Server implementiert, sondern eine SQL-Maschine. Die Workstation und die SQL-Maschine können dann z.B. zwischen sich eine Pipe aufbauen, über die RPCs ausgetauscht werden. Über das LAN brauchen dann nur noch einige wenige Blöcke zu gehen, der Rest der Arbeit und vor allem die 499.999 nicht zutreffenden Datensätze verbleiben in der Server-Maschine. Die SQL-Maschine kann daher auch viel effizienter parallel für mehrere Kunden arbeiten, da im Gegensatz zum File-Server zu einem Zeitpunkt nur relativ wenige Datensätze gesperrt werden müssen.

Anwendungsdesign mit verteilter Intelligenz zieht aufeinander abgestimmte Programmteile für Server und Workstations nach sich. Dies schränkt zunächst einmal die Allgemeinheit aus der Sicht eines Servers ein. Daher kann es z.B. sinnvoll sein, um bei oben genanntem Beispiel zu bleiben, auf einer Maschine einen einfachen File-Server zu realisieren für diejenigen Workstations, die keine SQL-Abfragen machen wollen und eine SQL-Maschine, wie angegeben, für eine andere Clientel innerhalb der LAN-Umgebung. Die Workstation ist dabei Benutzer, der Server Anbieter eines umfangreicheren Services.

RPC ist dafür eine geeignete Basis.



**Bild 9.10:** Anwendungsprogrammierung im Netz im Rahmen verteilter Intelligenz.

### 9.3.2 Advanced Program-to-Program Communication (APPC)

APPC wurde schon 1982 von IBM veröffentlicht. Damals herrschten in noch wesentlich stärkerem Maße als heute inkompatible Produkte in Hard- und Software vor, besonders

was die unterschiedlichen Netzfähigkeiten angeht. Auf der anderen Seite waren schon damals zwei deutliche Trends erkennbar: der Trend zur Verteilten Datenverarbeitung und der Trend zu einer universellen Verbindungsmöglichkeit für Geräte unterschiedlicher Hersteller.

APPC ist daher nicht nur darauf beschränkt, innerhalb einer relativ homogenen IBM-Umgebung für eine Kommunikation zwischen Geräten unterschiedlichster Leistungsfähigkeit zu sorgen, wobei man in der Hauptsache an S/370, S/3X und PS/2-Maschinen zu denken hat. Vielmehr ist es ein offenes Konzept, das auch von anderen Herstellern implementiert werden kann.

Folgende Problemkreise bereiten innerhalb größerer Unternehmen immer große Kopfschmerzen:

- Nicht effizient ausgelastete Workstations durch sinnlose Wartezyklen und nichtergonomische Benutzeroberflächen, die von Fall zu Fall auch noch verschieden sein können
- Nichtkontrollierbarkeit der Unternehmensdaten durch schlechte Datenintegrität und unauffindbare Kopien, die zu Inkonsistenzen führen
- Ineffiziente Benutzung von Kommunikationsbetriebsmitteln durch Leerzeiten auf Mietleitungen
- Hohe Kosten für die Entwicklung von Anwendungssoftware bei nicht vereinheitlichten Umgebungen und Inkompatibilitäten zwischen Rechnern verschiedener Hersteller.

Man hofft nun, durch die Session-Schnittstelle APPC und assoziierte Implementierungen, diese Probleme zu mildern oder ganz zu lösen. Die Workstations lassen sich besser auslasten, wenn man ihnen ihrer Intelligenz entsprechende Aufgaben zuteilt, wie z.B einen Presentation Manager, der eine anwendungsorientierte Vorverarbeitung durchführt. Die Datenintegrität eines Unternehmens kann dadurch verbessert werden, daß man zentrale Datenbanken aufbaut und den Workstations Zugriff hierauf verschafft. Dann liegen die Unternehmensdaten nämlich ordentlich und griffbereit. Zusätzliche Funktionen wie die Synchronisation bei quasiparallelem Zugriff oder die dezentralisierte Realisierung der Datenbank ihrerseits bleiben hiervon unberührt. Die Kommunikationsbetriebsmittel lassen sich dadurch besser ausnutzen, daß man eine anwendungsgesteuerte Kontrolle über die Benutzung der Session legt.

SAA zeigt die Vorstellungen IBMs darüber, wie man die Anwendungsumgebungen vereinheitlichen kann. Eine andere Möglichkeit als die dort vorgeschlagenen CPI-(Communication Programming Interface)-Kommunikationsschnittstellen bietet z.B. die durchgängige Verwendung der Unix (AIX)-Systemfamilie.

Die APPC-Spezifikation ist offen. Sie kann daher auch durch andere Hersteller implementiert werden und ist dabei noch nicht einmal von den Transportmöglichkeiten, wie sie in SNA vorgesehen sind, abhängig. Man bemüht sich sogar, APPC als internationalen Standard im Rahmen des ISO-Referenzmodells durchzubringen, und zwar im Rahmen des Transaction Processing. Nach dem Stand Mitte '88 hat dieser Vorstoß sogar Erfolg. Ob APPC ISO-Standard wird oder nicht, ist ohnehin fast gleichgültig: große Hersteller wie HP, DEC, ICL, AT&T(!) und NIXDORF implementieren ebenfalls APPC-Schnittstellen auf einigen ihrer Rechner. Nach Aussagen von CSI (Communications Solutions International) planen 75% der 200 größten US-Firmen, APPC als Grundpfeiler von SAA einzusetzen.

Verteilte Anwendungen können auf verschiedene Art und Weise ins Leben gerufen werden: entweder man arbeitet auf gemeinsam genutzten Dateien und benutzt ein gemeinsames Interface für die Kommunikation, wie dies IBM unterstützt. Darüber hinaus kann man aber auch das Multitasking transparent auf die Summe der Stationen ziehen und die IPC-Mechanismen entsprechend erweitern oder transparente netzweite Prozeduraufrufe zulassen.

APPC ist die IBM-Basis für virtuelle interaktive Terminals (VT), File-Transfer und Zugriff auf die Dateien (FT), entfernte Beauftragung von Rechensystemen (RJE), Elektronische Post, Programm-zu-Programm-Kommunikation (APPC), Netzwerk-Management (CNM) und weitere Anwendungen.

Im Rahmen von SNA/SAA setzt APPC oben auf der Data-Flow-Control-Schicht auf. Es wird innerhalb der IBM-Welt sowohl von architekturell durchgeformten Dingen wie SNADS, DIA, DDM und dem Netzwerk-Management, als auch von nicht zu SAA gehörigen Elementen wie 5250 DSPT, AIX DS und S/36 APPN benutzt.

Der Hauptvorteil von APPC liegt in seiner Universalität. Es ist ein API, auf das sich alle Anwendungen, ob Großrechner-Anwendung oder PC-Anwendung, beziehen können. APPC kann momentan auf X.25-Netzen, lokalen Netzen, mit dedizierten Leitungen geschalteten Subareas und Kombinationen hiervon eingesetzt werden.

Die Session-Schnittstelle APPC besteht aus sogenannten »Communication Verbs«, die in verschiedene Gruppen eingeteilt sind. Option Sets sorgen für weitere Ordnung. Mitte '88 unterstützten z.B. folgende IBM-Systeme unter den genannten Betriebssystemen APPC:

S/370: VTAM, CICS, TPF, VM

AS/400: SSP, CPF

S/36: SSP

S/38: CPF

S/1: alle

PS/2: DOS, OS/2 SE, OS/2 EE

Die Session-Schnittstelle APPC wird auch mit LU 6.2 assoziiert, einem entsprechenden Typ Logischer Einheit im SNA-Konzept.

Die Logical Unit LU vom Typ 6.2 liefert Betriebsmittel (Ressourcen) und Services für Transaktionsprogramme. Dies können »Conversations« (bidirektionale Datenaustauschschemata zum Zwecke des Informationsaustausches), »Commitment Control« (schematisierte wechselseitige Bestätigung bei synchronisierten Zugriffen), Wiederaufsetzen nach Fehlern und Datenflußkontrolle sein. Durch die Benutzung der LU-6.2-Schnittstelle bleibt es den Anwendungsprogrammen erspart, detailliertes Wissen über das zugrundeliegende Netzwerk und seine Protokolle zu haben.

Dies ist eine konsequente Fortsetzung der Linie, die vor mehr als zehn Jahren durch SNA beschritten wurde: SNA vereinheitlichte primär die Leitungssteuerung und verlegte die Codierung für Leistungs- und Einheitensteuerung aus den Anwendungsprogrammen in die Netzkontrolleinheiten. APPC vollzieht einen analogen Schritt, nur auf wesentlich höherer logischer Ebene.

Eine *logische Einheit* ist ein logischer Prozessor in einem SN-Netz. Die **LU 6.2** liefert Verbindungen oder Ports zwischen den assoziierten Transaktionsprogrammen.

Ein *Transaktionsprogramm TP* wird in der Umgebung der LU 6.2 erzeugt und liefert Services, die zur Ausführung einer Transaktion gehören.

Eine *Conversation* ist die zeitweilige Benutzung einer SNA-Session zur Verbindung zweier TPs.

Die *Commitment Control* ist eine Funktion, die es zwei oder mehr TPs erlaubt, ihre Arbeit zu synchronisieren. CC erhöht die Wahrscheinlichkeit, nach einem Fehler bei den verteilten Transaktionen wiederaufsetzen zu können.

Es gibt dann in der LU 6.2 eine Reihe von sogenannten **Conversational Verbs**, die den Kommunikationsfluß darstellen, regeln und bestimmen. ALLOCATE und DEALLOCATE z.B. initiieren und beenden die Konversation mit einem entfernten TP, SEND\_DATA sendet Daten zu einem entfernten TP oder speichert sie zwischen, RECEIVE\_AND\_WAIT empfängt Daten von einem entfernten Transaktions-Programm, CONFIRM fordert das entfernte TP zur Empfangsbestätigung auf, während CONFIRMED die Bestätigung des Empfangs an den Sender von »CONFIRM« gibt. Wir wollen sie an dieser Stelle nicht weiter aufzählen.

Neben diesen Basic Verbs gibt es noch Mapped Conversation und Type Independent Conversation Verbs. Von besonderer Bedeutung dürften jedoch die Control Operator Verbs sein, mit denen man Sessions auf- und abbauen sowie beeinflussen kann, Modi, TPs, und nahe und entfernte LUs definieren, anzeigen lassen und löschen kann.

Ca. 40 verschiedene Mengen von zusätzlichen Optionen erweitern das Leistungsspektrum der LU-6.2-Basis. Hierbei geht es vor allem um Sicherheitsaspekte bezogen auf eine Session oder die Konversation, sowie um Tuning-Möglichkeiten und Synchronisationspunkte.

Eine Anwendung greift je nach ihrer Ausführungsumgebung verschieden auf die LU 6.2 zu. Unter OS/2 ist das Schnittstellenmodell ein CALL, die Parameter werden als Control Block übergeben, als Sprache muß die Systemsprache verwendet werden, und das Ergebnis ist nicht auf eine andere Systemklasse portierbar. VTAM sieht den APPC/LU-6.2-Aufruf als MACRO an, die Parameter wandern ebenfalls als Control Block weiter, aber die Programmiersprache ist Assembler, während im Rahmen von SAA-Implementierungen APPC ein Bibliotheksblock ist, dem die Parameter als Argumente für eine Prozedur übergeben werden müssen. Dafür kann man auch C, Fortran und Cobol als Programmiersprachen verwenden und das Ergebnis auf verschiedenen Systemen einsetzen.

Im Rahmen von SAA wird APPC dann auch zu einem **Common Programming Interface CPI** veredelt.

APPC hat einen neuen physischen Knotentyp, die Physical Unit PU 2.1 hervorgebracht. PU 2.1 wird auch als Low Entry Networking bezeichnet und ermöglicht einem PC im Rahmen eines LANs oder einer Direktverbindung in einer SNA-Umgebung als logisch höherwertige Komponente zu existieren. PU 2.1 vereinigt dazu im wesentlichen die Fähigkeiten der Knotentypen 2 und 1 und besitzt einen SNCP (System Node Control Point), der über sie wacht.

Es wird erwartet, daß binnen der nächsten fünf bis zehn Jahre in jedem Knoten eines SNA-Netzes APPC voll implementiert ist. Die Terminals werden dabei alle durch PCs ersetzt, da nur diese eine sinnvolle Implementierungsplattform für APPC bilden. Alle Knoten werden in der Lage sein, auch Nachrichten von anderen Knoten an Dritte weiterzu-

geben. Mainframes, Minis und PCs werden dadurch gleichberechtigte Partner im SNA-Netz. In einer SNA-Client-Server-Umgebung werden für eine Zeitlang sowohl klassische SNA-Knotentypen und Anwendungen als auch APPC-orientierte Anwendungen koexistieren.

### 10.1 Einleitung

Im Zeitraum von vier Jahren wurden mehrere lokale Netze auf ihre Eignung untersucht: Generell lassen sich LANs in drei unterschiedliche Kategorien einteilen. Es sind dies

1. »herstellerspezifische LANs« wie DECNet, IBM-Token-Ring und Wangnet;
2. »General Purpose LANs« wie von Ungermann-Bass, Interlan, Sytek und Allan Bradley;
3. »PC-LANs« zur optimalen Nutzung von PCs wie z.B. von 3COM, Novell, Orchid und IBM.

Getestet wurden LANs der Kategorie 2 und 3. Die Tests werden weiter fortgeschrieben.

Alle Netze wurden entsprechend ihren Leistungen nach den verschiedensten Kriterien untersucht. Da fast alle Tests in einer IBM-Umgebung durchgeführt wurden, wurde von jedem Netz aus der Anschluß an die IBM-Welt entweder mit den im Netz zur Verfügung stehenden Gateways oder mit Gateways anderer Hersteller (meist Protokollkonverter) versucht. Vorrangig war hierbei der Dialoganschluß in der IBM-3174/76-Emulation unter SNA/SDLC mit gleichzeitigem Drucker-Support (IBM 3287). In einigen Fällen wurde ein Anschluß über die 3270/3299-Koaxialschnittstelle oder die 3776-RJE-Schnittstelle realisiert.\*) Auch der direkte Kanalanschluß der LANs an der IBM-Welt wurde, soweit möglich, getestet.

Angeschlossen an die LANs wurden PCs der Firmen IBM, Olivetti, NCR, HP und Commodore, Terminals der Firmen AMPEX, ALTOS, Wyse und Televideo, Drucker unterschiedlicher Hersteller, diverse Prozeßrechner wie DEC PDP 11/24, Workstations (Sun, Apollo, DEC, HP) und Protokollkonverter der Firma PCI (Wetronik). Zur Emulation der IBM-3270-Schnittstelle wurden Karten der Firma AST, CXI, Novell, DCA, FORTE, IBM, IDEACOMM sowie die AVATAR-Box eingesetzt.

Die jeweilige Testkonfiguration kann den einzelnen Vergleichen entnommen werden.

Es wurden meist nur kleine Installationen getestet. Eine Aussage über das Verhalten der lokalen Netze bei einer hohen Zahl von angeschlossenen Datenendeinrichtungen kann daher nicht in allen Fällen gemacht werden. Belastungstests konnten nur für Token-Ring und Ethernet-LANs mit direktem Kanalanschluß durchgeführt werden, um festzustellen, ob hierbei Verzögerungen gegenüber dem Einzelzugriff eines Endgeräts bestanden.

Inwieweit sich LANs im Grenzbereich, je nach Technologie, unterschiedlich verhalten, wurde schon mehrfach von anderen Institutionen untersucht und kann der einschlägigen Literatur entnommen werden.

\*) Wenn möglich wurden File-Transfer-Funktionen bezüglich der Übertragungsgeschwindigkeit und der unterschiedlichen Funktionen getestet.

Wie an bereits bestehenden größeren Installationen festgestellt wurde, ist selbst bei ca. 200 angeschlossenen Endgeräten, die an ein nach dem Ethernet-Protokoll arbeitendes LAN angeschlossen sind, die Zahl der auftretenden Kollisionen und damit der möglichen Verzögerungen für den Benutzer noch vernachlässigbar.

Der eigentliche Engpaß ist heute, z.B. bei PC-Netzen, der Zugriff auf die Winchester des Server-PC, die Verfügbarkeit schneller und leistungsfähiger Drucker und die Gateways zu anderen Rechnernetzen. Dies gilt auch für die »General Purpose LANs«.

### **Untersuchung**

Das Hauptziel der Untersuchung bestand darin, ein lokales Netz zu finden, das für den Systemverwalter leicht kontrollier- und wartbar ist, das dem Benutzer an den einzelnen Arbeitsplätzen möglichst wenig an zusätzlichen Kenntnissen abverlangt, das Sicherheitsmechanismen vor dem Schutz des unberechtigten Zugriffs bietet und das Zugang im Dialog zu den vorhandenen Großrechnersystemen der Firmen DEC (VMS) und IBM (MVS, VM) ermöglicht. File-Transfer-Funktionen zu den Großrechnersystemen wurden, soweit vorhanden, auf ihre Effektivität getestet.

Da der Test einiger Netze bereits einige Monate zurückliegt, sind die angegebenen Preise nur mit Vorsicht zu werten. Auch sind bei manchen LANs neue oder verbesserte Funktionen hinzugekommen. Diese wurden soweit möglich nachgehalten, konnten aber im einzelnen nicht immer getestet werden.

Unserer Erfahrung nach sind die Testergebnisse aber dadurch nur geringfügig betroffen und behalten ihre Gültigkeit.

Folgende LANs der Kategorie 2 wurden untersucht:

- INTERLAN Ethernet mit NET+
- LOCAL NET 20 von SYTEK
- NET ONE von Ungermann-Bass mit MS-Network und PC LAN Program
- BRIDGE von Wetronec mit TCP/IP
- PLANET von Racal Milgo
- Ethernet mit Produkten von DEC, 3COM, INTERLAN, EXCELAN und BRIDGE
- Token-Ring mit Produkten von IBM, PROTEON und SEL

Innerhalb der Kategorie 3 wurden bisher getestet:

- 3COM mit 3+-Netzwerksoftware
- 3COM mit Novell-Software
- AST PC-Net II
- 3M LAN/PC (Allan Bradley)
- 10 Net von Fox Research
- IBM-PC-Network
- IBM-Token-Ring
- Proteon-Token-Ring mit Advanced Netware

Erfreulicherweise ist die Trennung zwischen den »General Purpose LANs« und den »PC LANs« in einigen Fällen durchbrochen worden. Dies bringt für den Anwender erhebliche Vorteile, da er innerhalb desselben LANs sowohl seine I/O-Systeme an den verschiedenen größeren DV-Systemen als auch seine PCs mit dem Komfort von File-Servern und Print-



Servern etc. nutzen kann. Meist sind Verbindungen zwischen der PC-Netzwerk-Software und dem General Purpose LAN realisiert. PCs können dann auch als Terminals an den Großrechnern genutzt werden, unter Nutzung der Gateways des General Purpose LAN, alle Druck-Systeme im Netz nutzen und vereinzelt sogar Remote-Data-Access-Funktionen ausführen, sowie File-Transfer-Funktionen zu Großrechnersystemen nutzen.

Für den kostenbewußten Endbenutzer bedeutet dies auch, daß er z.B. mit einer PC-Lösung anfangen und sie später bei vorhandenem Bedarf zum Anschluß von Terminals mit V.24-Schnittstellen und Großrechnern mit entsprechenden Schnittstellen erweitern kann.

Eine einheitliche Netzsoftware garantiert eine hohe Akzeptanz durch den Anwender, dem entsprechend viele Ressourcen von einem Endgerät aus zur Verfügung stehen, und eine leichte Wartbarkeit des Systems durch den Systemverwalter.

Möglichkeiten dieser Art bieten Netze der Hersteller BRIDGE und Ungermann-Bass sowie in weniger ausgeprägter Form von 3M und INTERLAN.

## 10.2 General-Purpose-LANs im Test

### INTERLAN Ethernet mit Net/Plus

getestet: 1984/85 mit folgender Konfiguration (DEE, Typ, Anzahl etc.)

- 1 \* IBM-PC/XT mit 256 Kbyte
- 1 \* IBM-PC mit 384 Kbyte und einem Laufwerk
- 1 \* ALTOS II Terminal
- 1 \* AVATAR-Box
- 1 \* PDP 11/24

von INTERLAN

- 2 \* NTS/4/220
- 1 \* TU58DA-NTS10
- 2 \* NI5010

### A) Charakterisierung des Netzwerks

- Netzwerkstruktur (Topologie)
 

Stern	o	
Ring	o	
Bus	x	
Baum (Breitband)	o	
- Übertragungsmedium
 

Verdrillte Kupferleitungen	o	
Koaxialkabel	x	50 Ohm
Glasfaser	o	

Bemerkungen: Als Übertragungsmedium kann auch THIN-Ethernet (preiswerter, leichter zu verlegen) oder Glasfaser verwendet werden.

- Maximaler Abstand zweier DEE
  - pro Segment ca. 550 m
  - pro Netz ca. 2500 m
- Minimaler Abstand zweier DEE 2,5 m (1 m bei THIN-Ethernet)
- Übertragungstechnik
  - Basisband x
  - Breitband o
  - Sonstiges o
- Zugriffsmethode CSMA/CD
  - Genormt, wenn ja nach IEEE 802.3
  - Maximale Brutto-Datenrate im Netz 10 Mbps
- Besonderheiten:  
Bei Verwendung von Glasfaser erhöhen sich die angegebenen Entfernungen.

## B) Anschlußmöglichkeiten/Gateways

Netzanschlußmöglichkeiten von Datenendeinrichtungen verfügbare Schnittstellen:

Typ: PC-Interface-Karten NI5010-1 und NI5010-2 (ohne oder mit integriertem Transceiver)

- Maximale Anzahl erlaubter DEE
  - pro Segment 200 (davon Serverstationen: beliebig)
  - pro Netz 1024 (davon Serverstationen: beliebig)

Anmerkung:

- Verfügbare Gateways zu anderen Netzen

	Gates nach	Geschw. (bps)	Anzahl	nähere Spezifizierung
SNA	vorhanden, wenn Protokollkonverter anderer Hersteller verwendet wird			Emulation SNA 3274/78 bzw. 3776
X.25	über Gateways von Fremdherstellern			
Ethernet	Verlängerung über Local oder Remote Bridge			
andere Netze (Bridge)	mit Hilfe der TCP/IP-Protokolle			

Anmerkung: Unter Nutzung der XEROX-XNS-Software, z.B. File-Transfer, mit am selben Netz angeschlossenen Systemen von DEC (VMS, RSX) möglich.

Wird TCP/IP-Software eingesetzt, ist eine Verbindung zu heterogenen Systemen in unterschiedlichen LANs möglich.

- Mikrocomputersysteme, die softwaremäßig unterstützt werden  
Typ IBM-PC/XT/AT oder kompatible  
Interface-Typ: IBM-PC-Interface-Karten  
und kompatible  
(CORONA, COMPAQ etc.)

Unter welchen Betriebssystem-Versionen?

Empfohlener HSP-Ausbau pro PC

Test-HSP-Ausbau pro PC

PC-DOS 2.1 (getestet) und DOS 2.0, 3.0, 3.3

512Kbyte/256 Kbyte Server/Workstation

256 Kbyte/256 Kbyte Server/Workstation

- Durch direkten (Kanal-)Anschluß unterstützte Großrechner

Indirekt über TCP/IP-Protokolle an IBM mit Hilfe der DACU (IBM 7170 mit INTER-LAN-Board VT 1010)

### C) Leistungsumfang der Netzsoftware

- Netzwerk-Management-Software

– Zentraler Netzwerksmanager verfügbar bzw. bei Bedarf einrichtbar?

ja

– Verfügbarkeit einer Netzstatistik für jedes DEE? (Statusabfragen möglich?)

ja

– Utilities zur Überwachung und Steuerung des Netzes verfügbar?

nein

- Mail-Server?

nein (ja für TCPI/IP)

- File-Server?

nein. Nur File-Transfer mit Hilfe der XNS-Protokolle

- Print-Server?

nein

– mit Spooler?

– ohne Winchester denkbar?

- Server als Workstation benutzbar?

nein

- Workstation auch über das Netz ladbar?

nein

- Entspricht die Software den ISO-OSI-Schnittstellen?

Ebenen 1 bis 4, ansonsten Implementierung der XEROX-XNS-Protokolle

Wenn ja, auf welchen Ebenen?

- Hilfen zur Lokalisierung von Fehlern verfügbar?

ja

- Multi-User-Compiler verfügbar?

nein

- DBS verfügbar? nein
- Zugriffsschutz auf Daten anderer Systeme im Netz vorhanden?
  - lesend ja
  - schreibend ja
  - pro Volume ja
  - pro Sub-Directory nein
  - pro File nein
  - pro Record nein

#### D) Test des Netzes

- Aufbauphase
  - Welche Grundkenntnisse sind erforderlich? Es sind keine besonderen Kenntnisse erforderlich
  - Zeitbedarf zum Anschluß eines DEE ca. 20 Minuten
  - Mögliche Probleme bei der Installation. Es traten beim Test keine Probleme bei der Installation auf
- Betrieb des Netzes
  - Zuschalten neuer Stationen im laufenden Betrieb möglich? ja
  - Wenn ja, wie? Durch Anschluß eines neuen Gerätes an einen Transceiver
  - Datenschutz wie angekündigt? ja
  - Gateway erfolgreich erprobt? SNA-Gateway wurde getestet (von Fremdhersteller)
  - Netz leicht erweiterbar? ja
  - Hinzufügen einer DEE erprobt? ja
  - Hinzufügen eines Servers erprobt? nein
- Folgende Anwendungssoftware konnte im Netz getestet werden
  - Multiplan entfällt
  - PE entfällt
  - Sonstiges entfällt
- Verhalten des Netzes bei
  - Ausfall einer Dateneneinrichtung Keine Störung des Netzes entfällt
  - Ausfall eines Servers
  - Ausfall einer Teilstrecke Nach Behebung einer kurzen Störung: RECOVERY erfolgt durch das Netz, ohne Auswirkungen für den Benutzer
- Verhalten des Netzes bei hohem Datendurchsatz
  - Konnte nicht getestet werden

**E) Gesamteindruck/Beurteilung**

- Anforderungen an den Benutzer
  - leicht erlernbar ja
  - leicht kontrollierbar ja. Aber Kontrollfunktionen können umfangreich sein
  - leicht benutzbar ja
- Anforderungen an den Systemverwalter
  - leicht wartbar ja
  - leicht kontrollierbar ja
  - einfache Fehlerbehebung ja
  - gute Erweiterbarkeit ja
  - sonstige
- Gesamteindruck
  - aus der Sicht des Benutzers:
 

Für den Benutzer ein sehr einfach zu bedienendes System. Durch die Nutzung der XNS-Protokolle auch auf dem PC kann zusammen mit Maschinen von DEC und DATA GENERAL ein einheitliches Netz aufgebaut werden.

Der Benutzer hat, je nach zur Verfügung stehenden Utilities, Zugriff auf die Daten und Programme der anderen Systeme.
  - aus der Sicht des Systemverwalters:
 

Gute Verwaltungs- und Monitorfunktionen. Die Bedienung der zahlreichen Funktionen im Netz ist einfach durchführbar. Das Hinzufügen neuer Datenstationen ist relativ einfach.

Bemerkungen: Über die AVATAR-Box wurde der Zugang aus dem Netz auf eine lokale IBM-Steuereinheit 3274 realisiert. Die Kanalankopplung an IBM unter Nutzung der TCP/IP-Protokolle erfolgte über eine IBM 7170.

**F) Kosten zum Zeitpunkt des Tests (Angaben ohne Gewähr)**

- Kosten pro anzuschließendes Endgerät (alle Angaben Zirkapreise)
  - bei Netzen mit weniger als 10 DEE 4 PCs und 1 NTS10  
2500 DM inklusive Kabel ohne Verlegekosten
  - bei Netzen mit mehr als 10 DEE 4 PCs und 16 DEEs  
2000 DM inklusive Kabel ohne Verlegekosten
- Kosten/Nutzen-Beurteilung
 

Das Netz ist dann relativ preisgünstig, wenn viele Datenendeinrichtungen an das Netz angeschlossen sind.

**LOCAL NET 20 von SYTEK**

getestet: 1985

mit folgender Konfiguration (DEE, Typ, Anzahl etc.)

- 1 \* IBM-PC/XT mit 640 Kbyte
- 2 \* IBM-PC mit 512 Kbyte und je einem Laufwerk
- 1 \* Televideo 925
- 1 Protokollkonverter
- 2 Drucker

Parallel wurde über das gleiche Kabel eine Videoanlage betrieben.

Von Sytek

- 2 \* 20/100 T-Box
- 1 \* 20/100 T-Box
- 1 \* 50/50 T-Verter

### A) Charakterisierung des Netzwerks

- Netzwerkstruktur (Topologie)
  - Stern o
  - Ring o
  - Bus o
  - Baum (Breitband) x
- Übertragungsmedium
  - Verdrillte Kupferleitungen o
  - Koaxialkabel x75 Ohm
  - Glasfaser x
  - Sonstiges

Bemerkungen: Es kann auch ein anderes Koaxialkabel benutzt werden. Getestet wurde z.B. mit 93-Ohm-Kabel.
- Maximaler Abstand zweier DEE
  - pro Segment
  - pro Netz 50 km
- Minimaler Abstand zweier DEE
- Übertragungstechnik
  - Basisband o
  - Breitband x
  - Sonstiges
- Zugriffsmethode pro logischem Kanal CSMA/CD
  - Genormt, wenn ja nach nicht genormt
  - Maximale Brutto-Datenrate im Netz 128 Kbps
- Besonderheiten

Es können maximal 120 logische Kanäle mit je 128 Kbps geschaltet werden. Im Test wurden zum Teil auch 93-Ohm-Kabel ohne Probleme eingesetzt.

## B) Anschlußmöglichkeiten/Gateways

- Netzanschlußmöglichkeiten von Dateneneinrichtungen verfügbare Schnittstellen:  
Typ: RS-232C synchron oder asynchron bis 19.2 Kbps  
Typ:
- Maximale Anzahl erlaubter DEE
  - pro Segment
  - pro Netz
 Davon Serverstation:  
Pro logischem Kanal 200 DEE  
Anmerkung: Da 120 Kanäle zur Verfügung stehen, sind theoretisch 120\*200 DEEs in einem Netz erlaubt.
- Verfügbare Gateways zu anderen Netzen

	Gates nach	Geschw. (bps)	Anzahl	nähere Spezifikation
SNA	über Protokoll- konverter			Emulation SNA 3274/78
X.25	vorhanden	19.2		
Ethernet				
andere Netze (Bridge)	zu DECNet etc.			

- Mikrocomputersysteme, die softwaremäßig unterstützt werden. Kein PC-Typ wird direkt unterstützt. Die PC-Unterstützung ist über ein anderes Sytek-Netz realisierbar. Die Unterstützung erfolgt lediglich über die V.24-Schnittstelle
- Unter welchen Betriebssystem-Versionen? Allen bekannten
- Durch direkten (Kanal)-Anschluß unterstützte Großrechner:

## C) Leistungsumfang der Netzsoftware

- Netzwerk-Management-Software
  - Zentraler Netzwerksmanager verfügbar bzw. bei Bedarf einrichtbar? ja
  - Verfügbarkeit einer Netzstatistik für jedes DEE? (Statusabfragen möglich?) ja
  - Utilities zur Überwachung und Steuerung des Netzes verfügbar? ja. Die wichtigsten sind:  
STATUS zum Anzeigen der Netz-Parameter.  
Display Gibt Übersicht über Netzauslastung (Voraussetzung: Stationärer Monitor)

• Mail-Server?	nein
• File-Server?	nein
• Print-Server?	nein
• Server als Workstation benutzbar?	nein
• Entspricht die Software den ISO-OSI-Schnittstellen?	nein
• Hilfen zur Lokalisierung von Fehlern verfügbar?	ja
• Multi-User-Compiler verfügbar?	nein
• DBS verfügbar?	nein
• Zugriffsschutz auf Daten anderer Systeme im Netz vorhanden?	nein
– lesend	nein
– schreibend	nein
– pro Volume	nein
– pro Sub-Directory	nein
– pro File	nein
– pro Record	nein

#### D) Test des Netzes

• Aufbauphase	
Welche Grundkenntnisse sind erforderlich?	Installation der Kabel, Splitter und Verteiler sowie des Kanalumsetzers erfordert Kenntnisse der Breitbandtechnik. Aufbau größerer Netze daher nur bei entsprechender Vorkenntnis oder mit Hilfe der Lieferfirma durchführbar. Die Testinstallation erwies sich als vollkommen problemlos.
Zeitbedarf zum Anschluß eines DEE	ca. 60 Minuten
Mögliche Probleme bei der Installation	Dämpfung des Netzes!
• Betrieb des Netzes	ja
Zuschalten neuer Stationen im laufenden Betrieb möglich?	
Wenn ja, wie?	Anschluß an (möglichst) vorhandene Anschlußbox (bzw. über Splitter)
Gateway erfolgreich erprobt?	Als Gateway zur SNA-Welt wurde ein Protokollkonverter eingesetzt.



Netz leicht erweiterbar?	Benutzer, die über diesen Protokollkonverter arbeiten wollten, wurden entsprechend der Generierung im Netz auf den jeweils nächsten freien Port gelegt
Hinzufügen einer DEE erprobt?	ja, mit Einschränkungen
Hinzufügen eines Servers erprobt?	ja
	nein
• Verhalten des Netzes bei	
– Ausfall einer Dateneneinrichtung	Keine Störung des Netzes
– Ausfall eines Servers	entfällt
– Ausfall einer Teilstrecke	Wurde nicht getestet
• Verhalten des Netzes bei hohem Datendurchsatz	Soweit dies getestet werden konnte, sind durch das Netz keine Verzögerungen feststellbar

### E) Gesamteindruck/Beurteilung

- Anforderungen an den Benutzer
  - leicht erlernbar ja
  - leicht benutzbar ja
- Anforderungen an den Systemverwalter
  - leicht wartbar ja
  - leicht kontrollierbar nein
  - einfache Fehlerbehebung Nicht in allen Fällen
  - gute Erweiterbarkeit ja
  - sonstige
- Gesamteindruck
  - aus der Sicht des Benutzers:
 

Das Netz ist für den Benutzer transparent. Mehrere DEE, wie z.B. Zugänge zu Großrechenanlagen oder Drucker, können logisch zusammengefaßt werden. Der Benutzer erhält automatisch den ersten freien Port zugeordnet. Es können mehrere Verbindungen gleichzeitig aufrecht erhalten werden.
  - aus der Sicht des Systemverwalters:
 

Aus dem Netz können unabhängig voneinander mehrere Anwendungen betrieben werden. Auch das Einspeisen von Video-Bildern ist problemlos möglich und konnte getestet werden. Die Lokalisierung von Fehlern ist relativ schwierig, da hierzu nur wenige Hilfsmittel zur Verfügung stehen.

Sytek bietet auch Möglichkeiten an, IBM-Dialogstationen im Breitbandnetz mit zu unterstützen. Des weiteren unterstützt Sytek den Direktanschluß von PCs in einem eigenen Kanal des breitbandigen Netzwerks. Als Netzwerkbetriebssystem wird die Novell-Software verwendet. Übergänge aus den jeweiligen Netzen in andere Teilnetze lassen sich relativ einfach realisieren.

Auch Ethernet-LANs lassen sich einfach in das breitbandige Sytek-Netz integrieren. Sytek-Komponenten werden in der Bundesrepublik Deutschland unter anderem von Nixdorf vertrieben. Eine der größten Installationen unterhält die ETH-Zürich und die CIBA-GEYGI in der Schweiz.

#### **F) Kosten zum Zeitpunkt des Tests (Angaben ohne Gewähr)**

- Kosten pro anzuschließendes Endgerät  
(alle Angaben Zirkapreise):

bei Netzen mit weniger als 10 DEE	2500 DM inklusive Kabel ohne Verlegekosten
bei Netzen mit mehr als 10 DEE	2000 DM inklusive Kabel ohne Verlegekosten
- Kosten/Nutzen-Beurteilung:  
Relativ günstig, wenn die Netze groß sind und viele Rechner erreicht werden müssen, sowie gleichzeitig Bilder übertragen werden sollten.

#### **MS-Network auf NET/ONE Personal Connection**

getestet: 1985, 1986 und 1988

mit folgender Konfiguration (DEE, Typ, Anzahl etc.)

1 \* IBM-PC/XT mit 512 Kbyte

2 \* IBM-PC mit 384 Kbyte und einem Laufwerk

(1988 mit IBM-PS/2 Modell 70, AT 03, HP Vectra und IBM 8232)

von Ungermann-Bass

1 \* PC-NIU-Hard- und Software

2 \* PC-NIC-Hard- und Software

(1988 mit TCP/IP-Software von MIT, TTP und IBM)

zum Netzanschluß wurde die DELNI von DEC verwendet.

Über eine Remote Bridge erfolgte der Anschluß an das »General Purpose LAN«.

#### **A) Charakterisierung des Netzwerks**

- Netzwerkstruktur (Topologie)

Stern	o
Ring	o
Bus	x
Baum (Breitband)	o
- Übertragungsmedium

Verdrillte Kupferleitungen	o	
Koaxialkabel	x	50 Ohm
Glasfaser	o	

Bemerkungen: Als Übertragungsmedien können auch THIN-Ethernet (preiswerter, leichter zu verlegen) oder Glasfaser verwendet werden. Bei kleiner Installation kann das Kabel durch die DELNI-Box ersetzt werden.

- Maximaler Abstand zweier DEE
  - pro Segment ca. 500 m
  - pro Netz ca. 2700 m
- Minimaler Abstand zweier DEE über DELNI kein Minimum
- Übertragungstechnik
  - Basisband x
  - Breitband o
- Zugriffsmethode CSMA/CD
  - Genormt, wenn ja nach IEEE 802.3
  - Maximale Brutto-Datenrate im Netz 10 Mbps
- Besonderheiten
 

Bei Verwendung von Glasfaser erhöhen sich die angegebenen Entfernungen. Laut Aussage des Herstellers kann auch Breitbandkabel verwendet werden.

## B) Anschlußmöglichkeiten/Gateways

- Netzanschlußmöglichkeiten von Datenendeinrichtungen verfügbare Schnittstellen:  
Typ: PC-Interface-Karten PC-NIC und PC-NIU. Die PC-NIU-Karte ist teurer, entlastet aber den PC, da ein Teil der Netzsoftware auf ihr ablaufen kann (eigener Prozessor 80186 mit 512-Kbyte-RAM)
- Maximale Anzahl erlaubter DEE
  - pro Segment 2000 (davon Serverstationen: )
  - pro Netz 1024 (davon Serverstationen: beliebig)

Anmerkung:
- Verfügbare Gateways zu anderen Netzen

	Gates nach	Geschw. (bps)	Anzahl	nähere Spezifikation
SNA	über Net One mit angeschl. Protokollkon- verter möglich			Emulation SNA 3274/78 bzw. 3776
X.25	vorhanden	64 Kbps	32	kann als DCE oder DTE betrie- ben werden
Ethernet	vorhanden über Local oder Remote Bridge (TCP/IP wird unterstützt)			

	Gates nach	Geschw. (bps)	Anzahl	nähere Spezifikation
andere Netze (Bridge)	zu Token-Ring mit Verwendung von UB Token-Ring-Produkten			

Da mit Hilfe entsprechender Software auf eine V.24-Schnittstelle zugegriffen werden kann (asynchron), ist der Zugriff auf die verschiedensten DV-Systeme denkbar.

Anmerkung: Das SNA-Gateway setzt Protokollkonverter anderer Hersteller voraus.

- Mikrocomputersysteme, die softwaremäßig unterstützt werden  
Typ: IBM-PC/XT/AT und PS/2  
Interface-Typ: IBM-PC-Interface-Karte und Kompatible (CORONA, COMPAQ etc.)  
sowie IBM-Microchannel  
Unter welchen Betriebssystem-Versionen? PC-DOS 3.05 (getestet) und DOS 3.1 bzw. 4.0  
Empfohlener HSP-Ausbau pro PC 256 Kbyte/256 Kbyte Server/Workstation  
Test-HSP-Ausbau pro PC 256 Kbyte/384 Kbyte Server/Workstation  
(640 Kbyte/1Mbyte bei PS/2)
- Durch direkten (Kanal-)Anschluß unterstützte Großrechner: Ungermann-Bass-Karten (VIC 2273A) können in eine IBM-8232-Channel-Interface-Box eingebaut werden und ermöglichen die direkte Kopplung an MVS- und VM-Systeme unter Ausnutzung von TCP/IP-Protokollen

### C) Leistungsumfang der Netzsoftware

- Netzwerk-Management-Software
  - Zentraler Netzwerksmanager verfügbar bzw. bei Bedarf einrichtbar? ja. Der Server ist gleichzeitig als zentraler Netzwerksmanager einsetzbar
  - Verfügbarkeit einer Netzstatistik für jedes DEE? (Statusabfragen möglich?) nein
  - Utilities zur Überwachung und Steuerung des Netzes verfügbar? ja. NET STATUS: Zeigt Netzwerkstatus und eigene Auslastung des Servers an
- Mail-Server? War in der getesteten Version noch nicht vorhanden
- File-Server? vorhanden
- Print-Server? vorhanden
  - mit Spooler? ja
  - ohne Winchester denkbar? nein
- Server als Workstation benutzbar? nein

- Workstation auch über das Netz ladbar? nein
- Entspricht die Software den ISO-OSI-Schnittstellen?  
Wenn ja, auf welchen Ebenen? Ebenen 1 bis 2
- Hilfen zur Lokalisierung von Fehlern verfügbar? ja
- Multi-User-Compiler verfügbar? nein
- DBS verfügbar? ja
- Zugriffsschutz auf Daten anderer Systeme im Netz vorhanden?
  - lesend ja
  - schreibend ja
  - pro Volume ja
  - pro Sub-Directory ja
  - pro File nein
  - pro Record ja

#### D) Test des Netzes

- Aufbauphase  
Welche Grundkenntnisse sind erforderlich? Kenntnisse des PC-DOS  
Zeitbedarf zum Anschluß eines DEE ca. 60 Minuten  
Mögliche Probleme bei der Installation Für jeden anzuschließenden PC muß eine Boot-Diskette in eine Master-Station (meist der Server) erstellt werden. Da hier auch die Ethernet-Adresse eingetragen werden muß, besteht leicht die Gefahr des Vertauschens von Disketten oder der fehlerhaften Angabe der 12stelligen Adresse
- Betrieb des Netzes  
Zuschalten neuer Stationen im laufenden Betrieb möglich? ja  
wenn ja, wie? Durch kurze Netzunterbrechung. Alle Workstations müssen danach neu booten
- Datenschutz wie angekündigt? ja
- Gateway erfolgreich erprobt? X.25-Gateways wurden getestet
- Netz leicht erweiterbar? ja, mit Einschränkungen
- Hinzufügen einer DEE erprobt? ja
- Hinzufügen eines Servers erprobt? nein

- Folgende Anwendungssoftware konnte im Netz getestet werden
  - Multiplan ja
  - PE ja
  - Sonstiges Fortran, Basic, Pascal
- Verhalten des Netzes bei
  - Ausfall einer Dateneneinrichtung Kann zur Störung des gesamten Netzes führen, je nachdem in welchem Zustand sich Workstation und Server befinden
  - Ausfall eines Servers Alle angeschlossenen Workstations müssen neu booten
  - Ausfall einer Teilstrecke Nach Behebung einer kurzen Störung: RECOVERY erfolgt durch das Netz, ohne Auswirkungen für den Benutzer
- Verhalten des Netzes bei hohem Datendurchsatz Soweit dies getestet werden konnte, sind durch das Netz keine Verzögerungen feststellbar

### E) Gesamteindruck/Beurteilung

- Anforderungen an den Benutzer
  - leicht erlernbar ja
  - leicht kontrollierbar ja
  - leicht benutzbar ja
- Anforderungen an den Systemverwalter
  - leicht wartbar ja
  - leicht kontrollierbar ja
  - einfache Fehlerbehebung ja, mit Einschränkungen
  - gute Erweiterbarkeit ja, mit Einschränkungen
  - sonstige
- Gesamteindruck
  - aus der Sicht des Benutzers:
 

Für den Benutzer ein sehr einfach zu bedienendes System. Die Workstation kann nur mit einer speziell vorbereiteten Boot-Diskette in Betrieb genommen werden. Eine eindeutige Beschriftung der Disketten und PCs sowie Sicherungskopien sind daher unerlässlich.

Um die Dienste im LAN nutzen zu können, benötigt der Benutzer nur drei zusätzliche Kommandos (NET USE, NET PRINT, NET NAME), die durch Help-Funktionen unterstützt werden.

Mit Hilfe der Emulationssoftware von Ungermann-Bass kann, falls die PCs in ein NET ONE eingebunden sind, über die NIUs auf alle anderen Rechner am LAN im Dialog zugegriffen werden.

- aus der Sicht des Systemverwalters:

Gute Verwaltungs- und Monitorfunktionen. Die Bedienung der zahlreichen Funktionen im Netz ist einfach durchführbar. Die Schutzmechanismen für Sub-Directories sind sehr gut und gut beschrieben.

Das Hinzufügen neuer Workstations oder Server ist relativ aufwendig und erfordert einige Grundkenntnisse.

Der Server kann nicht als Workstation benutzt werden.

Müssen am Server Veränderungen durchgeführt werden, wie das Implementieren zusätzlicher Software auf der Winchester, kann keine der angeschlossenen Workstations weiterarbeiten.

Bei Verwendung der TCP/IP-Software von anderen Herstellern eignen sich die Karten hervorragend zur Anbindung von PCs, ATs und PS/2-Systemen über Ethernet an IBM-Großrechner.

IBM und FTP unterstützen für UB-Karten auch Full-Screen-3270-Support über Ethernet. Tests im Jahr 1988 zeigten hervorragende Performance-Ergebnisse sowohl im Dialog als auch beim File-Transfer (maximal 4 Kbyte Netto-Datendurchsatzrate).

#### F) Kosten zum Zeitpunkt des Tests (Angaben ohne Gewähr)

- Kosten des Netzes in der getesteten Version  
Hardware + Software ca. 15000 DM inklusive DELNI
- Kosten pro anzuschließendes Endgerät (alle Angaben Zirkapreise)  
bei Netzen mit weniger als 10 DEE 8 PCs mit entsprechender LAN-Software  
2100 DM inklusive Kabel ohne Verlegekosten  
bei Netzen mit mehr als 10 DEE 16 PCs mit LAN-Software  
unter 2000 DM inklusive Kabel ohne Verlegekosten
- Kosten/Nutzen-Beurteilung:  
Das Netz ist dann preisgünstig, wenn gleichzeitig ein »General Purpose LAN« von Ungermann-Bass installiert wird oder schon vorhanden ist. Es läßt sich einfach in die IBM-Umgebung integrieren und bietet Schnittstellen zu Token-Ring. Ungermann-Bass-Produkte werden in der Bundesrepublik Deutschland direkt vom Hersteller vertrieben.

#### Bridge-LAN mit 3COM-PC-LAN

getestet: 1985 und 1988

mit folgender Konfiguration (DEE, Typ, Anzahl etc.)

- 1 \* IBM-PC/XT mit 320 Kbyte
- 2 \* IBM-PC mit 320 Kbyte und je zwei Laufwerken
- 1 \* ALTOS II Terminal
- 1 \* Ampex 210 Terminal

1988: IBM-AT und PS/2 mit jeweils 1Mbyte Arbeitsspeicher von BRIDGE

- 2 \* ETHERlink mit ETHERterm-Software
- 1 \* CS/1 und CS/100 Communications Server
- 1 \* CS/1-SNA

1988: 5 \* ETHERlink mit NETBIOS-Schnittstelle

1 \* CS/1-SNA

1 \* CS1010A

### A) Charakterisierung des Netzwerks

- Netzwerkstruktur (Topologie)

Stern	o	
Ring	o	
Bus	x	
Baum (Breitband)	o	
- Übertragungsmedium

Verdrillte Kupferleitungen	o	
Koaxialkabel	x	50 Ohm
Glasfaser	o	

Bemerkungen: Alternativ kann Breitbandkabel verwendet werden. Die Verwendung des Hirschmann-Datennetzes mit Glasfaser ist ebenfalls möglich. Der Test wurde sowohl auf 10BASE 5 (Ethernet) als auch auf 10BASE 2 (Cheapernet) vorgenommen.
- Maximaler Abstand zweier DEE

– pro Segment	500 m
– pro Netz	2700 m (4500 m bei Verwendung von Glasfaser)
- Minimaler Abstand zweier DEE

	2,5 m
--	-------
- Übertragungstechnik

Basisband	x
Breitband	o
Sonstiges	
- Zugriffsmethode CSMA/CD

Genormt, wenn ja nach	IEEE 802.3
Maximale Brutto-Datenrate im Netz	10 Mbps
- Besonderheiten:

### B) Anschlußmöglichkeiten/Gateways

- Netzanschlußmöglichkeiten von Datenendeinrichtungen  
verfügbare Schnittstellen:  
Typ:  
LAN/PC-Interface-Karte je nach Typ mit eigenem Speicher und Prozessor  
CCITT X. 25  
IEEE 488, Multibus  
RS-232C, 422, 449, X.21 bis 38,4 Kbps asynchron und 300 Kbps synchron  
Maximale Anzahl erlaubter DEE



- pro Segment 100 (davon Serverstationen: von der Konfiguration abhängig)
  - pro Netz 1024 (davon Serverstationen: beliebig)
- Anmerkung:

• Verfügbare Gateways zu anderen Netzen

	Gates nach	Geschw. (bps)	Anzahl	nähere Spezifikation
SNA	CS/1-SNA mit V.24 Int.	64 Kbps	max. 32	Emulation SNA 3274/78
X.25	CS/1-X.25	64 Kbps	max. 48 logische Kanäle	
Ethernet	Local Repeater, Local Bridge			
andere Netze (Bridge)	Bridge Remote bis zu 2 Mbps Übertragungs- geschwindigkeit			

- Mikrocomputersysteme, die softwaremäßig unterstützt werden  
 Typ: IBM-PC/XT/AT und PS/2  
 Interface-Typ: IBM-PC-Interface-Karte und Kompatible (CORONA, COMPAQ etc.)  
 oder Microchannel  
 Unter welchen Betriebssystem-Versionen? PC-DOS ab 2.1 (getestet mit DOS 3.3) MS-DOS 2.11-3.4  
 Empfohlener HSP-Ausbau pro PC 512 Kbyte/256 Kbyte Server/Workstation  
 Test-HSP-Ausbau pro PC 640 Kbyte/256 Kbyte Server/Workstation
- Durch direkten (Kanal-)Anschluß unterstützte Großrechner CS/1-HSM Host Interface für die VAX

### C) Leistungsumfang der Netzsoftware

- Netzwerk-Management-Software
  - Zentraler Netzwerksmanager verfügbar bzw. bei Bedarf einrichtbar? Jeder PC-Server übernimmt Netzwerk-Management-Funktionen bei Bedarf. Ansonsten sind über CS/1 und CS/100 Netzwerk-Management-Funktionen wie Performance-Monitoring, Fehlerstatistiken, Konfigurationen möglich.
  - Verfügbarkeit einer Netzstatistik für jedes DEE? (Statusabfragen möglich?) ja
  - Utilities zur Überwachung und Steuerung des Netzes verfügbar? ja

- Mail-Server? vorhanden. Für die PCs mit Broadcast-Möglichkeiten
- File-Server? vorhanden. Maximal 50 Workstations können einen Server nutzen, maximal 32 Mbyte pro Platte
- Performance-File-Server? gut
- Print-Server? vorhanden
  - mit Spooler? ja
  - ohne Winchester denkbar? nein
- Server als Workstation benutzbar? ja
- Workstation auch über das Netz ladbar? ja. Diskettenlose Workstation denkbar (PC ESTART-Modul ca. 640 DM)
- Entspricht die Software den ISO-OSI-Schnittstellen?  
Wenn ja, auf welchen Ebenen? Ebenen 1 bis 2, ansonsten XNS-Protokolle von XEROX bzw. alternativ TCP/IP-Protokolle
- Hilfen zur Lokalisierung von Fehlern verfügbar? ja
- Multi-User-Compiler verfügbar? nein
- DBS verfügbar? nein
- Zugriffsschutz auf Daten anderer Systeme im Netz vorhanden?
  - lesend ja
  - schreibend ja
  - pro Volume ja
  - pro Sub-Directory ja
  - pro File nein
  - pro Record ja

#### D) Test des Netzes

- Aufbauphase  
Welche Grundkenntnisse sind erforderlich?  
Liegen bereits Kenntnisse über die Verwendung von Transceivern vor, ist der Anschluß der Bridge-Boxen an das Netz relativ einfach. Hier erfolgt der Anschluß von PCs an das Kabel völlig problemlos über einfache BNC(T)-Stecker. Entsprechende Umsetzer zwischen den unterschiedlichen Kabeln sind vorhanden.  
Das Eintragen der Endgeräte, das Vergeben logischer Namen für die angeschlossenen Datenendgeräte erfordert eine gewisse Einarbeitungszeit. Die vorhandenen Beschreibungen sind allerdings ausreichend.

Zeitbedarf zum Anschluß eines DEE	Server-PC: ca. 60 bis 90 Minuten Workstation-PC: ca. 10 bis 30 Minuten asynchrones DEE: ca. 10 Minuten
Mögliche Probleme bei der Installation	Das Netz stand in verschiedenen Konfigurationen insgesamt dreimal zu Testzwecken zur Verfügung. Probleme entstanden, abgesehen von einem Wackelkontakt in einem Server, der schnell behoben werden konnte, bei der Installation nicht
<ul style="list-style-type: none"> <li>Betrieb des Netzes</li> </ul>	
Zuschalten neuer Stationen im laufenden Betrieb möglich?	ja
Wenn ja, wie?	Anschluß an (möglichst) vorhandene Communication-Server über normales V.24-Kabel. Beim Anschluß neuer Workstation- oder Server-PCs muß das Netz bei Verwendung von THIN-Ethernet kurz gestoppt werden
Datenschutz wie angekündigt?	ja
Gateway erfolgreich erprobt?	Getestet wurde das SNA-Gateway CS/1-SNA in einer 3274-Emulation mit 8 LUs vom Typ 3278M2. Der Betrieb asynchroner DEEs im VT52- oder VT100-Mode sowie der Workstation-PCs (ETHERTerm) ergab keine Probleme. Der Anschluß an die IBM 3725 erfolgte remote mit 19.2 Kbps über die V.24-Schnittstelle
Netz leicht erweiterbar?	ja, mit Einschränkungen
Hinzufügen einer DEE erprobt?	ja
Hinzufügen eines Servers erprobt?	nein
<ul style="list-style-type: none"> <li>Folgende Anwendungssoftware konnte im Netz getestet werden</li> </ul>	
– Mulitplan, Lotus 1-2-3	ja
– PE, Word, WordPerfect	ja
<ul style="list-style-type: none"> <li>Verhalten des Netzes bei</li> </ul>	
– Ausfall einer Workstation	Keine Störung des Netzes
– Ausfall einer asynchronen DEE	Keine Störung des Netzes
– Ausfall eines Servers	Neues LOGON für alle daran angeschlossenen Workstations erforderlich
– Ausfall einer Teilstrecke	Nach Behebung einer kurzen Störung: RECOVERY erfolgt durch das Netz, ohne Auswirkungen für den Benutzer
– Ausfall eines Communication-Servers	Alle daran angeschlossenen DEE sind gestört

- Verhalten des Netzes bei hohem Datendurchsatz  
Soweit dies getestet werden konnte, sind durch das Netz keine Verzögerungen feststellbar

### E) Gesamteindruck/Beurteilung

- Anforderungen an den Benutzer
    - leicht erlernbar  
ja, mit Grundkenntnissen
    - leicht benutzbar  
ja
    - sonstige  
erfordert gewissen Schulungsaufwand
  - Anforderungen an den Systemverwalter
    - leicht wartbar  
ja, mit Einschränkungen
    - leicht kontrollierbar  
ja, mit Einschränkungen
    - einfache Fehlerbehebung  
ja
    - gute Erweiterbarkeit  
ja
    - sonstige
  - Gesamteindruck
    - aus der Sicht des Benutzers:
 

3COM-Teil des Netzes:  
Relativ komfortables System, guter Datenschutz, schneller File-Server. Pro Workstation können im Maximum 8 Server gleichzeitig benutzt werden.  
Der Benutzer kommt mit relativ wenigen Befehlen aus.  
Alle anderen DEE:  
Leicht erlernbare Kommandos zum Anschluß des DEE an einen der angeschlossenen Rechner. Zugangsmöglichkeiten über Gateways zu IBM-MVS und DEC wurden erprobt.
    - aus der Sicht des Systemverwalters:
 

Sehr gute Verwaltungs- und Monitorfunktionen. Die Bedienung ist aufgrund der zahlreichen Funktionen im Netz etwas aufwendig und erfordert daher Vorkenntnisse und eine längere Einarbeitungszeit. Es bestehen für den PC-Teil und für den übrigen Teil getrennte Steuerungs- und Überwachungsmöglichkeiten.
- Bemerkungen:  
Das Netz verfügt über eine Vielzahl von Gateways und Bridges zu anderen Netzen und Systemen. In all den Fällen, in denen DEC-IBM bzw. kompatible Anlagen vom Benutzer erreicht werden müssen und der Zugang zu X.25 gefordert wird, ist der Einsatz dieses Netzes empfehlenswert.  
Sind größere Entfernungen zu überwinden, kann auf Glasfaserkabel ausgewichen werden, das zudem leichter zu verlegen ist.

### F) Kosten zum Zeitpunkt des Tests (Angaben ohne Gewähr)

- Kosten des Netzes in der getesteten Version
  - Hardware  
ca. 1500 DM (+Kosten für Kabel etc.)  
pro PC

- |          |  |
|----------|--|
|          | ca. 10.000 DM für CS/10 mit 10 V.24-Schnittstellen |
|          | ca. 700 DM für Transceiver und Kabel               |
|          | ca. 30.000 DM für SNA-Gateway                      |
| Software | ca. 8000 DM pro Server                             |
- Kosten pro anzuschließendes Endgerät (alle Angaben Zirkapreise)
 

bei Netzen mit weniger als 10 DEE	5 PCs mit entsprechender LAN-Software, 5 asynchronen DEEs 3000 DM inklusive Kabel ohne Verlegekosten
bei Netzen mit mehr als 10 DEE	8 PCs mit LAN-Software, 10 asynchronen DEEs 2500 DM inklusive Kabel ohne Verlegekosten
  - Kosten/Nutzen-Beurteilung  
 Relativ günstig bei großen Netzen. Gateways sind verhältnismäßig teuer. Ungünstig bei kleinen Netzen.

### PLANET von Racal Milgo

getestet: 1985 und 1986

mit folgender Konfiguration (DEE, Typ, Anzahl etc.)

- 2 \* IBM-PC mit 256 Kbyte und je zwei Laufwerken
- 1 \* IBM-XT mit 640 Kbyte
- 1 \* IBM-AT mit 640 Kbyte
- 1 \* Televideo 925 Terminal
- 1 \* ALTOS II Terminal
- 1 \* Protokollkonverter
- 1 \* Drucker

von Racal Milgo

Starter Kit

### A) Charakterisierung des Netzwerks

- Netzwerkstruktur (Topologie)
 

Stern	o	
Ring	x	
Bus	o	
Baum (Breitband)	o	
- Übertragungsmedium
 

Verdrillte Kupferleitungen	o	
Koaxialkabel	x	75 Ohm
Glasfaser	o	
Sonstiges		

- Maximaler Abstand zweier DEE
  - pro Segment
  - pro Netz
- Minimaler Abstand zweier DEE
- Übertragungstechnik
  - Basisband
  - Breitband
- Zugriffsmethode Token Passing
  - Genormt, wenn ja nach
  - Maximale Brutto-Datenrate im Netz
- Besonderheiten:

ca. 17 km

x

o

nicht genormt

9.2 Mbps

## B) Anschlußmöglichkeiten/Gateways

- Netzanschlußmöglichkeiten von Dateneneinrichtungen  
 verfügbare Schnittstellen:  
 Typ: RS-232C synchron oder asynchron bis 19.2 Kbps  
 Maximale Anzahl erlaubter DEE
  - pro Segment
  - pro Netz
 Anmerkung:
- Verfügbare Gateways zu anderen Netzen

(davon Serverstationen: )

500

	Gates nach	Geschw. (bps)	Anzahl	nähere Spezifikation
SNA	nur über Protokollkon- verter anderer Hersteller			Emulation SNA 3274/78
X.25	nur über Konverter anderer Hersteller			
Ethernet	über Novell- Software für PCs			
andere Netze (Bridge)				

- Mikrocomputersysteme, die softwaremäßig unterstützt werden über Novell-Software.  
 Die normale Unterstützung erfolgt lediglich über die V.24-Schnittstelle

Unter welchen Betriebssystem-Versionen?

ab DOS 2.1

- Durch direkten (Kanal-)Anschluß unterstützte Großrechner

nicht bekannt

### C) Leistungsumfang der Netzsoftware

- Netzwerk-Management-Software
  - Zentraler Netzwerksmanager verfügbar bzw. bei Bedarf einrichtbar?
  - Verfügbarkeit einer Netzstatistik für jedes DEE? (Statusabfragen möglich?)
  - Utilities zur Überwachung und Steuerung des Netzes verfügbar?  
Wenn ja, welche

ja

ja

ja

Die wichtigsten sind:  
Befehle zur Netzkonfiguration,  
Fehlerrückmeldung, Autorisierung

- Mail-Server?

ja, über Novell-Software

- File-Server?

ja, über Novell-Software

- Print-Server?

ja, über Novell-Software

- Server als Workstation benutzbar?

nur bedingt (Speicher >1Mbyte)

- Entspricht die Software den ISO-OSI-Schnittstellen?  
Wenn ja, auf welchen Ebenen?

nein

- Hilfen zur Lokalisierung von Fehlern verfügbar?

ja

- Multi-User-Compiler verfügbar?

nein

- DBS verfügbar?

ja, über Novell-Software

- Zugriffsschutz auf Daten anderer Systeme im Netz vorhanden?

über Novell-Software

- lesend
- schreibend
- pro Volume
- pro Sub-Directory
- pro File
- pro Record

über Novell-Software

über Novell-Software

über Novell-Software

über Novell-Software

über Novell-Software

über Novell-Software

### D) Test des Netzes

- **Aufbauphase**  
Welche Grundkenntnisse sind erforderlich?  
  
Zeitbedarf zum Anschluß eines DEE  
Mögliche Probleme bei der Installation  
  
Es sind nur geringe Grundkenntnisse erforderlich. Die Installationsbeschreibungen sind ausführlich (Englisch). Es traten bei der Installation keine Fehler oder Verzögerungen auf.  
ca. 30 Minuten  
Es wurden keine Probleme erkennbar
- **Betrieb des Netzes**  
Zuschalten neuer Stationen im laufenden Betrieb möglich?  
Wenn ja, wie?  
  
Gateway erfolgreich erprobt?  
  
Netz leicht erweiterbar?  
Hinzufügen einer DEE erprobt?  
  
ja, bedingt  
  
Anschluß an (möglichst) vorhandene Anschlußbox  
Als Gateway stand der eigene Protokollkonverter zur Verfügung. Seine Nutzung über das Netz war problemlos  
ja, mit Einschränkungen  
ja
- **Verhalten des Netzes bei**
  - Ausfall einer Datenendeinrichtung
  - Ausfall einer Teilstrecke  
Keine Störung des Netzes  
Wurde nicht getestet
- **Verhalten des Netzes bei hohem Datendurchsatz**  
  
Soweit dies getestet werden konnte, sind durch das Netz keine Verzögerungen feststellbar

### E) Gesamteindruck/Beurteilung

- **Anforderungen an den Benutzer**
  - leicht erlernbar
  - leicht benutzbar  
ja  
ja
- **Anforderungen an den Systemverwalter**
  - leicht wartbar
  - leicht kontrollierbar
  - einfache Fehlerbehebung
  - gute Erweiterbarkeit
  - sonstige  
ja  
nein  
In fast allen Fällen  
ja
- **Gesamteindruck**
  - aus der Sicht des Benutzers:  
Das Netz ist für den Benutzer transparent. Es existiert keine Software des Herstellers zur Rechnerkopplung oder zum Dialoganschluß. Diese Soft- und Hardware muß von anderen Firmen, soweit möglich, besorgt werden.



Das Netz kann mit wenigen Befehlen gesteuert werden. Der Schulungsaufwand ist gering.

- aus der Sicht des Systemverwalters:

Das Netz verfügt im sogenannten DIRECTOR über gute Steuer- und Überwachungsmöglichkeiten. Die vorhandene Beschreibung ist ausreichend. Nach einer gewissen Einarbeitungszeit konnte das Netz komplett überwacht werden.

#### **F) Kosten zum Zeitpunkt des Tests (Angaben ohne Gewähr)**

- Kosten pro anzuschließendes Endgerät (alle Angaben Zirkapreise)  
 bei Netzen mit weniger als 10 DEE                      3000 DM inklusive Kabel ohne  
    Verlegekosten  
 bei Netzen mit mehr als 10 DEE                      2500 DM inklusive Kabel ohne  
    Verlegekosten
- Kosten/Nutzen-Beurteilung  
 Relativ teures Netz, insbesondere bei kleinen Installationen.

#### **Ethernet mit Komponenten diverser Hersteller**

getestet: 1985/86 (in Produktion seit 1986)

mit folgender Konfiguration (DEE, Typ, Anzahl etc.)

- 5 \* IBM-PC/XT mit 256 Kbyte
- 1 \* IBM-PC mit 640 Kbyte
- n \* IBM-AT 03, HP VECTRA, NCR P08, IBM-PS/2 M50-80
- 1 \* ALTOS II Terminal
- n \* VT100 Terminal
- 1 \* VAX 750
- 2 \* VAX 780
- 1 \* IBM 4381

#### **Interface-Hardware**

- 1 \* NTS1010A von INTERLAN
- 1 \* 7170 (DACU) von IBM, 8232 von IBM
- 1 \* CS 100 von Bridge (3COM)
- 2 \* CS 1010 VON 3COM
- 1 \* CS 1 von Bridge (3COM)
- 3 \* DEUNA von DEC
- n \* 3COM-Karte für PCs
- n \* EXCELAN-Karte für IBM-PCs
- n \* Ugermann-Bass-Karte für PCs

#### **Software**

TCP/IP Software diverser Hersteller

(MIT, Excelan, Wisconsin, Bridge, Wollongong, IBM, FTP, CMU)

(n = Zahl >10 aus dem Produktionsnetz)

**A) Charakterisierung des Netzwerks**

- Netzwerkstruktur (Topologie)

Stern	o	
Ring	o	
Bus	x	
Baum (Breitband)	o	
- Übertragungsmedium

Verdrillte Kupferleitungen	o	
Koaxialkabel	x	50 Ohm
Glasfaser	x	Gradientenfaser 50/125 Mikron von SEL

Bemerkungen: Als Übertragungsmedium wird auch Glasfaser zusammen mit Ethernet eingesetzt. Es wurden aktive Sternkoppler verwendet. Als Zuleitung zum Endgerät wurde statt eines Transceiver-Kabels auch abgeschirmtes 4-Draht-Kabel (IBM-Verkabelungssystem) eingesetzt.

- Maximaler Abstand zweier DEE

– pro Segment	ca. 500 m
– pro Netz	ca. 4000 m
- Minimaler Abstand zweier DEE 2,5 m zwischen den Transceivern
- Übertragungstechnik

Basisband	x
Breitband	o
- Zugriffsmethode CSMA/CD

Genormt, wenn ja nach	IEEE 802.3
Maximale Brutto-Datenrate im Netz	10 Mbps
- Besonderheiten

Bei Verwendung von Glasfaser und IBM-Verkabelungssystem sind auch größere Entfernungen überbrückbar

**B) Anschlußmöglichkeiten/Gateways**

- Netzanschlußmöglichkeiten von Dateneneinrichtungen  
verfügbare Schnittstellen:  
Typ: PC-Interface-Karten EXCELAN 3COM, Ungermann-Bass oder WD.  
(ohne oder mit integriertem Transceiver)  
Maximale Anzahl erlaubter DEE

pro Segment	200 (davon Server-Stationen:)
pro Netz	1024 (davon Server-Stationen: beliebig)

Anmerkung: Die Beschränkung pro Segment auf 200 bezieht sich auf Standard-Ethernet-Kabel.

- Verfügbare Gateways zu anderen Netzen

	Gates nach	mit Geschwindig- keit (bps)	Anzahl	nähere Spezifikation
SNA	CS/1 Box	maximal 64 Kbps	32	Emulation SNA 3274/78 bzw. 3776
	DACU oder IBM 8232	Kanalkopp- lung		
X.25	über IBM 1 oder IBM 937x oder X.25-Bridge			
Ethernet	Verlängerung über Local oder Remote Bridge			

- Computersysteme, die softwaremäßig unterstützt werden

Typ: IBM-PC/XT/AT und PS/2

PC-DOS ab Version 2.1 bis DOS 4.0

Interface-Typ: IBM-PC-Interface-Karten und Kompatible sowie Microchannel (CORONA, COMPAQ etc.)

Typ Unix PC mit Berkeley Unix oder Unix-System V Version >3 mit TCP/IP-Protokollen z.B. PDP xx mit Unix, IBM 6150, NCR Tower, Siemens, SUN, ...

DV-Systeme diverser Hersteller, sofern sie TCP/IP-Protokolle und Ethernet unterstützen  
Unter welchen Betriebssystem-Versionen?

Mikros

512 Kbyte für TCP/IP PC

Empfohlener HSP-Ausbau pro PC

Test-HSP-Ausbau pro PC

640 Kbyte

Minis

Unix mit TCP/IP-Protokollen

Mainframes

mit TCP/IP-Protokollen von IBM für das Betriebssystem VM

- Durch direkten (Kanal-)Anschluß unterstützte Großrechner

IBM und kompatibel

### C) Leistungsumfang der Netzsoftware

Getestet wurden die IBM 7170 und die IBM 8232 (in Produktion). Alternativen hierzu sind Lösungen von INTERLINK, FIBRONICS und Nixdorf.

- Netzwerk-Management-Software
  - Zentraler Netzwerksmanager verfügbar bzw. bei Bedarf einrichtbar? ja
  - Verfügbarkeit einer Netzstatistik für jedes DEE? (Statusabfragen möglich?) bedingt verfügbar
  - Utilities zur Überwachung und Steuerung des Netzes verfügbar? ja
- Mail-Server? ja. Sogar »weltweit« nutzbar
- File-Server? ja. Mit Hilfe der NFS-Protokolle von SUN
- Print-Server? bedingt
  - mit Spooler?
  - ohne Winchester denkbar?
- Server als Workstation benutzbar? entfällt
- Entspricht die Software den ISO-OSI-Schnittstellen?  
Wenn ja, auf welchen Ebenen? Ebenen 1 bis 2, ansonsten Implementierung der DoD TCP/IP-Protokolle
- Hilfen zur Lokalisierung von Fehlern verfügbar? von Fremdfirmen
- Multi-User-Compiler verfügbar? entfällt
- DBS verfügbar? entfällt
- Zugriffsschutz auf Daten anderer Systeme im Netz vorhanden?
  - lesend ja
  - schreibend ja
  - pro Volume ja
  - pro Sub-Directory ja
  - pro File ja
  - pro Record ja

#### D) Test des Netzes

- Aufbauphase  
Welche Grundkenntnisse sind erforderlich? Es sind Kenntnisse des jeweiligen Betriebssystems erforderlich, sowie, je nach Software, detaillierte Betriebssystemkenntnisse. Zur Installation der Hardware sind Kenntnisse über Ethernet unbedingt erforderlich

Zeitbedarf zum Anschluß eines DEE

ca. 40 Minuten bei PC und vorhandenem Transceiver

ca. 1 bis 5 Tage bei IBM Mainframe mit DACU oder 8232

ca. 1 bis 3 Tage bei DEC-Systemen unter VMS. Viele Unix-Systeme, wie z.B. die SUN-Systeme, verfügen bereits über einen standardmäßigen Ethernet-Anschluß und über die TCP/IP-Protokolle

Mögliche Probleme bei der Installation

Es traten beim Test keine Probleme bei der Installation auf

- Betrieb des Netzes

Zuschalten neuer Stationen im laufenden Betrieb möglich?

ja

Wenn ja, wie?

Durch Anschluß eines neuen Gerätes an einen Transceiver

Datenschutz wie angekündigt?

ja

Gateway erfolgreich erprobt?

SNA-Gateway wurde getestet (vom Fremdhersteller)

Netz leicht erweiterbar?

ja

Hinzufügen einer DEE erprobt?

ja

- Folgende Anwendungssoftware konnte im Netz getestet werden

- Multiplan

entfällt

- PE

entfällt

- Sonstiges

entfällt

- Verhalten des Netzes bei

- Ausfall einer Datenendeinrichtung

Keine Störung des Netzes

- Ausfall einer Teilstrecke

nach Behebung einer kurzen Störung: RECOVERY erfolgt durch das Netz, ohne Auswirkungen für den Benutzer

- Verhalten des Netzes bei hohem Datendurchsatz

Es konnte kein Engpaß durch das Netz festgestellt werden. Engpässe traten immer am Endgerät (Mainframe, Mini) auf.

## E) Gesamteindruck/Beurteilung

- Anforderungen an den Benutzer

- leicht erlernbar

ja

- leicht kontrollierbar

ja

- leicht benutzbar

ja

- Anforderungen an den Systemverwalter

- leicht wartbar

Abhängig vom Endgerät

- leicht kontrollierbar

Abhängig vom Endgerät

- einfache Fehlerbehebung
  - gute Erweiterbarkeit
  - sonstige
- Abhängig vom Endgerät  
ja
- Gesamteindruck
    - aus der Sicht des Benutzers:

Für den Benutzer ein sehr einfach zu bedienendes System. Durch die Nutzung der TCP/IP-Protokolle auch auf dem PC kann, zusammen mit Maschinen von DEC und DATA GENERAL, IBM, Siemens, um hier nur einige Hersteller zu nennen, ein einheitliches Netz aufgebaut werden. Der Benutzer hat, je nach zur Verfügung stehenden Utilities, Zugriff auf die Daten und Programme der anderen Systeme. Des weiteren kann er im Dialog auf die Dienstleistungen des jeweils anderen Systems zugreifen. Erfolgt der Zugriff von einem Unix-System, einem Macintosh oder einem IBM-PC/XT/AT bzw. PS/2-System auf ein IBM-System, ist »Full-Screen«-Dialog möglich. In allen anderen Fällen momentan nur zeilenorientierter Dialog. Als weiterer Dienst steht dem Anwender ein Mail-System zur Verfügung, mit dem er Briefe an alle angeschlossenen Systeme, unabhängig vom Hersteller versenden kann. Ist ein Gateway zum CS-Net verfügbar, kann der Benutzer, sofern autorisiert, alle Dienstleistungen der dort angeschlossenen Systeme nutzen (ca. 2200 DV-Systeme) bzw. Mailing durchführen.
    - aus der Sicht des Systemverwalters:

Eingeschränkte Verwaltungs- und Monitor-Funktionen. Die Bedienung der zahlreichen Funktionen im Netz ist, abhängig vom jeweiligen DV-System, relativ einfach durchführbar. Das Hinzufügen neuer Datenstationen ist einfach. Bei großen Netzen traten gelegentlich Probleme mit Broadcast-Meldungen auf, die kurzfristig aufgrund von Fehlverhalten einer Bridge das Netz blockierten.

### F) Kosten

- Kosten des Netzes in der jetzigen Version  
Hardware + Software ca. 300.000 DM
- Kosten pro anzuschließendes Endgerät (alle Angaben Zirkapreise)  
bei Netzen mit weniger als 10 DEE Abhängig vom Endgerät (Terminal, PC, Mainframe)
- Kosten/Nutzen-Beurteilung  
Kann in der bisher durchgeführten Form nicht gemacht werden, da die Kosten, je nach anzuschließendem Endgerät, stark variieren.  
Der Anschluß eines einzelnen PC kostet ca. 2000 DM, eines Terminals ca. 1000 DM. Der Anschluß eines IBM Mainframes ca. 60.000-150.000 DM. Hier können dann aber alle an Mainframe angeschlossenen Endgeräte die Dienstleistungen der anderen am Netz angeschlossenen Endgeräte in Anspruch nehmen. Diese Zahl kann im Extremfall zwischen einem Endgerät und mehreren tausend Endgeräten variieren.

## IBM-Token-Ring

getestet: 1988

mit folgender Konfiguration (DEE, Typ, Anzahl etc.)

- 2 \* IBM-3174-01L
- 2 \* IBM-3174-Remote-T.-R
- 2 \* IBM-PS/2 und AT-03 mit Realtime Coprozessor
- 1 \* NCR-PC-8 mit 640 Kbyte
- 1 \* IBM-AT mit 640 Kbyte

Ringleitungsverteiler und 4 Token-Ring-Adapter mit IBM-Kabel Typ 1 und Glasfaserstrecken basierend auf Gradientenfaser

### A) Charakterisierung des Netzwerks

- Netzwerkstruktur (Topologie)
 

Stern	o
Ring	x
Bus	o
- Übertragungsmedium
 

Verdrillte Kupferleitungen	· x
Koaxialkabel	o      75 Ohm
Glasfaser	x      (alternativ)
Sonstiges	Telefonkabel

Bemerkungen: Bei Telefonkabel Entfernungsbeschränkungen, keine Unterstützung bei 16 Mbps
- Maximaler Abstand zweier DEE
 

– pro Segment	360 m (ohne Verstärker oder Glasfaserkabel,
– pro Netz	theoretisch unbegrenzt bei Verwendung von Glasfaserkabeln)
- Minimaler Abstand zweier DEE
 

	ca. 2 m
--	---------
- Übertragungstechnik
 

Basisband	x
Breitband	o
Sonstiges	
- Zugriffsmethode Token-Ring
 

Genormt, wenn ja nach	IEEE 802.5 / 802.2
Maximale Brutto-Datenrate im Netz	4 bzw. 16 Mbps
- Besonderheiten
 

Der Hersteller hat das Netz zu einem Standardnetz für seine Produkte für die Bürokommunikation ausgebaut und ermöglicht auch Rechnerkopplungen seiner großen System /370 über dieses Netz (System Network Architecture) unter Verwendung des IBM-Verkabelungssystem und Glasfaserkabel.

**B) Anschlußmöglichkeiten/Gateways**

- Netzanschlußmöglichkeiten von Datenendeinrichtungen  
verfügbare Schnittstellen:

Typ: IBM-Token-Ring-Adapter für PC-Bus und Microchannel

Token-Ring-Adapter für IBM 937x, /36, 4700, 37xx und 3174. Direkte Adapter für 3270-Bildschirme beispielsweise von HOB Elektronik.

V.24-Schnittstelle bis maximal 19200 bps

X.25-Schnittstelle

Maximal Anzahl erlaubter DEE

– pro Netz ca. 260

Anmerkung: Es können beliebig viele Netze über Gateways zusammen geschaltet werden (maximal 7 in Reihe).

- Verfügbare Gateways zu anderen Netzen

	Gates nach	Geschwindigkeit (bps)	Anzahl	nähere Spezifikation
SNA	über SNA/SDLC-Adapter im Gateway-PC	9600 bzw. 19200	maximal 32	Emulation SNA 3174 mit 3190
SNA	Unter Benutzung einer IBM-Serie /1 als File-Server im Netz. Die /1 kann an den Kanal der IBM-/370-Architektur direkt angeschlossen und als Gateway benutzt werden.			
SNA und Non SNA	über Advanced-IBM-3278-Karte	Lokalan-schluß an 3274/3174	maximal 5	Emulation 3278 DFT



	Gates nach	Geschwindigkeit (bps)	Anzahl	nähere Spezifikation
SNA	über IBM 3720 oder 3725/45 mit LAB C	Direktanschluß an Front-End-Proz.	bis zu 9999 (3745)	Emulation 3278/79 und 3287
SNA	über IBM 3174 mit Gateway Feature	Direktanschluß an lokale Steuere.	ca. 160	Emulation 3278/79 und 3287
X.25	über /1 oder über zentrale DV-Anlage			
Ethernet	von Bridge, Ungermann-Bass, IBM (TCP/IP-Protokolle)			
andere Netze (Bridge)	über asynchronen Gateway Server (maximal 2 * 9600 bps)			
TTY				
PC-Network	über Bridge von IBM (PC mit 2 Adaptern)			

- Mikrocomputersysteme, die softwaremäßig unterstützt werden  
 Typ: IBM-PC/XT/AT oder PS/2  
 Interface-Typ  
 Indirekt unterstützt werden  
 IBM-PC-Interface-Karte und kompatible ältere Modelle IBM /36 und /1 über einen Gateway-PC, sowie alle möglichen Fremdhersteller über entsprechende Gateways  
 Unter welchen Betriebssystem-Versionen?  
 PC-DOS 3.3 und höher (getestet)  
 Empfohlener HSP-Ausbau pro PC  
 640 Kbyte/640 Kbyte Server/Workstation
- Durch direkten (Kanal-)Anschluß unterstützte Großrechner  
 IBM unter MVS-SNA über Serie /1 als Gateway  
 über IBM-3174-Steuereinheit oder über IBM-3720/25/45-Front-End-Prozessor  
 über IBM 8232 und TCP/IP-Protokolle  
 über IBM 937x mit integriertem Adapter  
 über IBM 6150 mit Token-Ring-Adapter und Graphik Controller

### C) Leistungsumfang der Netzsoftware

- Netzwerk-Management-Software
  - Zentraler Netzwerkmanager verfügbar bzw. bei Bedarf einrichtbar? ja
  - PC-LAN-Manager-Program erfordert dedizierten PC und überwacht eine komplette Token-Ring-Installation unter Einbeziehung aller Teilnetze. Zentrale Überwachung möglich mit Hilfe von NETVIEW/PC oder dem PC-LAN-Manager mit Direktanbindung an den Host unter OS/2. Hierzu ist die Verfügbarkeit von Netview im Host erforderlich. Der Anschluß von Netview/PC an den Host erfolgt aus Sicherheitsgründen über eine getrennte eigenständige Leitung.
  - Verfügbarkeit einer Netzstatistik für jedes DEE? (Statusabfragen möglich?) ja
  - Utilities zur Überwachung und Steuerung im Netz verfügbar? Wenn ja, welche Es sind mehrere ausführliche, menügeführte Kommandos zur Fehlerüberwachung, -analyse und -lokalisierung vorhanden auf der Basis optionaler Programme
- Mail-Server? eingeschränkt vorhanden. Mit Broadcast-Möglichkeiten
- File-Server? vorhanden. Maximal 256 Verbindungen können gleichzeitig aufgebaut werden (Voraussetzung: Token-Ring-Adapter-Karte mit 64-Kbyte-Cache-Speicher)
- Performance File-Server? gut. Wenn IBM-PS/2 Modell 50-80 benutzt werden oder vergleichbar (COMPAQ, Olivetti etc.)
- Print-Server? vorhanden. Maximal vier Drucker pro Server
  - mit Spooler? ja
  - ohne Winchester denkbar? nein
- Server als Workstation benutzbar? ja
- Workstation auch über das Netz ladbar? ja. Setzt entsprechenden Boot-PROM voraus
- Entspricht die Software den ISO-OSI-Schnittstellen?
  - Wenn ja, auf welchen Ebenen? ja. Ebenen 1 und 2  
Ebenen 3 bis 7 in Entwicklung
- Hilfen zur Lokalisierung von Fehlern verfügbar? ja
- Multi-User-Compiler verfügbar? ja
- DBS verfügbar? ja (dBase III Plus und Informix)

- Zugriffsschutz auf Daten anderer Systeme im Netz vorhanden?
  - lesend ja
  - schreibend ja
  - pro Volume ja
  - pro Sub-Directory ja
  - pro Record ja

#### D) Test des Netzes

- Aufbauphase

Welche Grundkenntnisse sind erforderlich?

keine. Relativ einfacher Netzaufbau; gute Dokumentation. Die Verwendung von Leitungsverstärkern und Glasfaserkabel wurde getestet. Es wurden sowohl IBM- als auch SEL-Glasfaserkomponenten erfolgreich gemischt eingesetzt. Die von IBM verfügbaren abgeschirmten 4-Draht-Kabel werden nur in einer Länge von 2,4 m geliefert. Dies hat zur Folge, daß fast immer Netzwerkkabel selbst angefertigt werden müssen, was den Netzaufbau zeitlich erheblich verzögern kann. Es empfiehlt sich, LWL-Umsetzer mit 4/16 Mbps zu verwenden (SEL, IBM) oder Ringleitungsverteiler mit integrierten Lichtleiterumsetzern (SEL), um Kosten zu sparen, falls die Entfernungen nicht zu hoch sind. Je nach LWL-Umsetzer können bis zu 21 km ohne zusätzliche Verstärkung überbrückt werden (bei Verwendung von Monomode-Fasern)

Zeitbedarf zum Anschluß eines DEE

Server: ca. 2 bis 4 Stunden  
Workstation: ca. 20 Minuten  
Terminal: Direkt

Mögliche Probleme bei der Installation

Host: je nach Typ bis zu 1 Tag  
keine bekannt, außer das auf freie Interrupts im PC bei der Installation der Adapterkarte geachtet werden muß. Je mehr Anwendungen parallel über den Token-Ring realisiert werden sollen, die voneinander unabhängig auf einem PC realisiert werden sollen (3270-Emulation, APPC, TCP/IP, PC-LAN-Program, ...) desto mehr Service Access Points müssen reserviert werden

- Betrieb des Netzes
  - Zuschalten neuer Stationen im laufenden Betrieb möglich ja
  - Wenn ja, wie? Durch Anschluß an einen vorhandenen Ringleitungsverteiler problemlos möglich, ohne daß eine Netzunterbrechung notwendig ist. Auch wenn keine Positionen mehr frei sind, läßt sich der Ring unterbrechungsfrei erweitern, wenn gewisse Regeln bei der Integration neuer Ringleitungsverteiler eingehalten werden oder wenn aktive Ringleitungsverteiler (PROTEON) verwendet werden
  - Datenschutz wie angekündigt? ja
  - Gateway erfolgreich erprobt? Zum Testzeitpunkt konnte der SNA/SDLC und der 3278-Gateway getestet werden. Für die 3270-Welt wurden die 3174 als Gateway eingesetzt (maximaler Durchsatz ca. 45 Kbyte/s.) und für TCP/IP-Endgeräte die IBM 8232
  - Netz leicht erweiterbar? ja, ohne Einschränkungen
  - Hinzufügen eines DEE erprobt? ja
  - Hinzufügen eines Servers erprobt? ja
- Folgende Anwendungssoftware konnte im Netz getestet werden
  - Framework
  - Lotus 1-2-3
  - PE
  - Sonstiges: Wordstar, FC2, WordPerfect, Kedit Turbo Pascal
- Verhalten des Netzes bei
  - Ausfall einer Workstation Im Normalfall auf der betroffenen Workstation keine Störung auf das Netz
  - Ausfall eines Servers Alle Workstations mit Verbindung zum Server sind inaktiv. Neustart erforderlich
  - Ausfall einer Teilstrecke Alle PCs und Endgeräte sind isoliert. Befindet sich der Gateway zum jeweiligen Host im anderen Teilnetz, ist keine Kommunikation mehr möglich. Ansonsten kann normal weitergearbeitet werden
- Verhalten des Netzes bei hohem Datendurchsatz
 

Soweit dies testbar war, trat keine Beeinflussung des Netzes auf. Gemessen wurden in der Spitze mit 80 angeschlossenen Endgeräten 28 Prozent Netzbelastung

## E) Gesamteindruck/Beurteilung

- Anforderungen an den Benutzer
  - leicht erlernbar ja
  - leicht benutzbar ja
- Anforderungen an den Systemverwalter
  - leicht wartbar ja
  - leicht kontrollierbar ja
  - einfache Fehlerbehebung ja
  - gute Erweiterbarkeit ja
  - sonstige

- Gesamteindruck

- aus der Sicht des Benutzers:

Sehr gut handhabbares System. Eine ausgezeichnete Menüführung hilft dem Benutzer bei der Steuerung des Netzes und beim Zugriff auf andere Endgeräte eines Netzwerks. Fehlermeldungen durch das System werden zentral aufgezeichnet und ausgewertet. Das normale Operating eines Rechenzentrums kann zur Überwachung des LANs eingesetzt werden. Zusätzliche Programme sind nicht erforderlich. Dies setzt allerdings eine genaue Planung des Netzes und eine einheitliche systemabhängige Vergabe der Netzwerkadressen für die Endgeräte im LAN voraus. Nur so können die eventuell fehlerhaften Komponenten sofort lokalisiert und eventuell deaktiviert werden.

- aus der Sicht des Systemverwalters:

Die Gesamtpformance des Netzes ist abhängig von den Gateways zu den Hosts und zu den anderen Netzen. Es empfiehlt sich, einige Komponenten redundant auszulegen. Das »Sharen« von Ressourcen ist gut und übersichtlich gelöst. Der Datenschutz ist sehr gut. Das Auffinden von Netzfehlern ist mit den vorhandenen Hilfsmitteln eindeutig durchführbar. Mit Hilfe der IBM-Bridge-Software können Netze zu einem sogenannten Backbone-Netz zusammengeschaltet werden. Als Bridge werden PCs mit spezieller Software verwendet. Auch der Einsatz von Remote Bridges mit Übertragungsgeschwindigkeiten bis zu 1,5 Mbit/s. über das öffentliche Netz sind realisierbar. Die Bridge selbst kann als Filter aktiviert werden, um das unerlaubte Zugreifen von einem in den anderen Ring zu verhindern und um unnötige Last vom Netz zu nehmen (beispielsweise Broadcast-Meldungen).

### Bemerkungen:

Bei Verwendung der Novell-Software anstelle des IBM-Local-Area-Network-Programms erhöht sich der Durchsatz am PC-Server erheblich und dem Anwender werden bessere Sicherungsmechanismen sowohl gegen Datenmißbrauch als auch gegen Datenverlust angeboten. Die Anbindung anderer Netze (Ethernet, Local-Net) wird ermöglicht. Die Novell-Gateway-Software in Verbindung mit einer IBM 3174 oder einem Front-End-Prozessor ermöglicht auch die Emulation eines grafikfähigen 3270-Endgeräts im PC. Bei Verwendung der OS/2-LAN-Server-Software sind ca. 6 Mbyte Hauptspeicher und mindestens 30 Mbyte Plattenplatz im Server erforderlich!

**F) Kosten**

- Kosten pro anzuschließendem Endgerät (alle Angaben Zirkapreise)  
bei Netzen mit weniger als 10 DEE      Abhängig vom Endgerät zwischen 500 DM und 50 TDM
- Kosten/Nutzen-Beurteilung  
Sehr leistungsfähiges, preisgünstiges Netz, das auch hohe Übertragungsraten problemlos bewältigen kann und sich damit auch zur Rechnernetzverknüpfung eignet.

**10.3 PC-LANs im Test****3COM ETHERlink/PC Network**

getestet: 1985/86 und 1988

mit folgender Konfiguration (DEE, Typ, Anzahl etc.)

- 1 \* IBM-PC/XT mit 512 Kbyte
- 2 \* IBM-PC mit 512 Kbyte
- 3 \* IBM-AT 03 mit 1 Mbyte

von 3COM

- 6 \* Network Interface Card

Software von Novell Advanced Netware und alternativ 3+ von 3COM

**A) Charakterisierung des Netzwerks**

- Netzwerkstruktur (Topologie)

Stern	o	
Ring	o	
Bus	x	
Baum (Breitband)	o	
- Übertragungsmedium

Verdrillte Kupferleitungen	o	
Koaxialkabel	x	50 Ohm
Glasfaser	o	(möglich)

Bemerkungen: Es wurde Cheapernet benutzt.
- Maximaler Abstand zweier DEE

– pro Segment	ca. 185 m
– pro Netz	ca. 600 m
- Minimaler Abstand zweier DEE      ca. 0,5 m
- Übertragungstechnik

Basisband	x
Breitband	o

- Zugriffsmethode CSMA/CD  
Genormt, wenn ja nach nein (10 BASE2)  
Maximale Brutto-Datenrate im Netz 10 Mbps
- Besonderheiten  
Es wurde das sogenannte THIN-Ethernet-Kabel verwendet, das preiswert ist und leicht verlegt werden kann.

## B) Anschlußmöglichkeiten/Gateways

- Netzanschlußmöglichkeiten von Datenendeinrichtungen  
verfügbare Schnittstellen:  
Typ: PC-Interface-Karte  
Maximale Anzahl erlaubter DEE  
– pro Segment 100 (davon Serverstationen: )  
– pro Netz theoretisch 1024 (davon Serverstationen: )  
Anmerkung: Maximal 50 Workstations pro Server bei Novell-Software.

- Verfügbare Gateways zu anderen Netzen

	Gates nach	Geschwindig- keit (bps)	Anzahl	nähere Spezifikation
SNA	diverse Hersteller, abhängig davon, ob Novell- oder 3COM-Software benutzt wurde			
X.25	diverse Hersteller			
Ethernet	diverse Hersteller			
andere Netze (Bridge)				

Anmerkung: Unter Novell stehen zum Teil sehr leistungsstarke Gateway Hard- und Software-Komponenten zur Verfügung, die mit bis zu 64 Kbyte Übertragungsgeschwindigkeit arbeiten und bis zu 128 Dialogverbindungen (inklusive File-Transfer und Drucker-Support) unterstützen.

- Mikrocomputersysteme, die softwaremäßig unterstützt werden  
Typ IBM-PC/XT/AT und PS/2  
Interface-Typ: IBM-PC-Interface-Karte und Kompatible und Microchannel (CORONA, COMPAQ etc.)  
Unter welchen Betriebssystem-Versionen? PC-DOS ab Version 2.1  
Empfohlener HSP-Ausbau pro PC 640 Kbyte/256 Kbyte Server/Workstation  
Test-HSP-Ausbau pro PC 640 Kbyte/256 Kbyte Server/Workstation
- Durch direkten (Kanal-)Anschluß unterstützte Großrechner  
Unter Zuhilfenahme der Novell-Software kann eine VAX als LAN-Server benutzt werden.

**C) Leistungsumfang der Netzsoftware**

- Netzwerk-Management-Software
  - Zentraler Netzwerksmanager verfügbar bzw. bei Bedarf einrichtbar? ja
  - Verfügbarkeit einer Netzstatistik für jedes DEE? (Statusabfragen möglich?) ja
  - Utilities zur Überwachung und Steuerung des Netzes verfügbar? ja  
Wenn ja, welche? Bei Novell-Software siehe Test-3M-Netz
- Mail-Server? ja
- File-Server? ja. Zugriff auf alle Files nur von der Workstation aus möglich. Maximal 50 Workstations pro Server (100 bei Novell-Software).  
3COM bietet eine eigene Server-Station an, die über eine oder mehrere Platten (40, 60, 80 Mbyte) bis zu 8 Mbyte Hauptspeicher und über einen INTEL 80286 oder 80386 verfügen. Sie sind speziell auf schnelle Plattenzugriffe ausgelegt. Dies trifft gleichermaßen für die Novell-Software zu
- Print-Server? ja. Mehrere Printer im Netz denkbar
  - mit Spooler? ja
  - ohne Winchester denkbar? nein
- Server als Workstation benutzbar? ja
- Workstation auch über das Netz ladbar? ja. Mittels EPROM, der auf die Network-Interface-Karte gesteckt wird
- Entspricht die Software den ISO-OSI-Schnittstellen?  
Wenn ja, auf welchen Ebenen? Ebenen 1 bis 2
- Hilfen zur Lokalisierung von Fehlern verfügbar? ja
- Multi-User-Compiler verfügbar? nein
- DBS verfügbar? ja, z.B. dBase IV oder ORACLE
- Zugriffsschutz auf Daten anderer Systeme im Netz vorhanden?
  - lesend ja (Novell-SW) ja (3COM-SW)
  - schreibend ja (Novell-SW) ja (3COM-SW)
  - pro Volume ja (Novell-SW) ja (3COM-SW)
  - pro Sub-Directory ja (Novell-SW) ja (3COM-SW)



– pro File	ja (Novell-SW)	ja (3COM-SW)
– pro Record	ja (Novell-SW)	ja (3COM-SW)

#### D) Test des Netzes

- **Aufbauphase**
  - Welche Grundkenntnisse sind erforderlich? Keine, auch keine Werkzeuge außer einem Schraubenzieher
  - Zeitbedarf zum Anschluß eines DEE ca. 20 Minuten
  - Mögliche Probleme bei der Installation Unverträglichkeit mit anderen Zusatzkarten für den PC
- **Betrieb des Netzes**
  - Zuschalten neuer Stationen im laufenden Betrieb möglich? ja
  - Wenn ja, wie? Reboot der betroffenen Serverstation notwendig. Kurze Unterbrechung des gesamten Netzes
  - Datenschutz wie angekündigt? ja
  - Gateway erfolgreich erprobt? unter Novell-Software ja
  - Netz leicht erweiterbar? ja
  - Hinzufügen einer Workstation erprobt? ja
  - Hinzufügen eines Servers erprobt? ja, sehr leicht möglich
- **Folgende Anwendungssoftware konnte im Netz getestet werden**
  - Multiplan, dBase III ja
  - Lotus 1-2-3, WordPerfekt ja
  - PE, KEDIT ja
  - Sonstiges MS-Fortran, Prof. Edit Turbo Pascal
- **Verhalten des Netzes bei**
  - Ausfall einer Workstation Keine Störung des Netzes
  - Ausfall eines Servers Neustart der angeschlossenen Workstations erforderlich
  - Ausfall einer Teilstrecke Wurde nicht getestet
- **Verhalten des Netzes bei hohem Datendurchsatz**
  - Soweit dies getestet werden konnte, sind durch das Netz keine Verzögerungen feststellbar

#### E) Gesamteindruck/Beurteilung

- **Anforderungen an den Benutzer**
  - leicht erlernbar ja
  - leicht kontrollierbar ja
  - leicht benutzbar ja

- Anforderungen an den Systemverwalter
  - leicht wartbar ja
  - leicht kontrollierbar ja, mit Einschränkungen
  - einfache Fehlerbehebung ja, mit Einschränkungen
  - gute Erweiterbarkeit ja
  - sonstige Kontingierungsmöglichkeiten sind bei Novell vorgesehen
- Gesamteindruck
  - aus der Sicht des Benutzers:  
(3COM-Software)  
Überschaubares System mit gutem Befehlsumfang.  
In der Testversion traten an einigen Stellen nicht nachvollziehbare Probleme auf, die zum Neustart der betroffenen Workstations führten.
  - aus der Sicht des Systemverwalters:  
Gute Verwaltungs- und Monitorfunktionen. Die Bedienung der zahlreichen Funktionen im Netz ist einfach durchführbar. Das Netz war in der getesteten Version nicht ganz stabil. Die teilweise auftretenden Deadlocks waren nicht lokalisierbar.

#### **F) Kosten zum Zeitpunkt des Tests (Angaben ohne Gewähr)**

- Kosten pro anzuschließendes Endgerät (alle Angaben Zirkapreise)
 

bei Netzen mit weniger als 10 DEE	8 PCs mit entsprechender LAN-Software 2500 DM inklusive Kabel ohne Verlegekosten
bei Netzen mit mehr als 10 DEE	16 PCs mit LAN-Software <2000 DM inklusive Kabel ohne Verlegekosten
- Kosten/Nutzen-Beurteilung:  
Im Vergleich zu anderen Netzen mittelmäßiges Preis-Leistungs-Verhältnis.

#### **AST PC NET II**

getestet: Sommer 1985  
 mit folgender Konfiguration (DEE, Typ, Anzahl etc.)  
 1 \* IBM-PC/XT mit 256 Kbyte  
 1 \* IBM-PC  
 von AST: PC NET Starter Kit

#### **A) Charakterisierung des Netzwerks**

- Netzwerkstruktur (Topologie)
 

Stern	o
Ring	o
Bus	x
Baum (Breitband)	o

- Übertragungsmedium
 

Verdrillte Kupferleitungen	x	2-Draht
Koaxialkabel	o	
Glasfaser	o	

 Bemerkungen:
- Maximaler Abstand zweier DEE
  - pro Segment
  - pro Netz
 ca. 350 m
- Minimaler Abstand zweier DEE: ca. 0,7 m
- Übertragungstechnik
 

Basisband	x
Breitband	o
Sonstiges	
- Zugriffsmethode CSMA/CD
 

Genormt, wenn ja nach	nein
Maximale Brutto-Datenrate im Netz	0,8 Mbps
- Besonderheiten
 

Im Test wurde versuchsweise auch normales Telefonkabel verwendet. Bei kurzen Entfernungen (hier ca. 20 m) traten keine Probleme bei der Übertragung über diese Medien auf. Inzwischen wird ein NETBIOS-Emulator für das Netzwerk angeboten.

## B) Anschlußmöglichkeiten/Gateways

- Netzanschlußmöglichkeiten von Datenendeinrichtungen
 

verfügbare Schnittstellen:

Typ: PC-Interface-Karte

Maximale Anzahl erlaubter DEE

  - pro Segment
  - pro Netz
 32 (davon Serverstationen: 16)  
 ca. 160 (davon Serverstationen: 80)
 

Anmerkung:
- Verfügbare Gateways zu anderen Netzen

	Gates nach	Geschwindigkeit (bps)	Anzahl	nähere Spezifikation
SNA	gepl. 4/85	9600	maximal 32 LUs	Emulation SNA 3274/78
X.25				
Ethernet				
andere Netze (Bridge)				
IBM	BSC 3780	9600		RJE-Emulation

- Mikrocomputersysteme, die softwaremäßig unterstützt werden  
Typ: IBM-PC/XT/AT  
Interface-Typ: IBM-PC-Interface-Karte und Kompatible  
(CORONA, COMPAQ etc.)  
Unter welchen Betriebssystem-Versionen? PC-DOS 2.0, 2.1 (getestet)  
Empfohlener HSP-Ausbau pro PC 256 Kbyte/256 Kbyte (64 Kbyte reichen laut Hersteller)  
Test-HSP-Ausbau pro PC Server/Workstation  
256 Kbyte/256 Kbyte  
Server/Workstation
- Durch direkten (Kanal-)Anschluß unterstützte Großrechner:

### C) Leistungsumfang der Netzsoftware

- Netzwerk-Management-Software
  - Zentraler Netzwerksmanager verfügbar bzw. bei Bedarf einrichtbar? nein
  - Verfügbarkeit einer Netzstatistik für jedes DEE? (Statusabfragen möglich?) ja
  - Utilities zur Überwachung und Steuerung des Netzes verfügbar? ja  
Wenn ja, welche  
NETTEST Testet Kommunikation zwischen PCs  
NETDIR Zeigt Netzwerk-Konfiguration an  
SELFTEST Testet LAN-Board im PC  
SPCDIR Zeigt Konfiguration eines einzelnen PCs an  
STATUS Zeigt Netzwerk-Status an
- Mail-Server? nein
- File-Server? ja. Zugriff auf alle Files nur von der Workstation aus möglich. Maximal 10 Server können von der Workstation aus erreicht werden. Als Server stehen nur die eigenen Laufwerke zur Verfügung.
- Print-Server?
  - mit Spooler? ja. Mehrere Printer im Netz denkbar
  - ohne Winchester denkbar? ja, aber ohne Verwaltung  
nein
- Server als Workstation benutzbar? ja, aber ohne Zugriff auf andere PCs
- Workstation auch über das Netz ladbar? nein

- Entspricht die Software den ISO-OSI-Schnittstellen? nein  
Wenn ja, auf welchen Ebenen?
- Hilfen zur Lokalisierung von Fehlern verfügbar? ja
- Multi-User-Compiler verfügbar? nein
- DBS verfügbar? nein
- Zugriffsschutz auf Daten anderer Systeme im Netz vorhanden?
  - lesend ja
  - schreibend ja
  - pro Volume ja
  - pro Sub-Directory nein
  - pro File nein
  - pro Record nein

#### D) Test des Netzes

- Aufbauphase  
Welche Grundkenntnisse sind erforderlich? keine. Auch keine Werkzeuge außer einem Schraubenzieher. Es müssen auch keine Zuordnungen getroffen werden  
Zeitbedarf zum Anschluß eines DEE ca. 15 Minuten  
Mögliche Probleme bei der Installation Fehlerhafte Verdrahtung der standardmäßig mitgelieferten Anschlußdosen mußte erst behoben werden
- Betrieb des Netzes  
Zuschalten neuer Stationen im laufenden Betrieb möglich? ja  
Wenn ja, wie? Reboot der betroffenen Serverstation notwendig. Kurze Unterbrechung des gesamten Netzes  
Datenschutz wie angekündigt? ja  
Gateway erfolgreich erprobt? nicht verfügbar  
Netz leicht erweiterbar? ja  
Hinzufügen einer DEE erprobt? ja  
Hinzufügen eines Servers erprobt? nein
- Folgende Anwendungssoftware konnte im Netz getestet werden
  - Multiplan ja
  - Lotus 1-2-3 ja
  - PE ja
  - Sonstiges FC2, dBase II, Fortran, Basic, Pascal

- Verhalten des Netzes bei
  - Ausfall einer Workstation Keine Störung des Netzes
  - Ausfall eines Servers Neustart der angeschlossenen Workstations erforderlich
  - Ausfall einer Teilstrecke Wurde nicht getestet
- Verhalten des Netzes bei hohem Datendurchsatz Soweit dies getestet werden konnte, sind durch das Netz keine Verzögerungen feststellbar

### E) Gesamteindruck/Beurteilung

- Anforderungen an den Benutzer
  - leicht erlernbar ja
  - leicht kontrollierbar ja
  - leicht benutzbar ja
- Anforderungen an den Systemverwalter
  - leicht wartbar ja
  - leicht kontrollierbar ja
  - einfache Fehlerbehebung ja
  - gute Erweiterbarkeit ja
  - sonstige
- Gesamteindruck
  - aus der Sicht des Benutzers:

Überschaubares System mit allerdings eingeschränktem Befehlsumfang. Nachteilig ist, daß Server-Stationen im eigentlichen Sinne keine Workstations mehr sind. Datenschutz ist leider nur auf Volume-Basis möglich.

Weiter besteht die Möglichkeit, an den Server »Batch-Jobs« abzuschicken.
  - aus der Sicht des Systemverwalters:

Mäßige Verwaltungs- und Monitorfunktionen. Die Bedienung der zahlreichen Funktionen im Netz ist einfach durchführbar.

Bemerkungen: KEYBGR hat keine dauerhafte Wirkung und führt zu Fehlern.

### F) Kosten zum Zeitpunkt des Tests (Angaben ohne Gewähr)

- Kosten des Netzes in der getesteten Version
  - Hardware + Software ca. 2600 DM inklusive Dosen und Anschlußkabel
- Kosten pro anzuschließendes Endgerät (alle Angaben Zirkapreise)
  - bei Netzen mit weniger als 10 DEE 8 PCs mit entsprechender LAN-Software  
1500 DM inklusive Kabel ohne Verlegekosten
  - bei Netzen mit mehr als 10 DEE 16 PCs mit LAN-Software  
1200 DM inklusive Kabel ohne Verlegekosten

- Kosten/Nutzen-Beurteilung  
Sehr preisgünstiges Netz, aber ohne großen Leistungsumfang.  
Empfehlenswert nur, wenn ein NETBIOS-Emulator verwendet wird und darauf komfortablere Netzsoftware zum Einsatz kommt.

### 3M LAN/PC (ALLAN BRADLEY)

getestet: 1985/86

mit folgender Konfiguration (DEE, Typ, Anzahl etc.)

- 1 \* IBM-PC/XT mit 512 Kbyte
- 2 \* IBM-PC mit 512 Kbyte und je 1 Laufwerk

von 3M

- 3 \* Interface-Karten inklusive Kabel etc. und Novell-Software

#### A) Charakterisierung des Netzwerks

- Netzwerkstruktur (Topologie)
 

Stern	o	
Ring	o	
Bus	o	
Baum (Breitband)	x	
- Übertragungsmedium
 

Verdrillte Kupferleitungen	o	
Koaxialkabel	x	75 Ohm
Glasfaser	o	
Sonstiges		
Bemerkungen:		
- Maximaler Abstand zweier DEE
 

– pro Segment	
– pro Netz	28 km
- Minimaler Abstand zweier DEE
- Übertragungstechnik
 

Basisband	o
Breitband	x
Sonstiges	
- Zugriffsmethode Token Passing
 

Genormt, wenn ja nach	
Maximale Brutto-Datenrate im Netz	2,5 Mbps
- Besonderheiten
 

Der Hersteller hat das Netz entsprechend IEEE 802.4 ausgelegt.

**B) Anschlußmöglichkeiten/Gateways**

- Netzanschlußmöglichkeiten von Datenendeinrichtungen verfügbare Schnittstellen:

Typ: LAN/PC-Interface-Karte

Typ:

Typ:

Maximale Anzahl erlaubter DEE

– pro Segment

(davon Serverstationen: )

– pro Netz

255 (davon Serverstationen: beliebig)

- Verfügbare Gateways zu anderen Netzen

	Gates nach	Geschwindigkeit (bps)	Anzahl	nähere Spezifikation
SNA	vorhanden	9600	maximal 32	Emulation SNA 3274/78
X.25	vorhanden	19.2	maximal 64 logische Kanäle	
Ethernet				
andere Netze (Bridge)				
zu LANs mit Novell-Software	3 COM, Orchid Sperry etc.	als Bridge dient jeweils ein IBM-PC mit 3 zusätzlichen Interface-Karten, je eine pro Netztyp, und die Bridge-Karte		
3M LAN/I	vorhanden			

- Mikrocomputersysteme, die softwaremäßig unterstützt werden

Typ: IBM-PC/XT/AT

Interface-Typ: IBM-PC-Interface-Karte und Kompatible (CORONA, COMPAQ etc.)

Unter welchen Betriebssystem-Versionen?

PC-DOS 2.0, 2.1 und 3.0 (getestet)

MS-DOS ab Version 2.11

Empfohlener HSP-Ausbau pro PC

640 Kbyte/256 Kbyte Server/Workstation

- Durch direkten (Kanal-)Anschluß unterstützte Großrechner

**C) Leistungsumfang der Netzsoftware**

- Netzwerk-Management-Software

– Zentraler Netzwerksmanager verfügbar bzw. bei Bedarf einrichtbar?

ja



Jeder Server übernimmt Netzwerk-Management-Funktionen bei Bedarf?	ja
– Verfügbarkeit einer Netzstatistik für jedes DEE? (Statusabfragen möglich?)	ja
– Utilities zur Überwachung und Steuerung des Netzes verfügbar? Wenn ja, welche?	ja  Die wichtigsten sind: SLIST zum Anzeigen der aktiven Server, der Monitor-Mode im Server zur Zugriffs- und Auslastungskontrolle des Netzes. »LANPCBD« zum Test des LAN-Boards im PC und »NODEMAP« zum Erstellen einer Node-Übersicht
• Mail-Server?	vorhanden, mit Broadcast-Möglichkeiten
• File-Server?	vorhanden. Maximal 50 Workstations können einen Server nutzen
• Performance-File-Server?	sehr gut
• Print-Server?	vorhanden
– mit Spooler?	ja. Maximal 100 Files pro Spool
– ohne Winchester denkbar?	nein
• Server als Workstation benutzbar?	ja. Überwachungsfunktionen dann eingeschränkt
• Workstation auch über das Netz ladbar?	angekündigt. Diskettenlose Workstation denkbar
• Entspricht die Software den ISO-OSI-Schnittstellen? Wenn ja, auf welchen Ebenen?	nur funktionell
• Hilfen zur Lokalisierung von Fehlern verfügbar?	ja
• Multi-User-Compiler verfügbar?	ja, Cobol
• DBS verfügbar?	nein
• Zugriffsschutz auf Daten anderer Systeme im Netz vorhanden?	
– lesend	ja
– schreibend	ja
– pro Volume	ja
– pro Sub-Directory	ja
– pro File	ja
– pro Record	ja

**D. Test des Netzes**

- **Aufbauphase**  
Welche Grundkenntnisse sind erforderlich?  
  
Zeitbedarf zum Anschluß eines DEE  
  
Mögliche Probleme bei der Installation  
  
Installation der Kabel, Splitter und Verteiler sowie des Kanalumsetzers erfordert Kenntnisse der Breitbandtechnik. Aufbau größerer Netze daher nur bei entsprechender Vorkenntnis oder mit Hilfe von 3M durchführbar  
Server: ca. 60 bis 90 Minuten  
Workstation: ca. 10 bis 30 Minuten  
Dämpfung des Netzes!
- **Betrieb des Netzes**  
Zuschalten neuer Stationen im laufenden Betrieb möglich?  
Wenn ja, wie?  
  
Anschluß an (möglichst) vorhandene Anschlußdose (bzw. über Splitter); Installation der Grundsoftware auf Workstation; Eintrag der Zugriffsberechtigung in entsprechende Server-Stationen
- Datenschutz wie angekündigt?  
Gateway erfolgreich erprobt?  
  
ja  
Zum Testzeitpunkt waren die Gateways noch nicht verfügbar
- Netz leicht erweiterbar?  
Hinzufügen einer Workstation erprobt?  
Hinzufügen eines Servers erprobt?  
  
ja, mit Einschränkungen  
ja  
nein
- **Folgende Anwendungssoftware konnte im Netz getestet werden**
  - Multiplan ja
  - Lotus 1-2-3 ja
  - PE ja
  - Sonstiges dBase II
- **Verhalten des Netzes bei**
  - Ausfall einer Workstation  
Keine Störung des Netzes  
neues LOGON für alle daran angeschlossenen Workstation erforderlich
  - Ausfall eines Servers  
nach Behebung einer kurzen Störung: RECOVERY erfolgt durch das Netz, ohne Auswirkungen für den Benutzer
  - Ausfall einer Teilstrecke  
Keine Auswirkung
  - Ausfall einer Network Interface Unit
- **Verhalten des Netzes bei hohem Datendurchsatz**  
Soweit dies getestet werden konnte, sind durch das Netz keine Verzögerungen feststellbar

## E) Gesamteindruck/Beurteilung

- Anforderungen an den Benutzer
  - leicht erlernbar Grundkenntnisse ja
  - leicht benutzbar ja
  - sonstige erfordert gewissen Schulungsaufwand
- Anforderungen an den Systemverwalter
  - leicht wartbar ja, mit Einschränkungen
  - leicht kontrollierbar ja
  - einfache Fehlerbehebung ja
  -
- gute Erweiterbarkeit
  - sonstige ja
- Gesamteindruck
  - aus der Sicht des Benutzers:
 

Sehr komfortables System, sehr guter Datenschutz, sehr schneller File-Server. Pro Workstation können im Maximum acht Server gleichzeitig benutzt werden. Ein vorhandenes Help-System ersetzt weitestgehend ein Handbuch und ist gut dargestellt (Englisch). Der Benutzer kommt mit relativ wenigen Befehlen aus. Mit dem Kommando LOGIN (+Paßwort) greift er auf die Server zu und bekommt automatisch die von ihm benötigten Dateien und Tools vorgehalten (wird vom Systemverwalter beim Eintragen des Benutzer-Profils festgelegt).
  - aus der Sicht des Systemverwalters:
 

Gute Verwaltungs- und Monitorfunktionen. Die Bedienung ist aufgrund der zahlreichen Funktionen im Netz etwas aufwendig und erfordert daher Vorkenntnisse und eine längere Einarbeitungszeit. Der Server kann entweder nur im Monitor-Mode betrieben werden oder auch als Workstation mitbenutzt werden. Welcher Modus wählbar ist, wird bei der Initialisierung des Servers festgelegt. Jeder Benutzer muß im Server eingetragen werden. Das System selbst belegt auf dem Server relativ viel Platz. Zur Ausnutzung aller Funktionen sollte der Server im Minimum über 640 Kbyte HSP verfügen.

Bemerkungen:

Nochmals hervorzuheben ist die Möglichkeit, mit anderen Netzen über Bridges zu kommunizieren, sofern sie ebenfalls Novell-Software nutzen.

Aufgrund der geringen zur Verfügung stehenden Zeit konnten nicht alle Funktionen des Netzes getestet werden.

Da es sich um ein Breitband-Netz handelt, kann das Kabel als Medium auch noch für andere Zwecke verwendet werden. Gedacht wird hier an Video-Übertragung, LAN/1 von 3M oder den Anschluß von 3270-Bildschirmen über Kabelmultiplexer. Hierzu ist ein anderer Kanalumsetzer erforderlich.

**F) Kosten zum Zeitpunkt des Tests (Angaben ohne Gewähr)**

- Kosten des Netzes in der getesteten Version
  - Hardware ca. 2640 DM (+ Kosten für Kabel etc.)  
pro PC  
ca. 3200 DM für Channel-Translator  
pro Netz
  - Software ca. 6700 DM pro Server
- Kosten pro anzuschließendes Endgerät (alle Angaben Zirkapreise)
  - bei Netzen mit weniger als 10 DEE 4000 DM inklusive Kabel ohne Verlegekosten
  - bei Netzen mit mehr als 10 DEE 3200 DM inklusive Kabel ohne Verlegekosten
- Kosten/Nutzen-Beurteilung  
Günstig, wenn die Netze groß sind und viele Workstations pro Server vorhanden sind (z.B. 30 PCs als Workstations und ein AT-02 als Server). Ungünstig bei kleinen Netzen.

**10-NET von FOX Research**

getestet: 1985/86

mit folgender Konfiguration (DEE, Typ, Anzahl etc.)

- 1 \* IBM-PC/XT mit 256 Kbyte
- 1 \* Commodore PC 10 mit 256 Kbyte
- 1 \* Commodore PC 20 mit 640 Kbyte
- 1 \* IBM-AT mit 640 Kbyte

von FOX

- 4 \* 10-NET-Lizenz-Hard- und -Software
- 1 \* 10-NET-SNA-Gateway

**A) Charakterisierung des Netzwerks**

- Netzwerkstruktur (Topologie)
  - Stern o
  - Ring o
  - Bus x
  - Baum (Breitband) o
- Übertragungsmedium
  - Verdrillte Kupferleitungen x 2-Draht
  - Koaxialkabel o
  - Glasfaser o
- Bemerkungen:
- Maximaler Abstand zweier DEE
  - pro Segment ca. 700 m
  - pro Netz ca. 1700 m

- Minimaler Abstand zweier DEE nicht bekannt
- Übertragungstechnik
  - Basisband x
  - Breitband o
  - Sonstiges
- Zugriffsmethode CSMA/CD
  - Genormt, wenn ja nach entspricht Level 2 des IEEE 802.3
  - Maximale Brutto-Datenrate im Netz 1 Mbps
- Besonderheiten
 

Im Test wurde versuchsweise auch normales Telefonkabel verwendet. Bei kurzen Entfernungen (hier ca. 150 m) traten keine Probleme bei der Übertragung über dieses Medium auf. Inzwischen wird ein NETBIOS-Emulator angeboten.

## B. Anschlußmöglichkeiten/Gateways

- Netzanschlußmöglichkeiten von Datenendeinrichtungen  
verfügbare Schnittstellen:  
Typ: PC-Interface-Karte  
Maximale Anzahl erlaubter DEE
  - pro Segment 32 (davon Serverstationen: 32)
  - pro Netz ca. 160 (davon Serverstationen: beliebig)
 Anmerkung:
- Verfügbare Gateways zu anderen Netzen

	Gates nach	Geschwindigkeit (bps)	Anzahl	nähere Spezifikation
SNA	vorhanden	9600 (19200)	maximal 16	Emulation SNA 3274/78
X.25	vorhanden	9600		
Ethernet				
andere Netze (Bridge)				
Kopplung mehrerer 10-NETs über RS232C-Schnittstelle möglich				

Anmerkung: Das SNA-Gateway ist auf einem PC oder XT nur mit 4800 bps einsetzbar. 9600 bps setzen PCs mit dem 8086- oder 80286-Prozessor voraus (Olivetti M24 oder IBM-AT). Neuere Gateway-Karten arbeiten mit maximal 19.200 bps.

- Mikrocomputersysteme, die softwaremäßig unterstützt werden  
Typ: IBM-PC/XT/AT  
Interface-Typ: IBM-PC-Interface-Karte und Kompatible (CORONA, COMPAQ etc.)

Unter welchen Betriebssystem-Versionen?

Empfohlener HSP-Ausbau pro PC

Test-HSP-Ausbau pro PC

PC-DOS ab Version 2.0

MS-DOS 2.11 (getestet auf Commodore PC)

512 Kbyte/128 Kbyte Server/Workstation

512 Kbyte/256 Kbyte Server/Workstation

Der SNA-Gateway-PC benötigt 256 Kbyte

- Durch direkten (Kanal-)Anschluß unterstützte Großrechner:

### C) Leistungsumfang der Netzsoftware

- Netzwerk-Management-Software

- Zentraler Netzwerksmanager verfügbar bzw. bei Bedarf einrichtbar? ja

Im Prinzip können einige Funktionen, wie: welche PCs sind im Netz verfügbar, wie viele Pakete wurden übertragen, Recovery etc., von allen PCs ausgeführt werden.

- Verfügbarkeit einer Netzstatistik für jedes DEE? ja

(Statusabfragen möglich?)

- Utilities zur Überwachung und Steuerung des Netzes verfügbar? ja
- Wenn ja, welche?

NET STAT: Zeigt Netzwerk-Status und eigene Konfiguration an

NET LOG: Führt Statistik über Netzwerkaktivitäten

- Mail-Server?

vorhanden. Mit Broadcast-Möglichkeiten; zusätzlich bestehen direkte Kommunikationsmöglichkeiten zwischen Benutzern und Benutzergruppen (Konferenzschaltung)

- File-Server?

ja. Jeder PC kann File-Server sein (auch Diskettenlaufwerke können geshared werden)

- Print-Server?

vorhanden

- mit Spooler?

ja

- ohne Winchester denkbar?

ja

- Server als Workstation benutzbar?

ja

- Workstation auch über das Netz ladbar?

ja, wurde aber nicht getestet

- Entspricht die Software den ISO-OSI-Schnittstellen?

Wenn ja, auf welchen Ebenen?

Ebenen 1 bis 2

- Hilfen zur Lokalisierung von Fehlern verfügbar? nein
- Multi-User-Compiler verfügbar? ja, RM/Cobol
- DBS verfügbar? ja, 10-BASE
- Zugriffsschutz auf Daten anderer Systeme im Netz vorhanden?
  - lesend ja
  - schreibend ja
  - pro Volume ja
  - pro Sub-Directory nein
  - pro File ja
  - pro Record ja

#### D) Test des Netzes

- Aufbauphase
 

Welche Grundkenntnisse sind erforderlich? keine. Auch keine Werkzeuge außer einem Schraubenzieher.  
Es müssen auch keine Zuordnungen vorgenommen werden.

Zeitbedarf zum Anschluß eines DEE ca. 15 Minuten

Mögliche Probleme bei der Installation Es muß ein freier DMA-Kanal im PC verfügbar sein. SNA-Gate und LAN müssen auf unterschiedlichen Interrupt-Lines betrieben werden
- Betrieb des Netzes
 

Zuschalten neuer Stationen im laufenden Betrieb möglich? ja

Wenn ja, wie? Durch kurze Netzunterbrechung. Das Netz steht danach im ursprünglichen Zustand wieder zur Verfügung

Datenschutz wie angekündigt? ja

Gateway erfolgreich erprobt? Weist noch einige Fehler auf, die laut Herstellerangabe behoben werden sollen.

Netz leicht erweiterbar? ja

Hinzufügen einer DEE erprobt? ja

Hinzufügen eines Servers erprobt? ja
- Folgende Anwendungssoftware konnte im Netz getestet werden
  - Multiplan ja
  - PE ja
  - Sonstiges Lotus 1-2-3, dBase II, Fortran, Basic, Pascal
- Verhalten des Netzes bei
  - Ausfall einer Workstation Keine Störung des Netzes

- |   |   |
|---|---|
| – Ausfall eines Servers                         | Normal keine Folgen, Benutzer muß allerdings neu allokieren. Wird jedoch mitten in einer Anwendung der Server unterbrochen, ist abhängig von der Anwendung ein IPL erforderlich |
| – Ausfall einer Teilstrecke                     | Nach Behebung einer kurzen Störung: RECOVERY erfolgt durch das Netz, ohne Auswirkungen für den Benutzer   |
| • Verhalten des Netzes bei hohem Datendurchsatz | Soweit dies getestet werden konnte, sind durch das Netz keine Verzögerungen feststellbar  |

### E) Gesamteindruck/Beurteilung

- Anforderungen an den Benutzer
  - leicht erlernbar ja
  - leicht benutzbar ja
- Anforderungen an den Systemverwalter
  - leicht wartbar ja
  - leicht kontrollierbar ja, mit Einschränkungen
  - einfache Fehlerbehebung ja
  - gute Erweiterbarkeit ja, mit Einschränkungen
  - sonstige
- Gesamteindruck
  - aus der Sicht des Benutzers:

Komfortables, überschaubares System mit großem Funktionsumfang und gutem Datenschutz. Der Benutzer wird bei der Ausführung von Netzkommandos mit Hilfe von Masken geführt, die ihm gleichzeitig die noch offenen Möglichkeiten aufzeigen (MOUNT- oder LOGIN-Befehl). Innerhalb der Menüs stehen zusätzliche Help-Funktionen zur Verfügung. Der Aufwand zum Erlernen der wichtigsten Netzkommandos beträgt ca. vier Stunden. Die unterstützende Literatur ist gut (nur Englisch). Was fehlt, wäre eine Referenz-Karte mit den wichtigsten Befehlen.

Weiter besteht die Möglichkeit, an den Server »Batch-Jobs« abzuschicken. Nach Ausführung des Batch-Jobs meldet sich das System automatisch. In der Zwischenzeit kann normal weitergearbeitet werden. Ein Terminkalender mit Querverweisen auf andere Kalender kann angelegt werden. Kurze Meldungen an andere Benutzer werden direkt angezeigt, ohne eventuell dort stehende Informationen zu zerstören.
  - aus der Sicht des Systemverwalters:

Sehr gute Verwaltungs- und Monitorfunktionen. Die Bedienung der zahlreichen Funktionen im Netz ist einfach durchführbar. Die Schutzmechanismen für Dateien sind gut, aber schlecht dokumentiert und zum Teil sehr aufwendig. Was fehlt, ist ein Schutzmechanismus auf Sub-Directory-Basis.

Bemerkungen:  
Einfach und schnell implementierbar.



**F) Kosten zum Zeitpunkt des Tests (Angaben ohne Gewähr)**

- Kosten des Netzes in der getesteten Version
 

Hardware + Software	ca. 13.500 DM inklusive Dosen und Anschlußkabel und SNA-Gateway
Repeater-Box	ca. 2250 DM
- Kosten pro anzuschließendes Endgerät (alle Angaben Zirkapreise)
 

bei Netzen mit weniger als 10 DEE	8 PCs mit entsprechender LAN-Software <2000 DM inklusive Kabel ohne Verlegekosten
bei Netzen mit mehr als 10 DEE	16 PCs mit LAN-Software <1200 DM inklusive Kabel ohne Verlegekosten
- Kosten/Nutzen-Beurteilung:  
Sehr günstig schon bei kleinen Netzen.

**IBM-PC-Network**

getestet: 1985/86

mit folgender Konfiguration (DEE, Typ, Anzahl etc.)

- 2 \* IBM-PC/XT mit 512 Kbyte
- 1 \* IBM-PC 10 mit 320 Kbyte und 2 Laufwerken
- 8 \* IBM-AT 02 mit 512 Kbyte und 20 Mbyte Festplatte

**A) Charakterisierung des Netzwerks**

- Netzwerkstruktur (Topologie)
 

Stern	o
Ring	o
Bus	o
Baum (Breitband)	x
- Übertragungsmedium
 

Verdrillte Kupferleitungen	o
Koaxialkabel	x      75 Ohm
Glasfaser	o
Sonstiges	

Bemerkungen:
- Maximaler Abstand zweier DEE
 

– pro Segment	300 m (bei Verwendung von OEM-Hardware: 5 km)
– pro Netz	
- Minimaler Abstand zweier DEE      nicht bekannt
- Übertragungstechnik
 

Basisband	o
-----------	---

- Breitband x
- Sonstiges
- Zugriffsmethode CSMA/CD  
Genormt, wenn ja nach  
Maximale Brutto-Datenrate im Netz 2 Mbps
  - Besonderheiten  
Der Hersteller bietet das Netz auch in einer sehr preiswerten Basisband-Version an. Die Zahl der Endgeräte ist dann allerdings auf 80 begrenzt.

## B) Anschlußmöglichkeiten/Gateways

- Netzanschlußmöglichkeiten von Dateneneinrichtungen  
verfügbare Schnittstellen:  
Typ: IBM-PC-Netzwerk-Adapter  
Typ: Micro-Channel-Adapter  
Maximale Anzahl erlaubter DEE  
– pro Segment (davon Serverstationen: beliebig)  
– pro Netz 72 (256) (davon Serverstationen: beliebig)  
Anmerkung: Die 256 möglichen PCs werden nicht von IBM unterstützt, sondern z.B. von Sytek. Bei Verwendung von Basisband- Technik sind 80 Endgeräte anschließbar.
- Verfügbare Gateways zu anderen Netzen

	Gates nach	Geschwindigkeit (bps)	Anzahl	nähere Spezifikation
SNA	SNA/SDLC Interface-Karte im PC 19200 im AT/XT 286	9600 in PC	32	Emulation SNA (maximal 32 Sessions)
SNA	Unter Benutzung einer IBM-Serie /1 als File-Server im Netz. Die /1 kann an den Kanal der IBM-/370-Architektur direkt angeschlossen und als Gateway benutzt werden. Indirekt durch Anbindung an Token-Ring.			
X.25	X.25-Adapterkarte von IBM und anderen Herstellern (NETBIOS)			
Ethernet				
andere Netze (Bridge)	zu Token-Ring von IBM			
3278-Karte	Emulation von max 5 * 3278 Displays (DFT-Mode)			

- Mikrocomputersysteme, die softwaremäßig unterstützt werden  
Typ: IBM-PC/XT/AT und PS/2  
Interface-Typ: IBM-PC-Interface-Karte und Kompatible  
(CORONA, COMPAQ etc.)  
Unter welchen Betriebssystem-Versionen? PC DOS ab Version 3.1  
Empfohlener HSP-Ausbau pro PC 640 Kbyte/256 Kbyte Server/Workstation
- Durch direkten (Kanal-)Anschluß unterstützte Großrechner IBM unter MVS-SNA über Serie /1 als Gateway

### C. Leistungsumfang der Netzsoftware

- Netzwerk-Management-Software
  - Zentraler Netzwerksmanager verfügbar bzw. bei Bedarf einrichtbar? nein
  - Verfügbarkeit einer Netzstatistik für jedes DEE? ja  
(Statusabfragen möglich?)
  - Utilities zur Überwachung und Steuerung des Netzes verfügbar? Die wichtigsten sind:  
NET ERROR, Auflisten der Error-Log  
NET LOG  
NET FILE  
Wenn ja, welche
- Mail-Server? vorhanden, mit Broadcast-Möglichkeiten
- File-Server? vorhanden, maximal 32 Verbindungen können pro PC gleichzeitig genutzt werden
- Performance-File-Server? gut
- Print-Server? vorhanden
  - mit Spooler? ja
  - ohne Winchester denkbar? nein
- Server als Workstation benutzbar? ja
- Workstation auch über das Netz ladbar? nein
- Entspricht die Software den ISO-OSI-Schnittstellen? nur funktionell  
Wenn ja, auf welchen Ebenen?
- Hilfen zur Lokalisierung von Fehlern verfügbar? ja, bedingt
- Multi-User-Compiler verfügbar? nein
- DBS verfügbar? nein

- Zugriffsschutz auf Daten anderer Systeme im Netz vorhanden?

- lesend ja
- schreibend ja
- pro Volume ja
- pro Sub-Directory ja
- pro File ja
- pro Record ja

#### D) Test des Netzes

- Aufbauphase

Welche Grundkenntnisse sind erforderlich?

keine. Relativ einfacher Netzaufbau; gute Dokumentation. Selbst der Schraubenzieher zum Anschließen der 75-Ohm-Kabel wird mitgeliefert

Zeitbedarf zum Anschluß eines DEE

Server: ca. 30 bis 60 Minuten

Workstation: ca. 20 Minuten

Mögliche Probleme bei der Installation

Fehler bei der Verkabelung sind nur schwer feststellbar

- Betrieb des Netzes

Zuschalten neuer Stationen im laufenden Betrieb möglich?

ja

Wenn ja, wie?

Durch Anschluß an einen vorhandenen Verteiler problemlos möglich, ohne daß eine Netzunterbrechung notwendig ist

Datenschutz wie angekündigt?

ja

Gateway erfolgreich erprobt?

zum Testzeitpunkt waren die Gateways noch nicht verfügbar

Netz leicht erweiterbar?

ja, mit Einschränkungen

Hinzufügen einer DEE erprobt?

ja

Hinzufügen eines Servers erprobt?

ja

- Folgende Anwendungssoftware konnte im Netz getestet werden

- Multiplan ja
- Lotus 1-2-3 ja
- PE ja
- Sonstiges

WordStar, FC2, Turbo Pascal, dBase III, Framework II, WordPerfect, Informix

- Verhalten des Netzes bei

- Ausfall einer Workstation

Im Normalfall außer der betroffenen Workstation keine Störung auf das Netz

- Ausfall eines Servers

alle Workstations mit Verbindung zum Server sind inaktiv, Neustart erforderlich

- Ausfall einer Teilstrecke  
Alle PCs dieser Teilstrecke müssen neu booten bzw. auch die Workstations, die an einen Server in dieser Strecke angeschlossen waren
- Verhalten des Netzes bei hohem Datendurchsatz  
Soweit dies testbar war, trat keine Beeinflussung des Netzes auf

### E) Gesamteindruck/Beurteilung

- Anforderungen an den Benutzer
  - leicht erlernbar ja
  - leicht benutzbar ja
- Anforderungen an den Systemverwalter
  - leicht wartbar ja
  - leicht kontrollierbar ja
  - einfache Fehlerbehebung ja
  - gute Erweiterbarkeit ja
  - sonstige
- Gesamteindruck
  - aus der Sicht des Benutzers:  
Sehr gut handhabbares System. Eine ausgezeichnete Menüführung hilft dem Benutzer bei der Steuerung des Netzes und beim Zugriff auf andere Server.  
Fehlermeldungen durch das System helfen bei Bedienungsfehlern.  
Nachteil: Über das Netz ist keine Übersicht der momentan aktiven Server zu erhalten.
  - aus der Sicht des Systemverwalters:  
Die Gesamtleistung des Netzes ist abhängig von der optimalen Einstellung der Generierungsparameter im NET-START-Kommando und setzt gewisse Grundkenntnisse des Netzaufbaus und des Betriebssystems voraus.  
Das »Sharen« von Ressourcen ist gut und übersichtlich gelöst. Der Datenschutz ist befriedigend.  
Das Auffinden von Netzfehlern ist mit den vorhandenen Hilfsmitteln nicht immer eindeutig durchführbar.  
Bemerkungen:  
Die getestete Version hatte noch einige kleine Fehler, die nicht nachvollziehbar waren und daher nicht näher beschrieben werden können. Der Benutzer an den Workstations wurde dadurch allerdings nicht in seiner Arbeit beeinflusst.  
Sobald genügend »Netz-Software« zur Verfügung steht, kann es in einigen Fällen den Einsatz größerer Systeme erübrigen.

### F) Kosten zum Zeitpunkt des Tests (Angaben ohne Gewähr)

- Kosten pro anzuschließendes Endgerät (alle Angaben Zirkapreise)  
bei Netzen mit weniger als 10 DEE ca. 2000 DM inklusive Kabel ohne Verlegekosten

bei Netzen mit mehr als 10 DEE

1800 DM inklusive Kabel ohne Verlegekosten

- **Kosten/Nutzen-Beurteilung**  
Leistungsfähiges, preisgünstiges Netz. Vor allem, wenn das Netz als Basisband-Netz konzipiert wird. Dann belaufen sich die Kosten auf ca. 1000 DM pro PC.

### **IBM-Token-Ring**

getestet: 1986 und 1988

mit folgender Konfiguration (DEE, Typ, Anzahl etc.)

- 1 \* IBM-XT286 mit 640 Kbyte
- 1 \* Olivetti M28 mit 1 Mbyte
- 1 \* IBM-AT-03 mit 640 Kbyte
- 1 \* NCR-PC 8 mit 640 Kbyte
- 1 \* IBM-PC mit 640 Kbyte
- 3 \* IBM-PS/2 M50-M80

Ringleitungsverteiler und 5 Token-Ring-Adapternummern mit IBM-Kabel Typ 1 sowie 3 Token-Ring-Adapter/A für den Microchannel

### **A) Charakterisierung des Netzwerks**

- **Netzwerkstruktur (Topologie)**

Stern	o
Ring	x
Bus	o
- **Übertragungsmedium**

Verdrillte Kupferleitungen	x
Koaxialkabel	o            75 Ohm
Glasfaser	x (alternativ)
Sonstiges	Telefonkabel

Bemerkungen: Bei Telefonkabel Entfernungsbeschränkungen
- **Maximaler Abstand zweier DEE**

– pro Segment	360 m (ohne Verstärker oder Glasfaserkabel,
– pro Netz	theoretisch unbegrenzt bei Verwendung von Glasfaserkabel)
- **Minimaler Abstand zweier DEE**

	ca. 3 m
--	---------
- **Übertragungstechnik**

Basisband	x
Breitband	o
Sonstiges	
- **Zugriffsmethode CSMA/CD**

Genormt, wenn ja nach	IEEE 802.5/802.2
Maximale Brutto-Datenrate im Netz	4/16 Mbps

- Besonderheiten

Der Hersteller will das Netz zu einem Standardnetz für seine Produkte für die Büro-kommunikation verwenden, unter Nutzung des IBM-Verkabelungssystems. Die neueren Karten unterstützen wahlweise 4 oder 16 Mbps.

## B) Anschlußmöglichkeiten/Gateways

Netzanschlußmöglichkeiten von Datenendeinrichtungen verfügbare Schnittstellen:

Typ: IBM-Token-Ring-Adapter für PC-Bus und Microchannel

Maximale Anzahl erlaubter DEE

pro Netz

ca. 260 (davon Server-Stationen: 32)

Anmerkung: Es können beliebig viele Netze über Bridges zusammengeschaltet werden (maximal 7 in Reihe).

- Verfügbare Gateways zu anderen Netzen

	Gates nach	Geschwindigkeit (bps)	Anzahl	nähere Spezifikation
SNA	über SNA/SDLC-Adapter im Gateway-PC	9600 bzw. 19200 bei AT	maximal 32	Emulation SNA 3274 mit 3278/3287
SNA	Unter Benutzung einer IBM-Serie /1 als File-Server im Netz. Die /1 kann an den Kanal der IBM-370-Architektur direkt angeschlossen und als Gateway benutzt werden			
SNA und Non SNA	Über Advanced IBM-3278-Karte	Lokalan-schluß an 3274/3174	maximal 5	Emulation 3278 DFT
SNA	Über IBM 3720/26 oder 3745 mit LAB C	Direktan-schluß an Front-End-Proz.	maximal 9999	Emulation 3278/79
SNA	Über IBM 3174 mit Feature #3250	Direktan-schluß an lokale Steuereinheit	ca.160	Emulation 3278/79
X.25	über /1 oder über zentrale DV-Anlage bzw. über Adapterkarte im PC			
Ethernet	von Bridge, Ungermann-Bass und IBM (TCP/IP)			
andere Netze (Bridge)				
TTY	Über asynchronen Gateway Server (maximal 32*9600 bps)			
PC-Network über Bridge von IBM (PC mit 2 Adaptern)				

- Mikrocomputersysteme, die softwaremäßig unterstützt werden  
 Typ: IBM-PC/XT/AT und PS/2  
 Interface-Typ: IBM-PC-Interface-Karten und Kompatible  
 (CORONA, COMPAQ etc.)  
 Indirekt unterstützt werden: IBM 36 und /I, direkt IBM 937x, AS/400 und neuer Systeme 136  
 Unter welchen Betriebssystem-Versionen?      PC-DOS 3.2 und höher (getestet)  
 Empfohlener HSP-Ausbau pro PC      640 Kbyte/640 Kbyte Server/Workstation
- Durch direkten (Kanal-)Anschluß unterstützte Großrechner  
 IBM unter MVS-SNA über Serie/1 als Gateway  
 Über IBM-3174-Steuereinheit oder über IBM-3720/25/45-Front-End-Prozessor

### C) Leistungsumfang der Netzsoftware

- Netzwerk-Management-Software
  - Zentraler Netzwerksmanager verfügbar bzw. bei Bedarf einrichtbar?      ja. Token-Ring-LAN-Manager-Programm erfordert dedizierten PC und überwacht jeweils eine Token-Ring-Installation. Zentrale Überwachung möglich mit Hilfe von NETVIEW/PC
  - Verfügbarkeit einer Netzstatistik für jedes DEE?      ja  
 (Statusabfragen möglich?)
  - Utilities zur Überwachung und Steuerung im Netz verfügbar?      Es sind mehrere ausführliche, menügeführte Kommandos zur Fehlerüberwachung, -analyse und -lokalisierung vorhanden. Die wichtigsten sind: Token-Ring-LAN-Manager-Programm und Trace- und Reformance-Programm  
 Wenn ja, welche?
- Mail-Server?      eingeschränkt vorhanden, mit Broadcast-Möglichkeiten
- File-Server?      vorhanden. Maximal 64 Verbindungen können pro PC gleichzeitig aufgebaut werden
- Performance File-Server?      gut. Wenn PC mit 80286- oder 80386-Prozessoren und schnellen Platten benutzt wird
- Print-Server?      vorhanden. Maximal 4 Drucker pro Server
  - mit Spooler?      ja
  - ohne Winchester denkbar?      nein
- Server als Workstation benutzbar?      ja
- Workstation auch über das Netz ladbar?      ja. Spezieller Boot-ROM auf Token-Ring-Karte erforderlich



- Entspricht die Software den ISO-OSI-Schnittstellen?  
Wenn ja, auf welchen Ebenen? ja, Ebenen 1 bis 2
- Hilfen zur Lokalisierung von Fehlern verfügbar? ja
- Multi-User-Compiler verfügbar? ja (RM-Cobol)
- DBS verfügbar? ja (dBase IV, Informix und ORACLE)
- Zugriffsschutz auf Daten anderer Systeme im Netz vorhanden?
  - lesend ja
  - schreibend ja
  - pro Volume ja
  - pro Sub-Directory ja
  - pro Record ja

#### D) Test des Netzes

- Aufbauphase  
Welche Grundkenntnisse sind erforderlich?  
  
keine. Relativ einfacher Netzaufbau; sehr gute Dokumentation. Die Verwendung von Leitungsverstärkern und Glasfaserkabeln konnte getestet werden. Die von IBM verfügbaren Kabel werden nur in einer Länge von 2,4 m geliefert. Dies hat zur Folge, daß fast immer Netzwerkkabel selbst angefertigt werden müssen, was den Netzaufbau zeitlich erheblich verzögern kann.
- Zeitbedarf zum Anschluß eines DEE  
Server: ca. 30 bis 60 Minuten, ab Version 1.3 ca. 4 Stunden.  
Workstation: ca. 20 Minuten
- Mögliche Probleme bei der Installation  
keine bekannt, außer daß auf freie Interrupts im PC bei der Installation der Adapterkarte geachtet werden muß. Beim Einsatz des IBM-XT286 ist für die Token-Ring-Adapter-Software (TOKREUI) ein PTF erforderlich. Es empfiehlt sich generell, auch in älteren Installationen das PC-LAN-Support-Programm zur Unterstützung der NETBIOS-Schnittstelle zu implementieren
- Betrieb des Netzes  
Zuschalten neuer Stationen im laufenden Betrieb möglich? ja

- |                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| Wenn ja, wie?                     | Durch Anschluß an einen vorhandenen Verteiler problemlos möglich, ohne daß eine Netzunterbrechung notwendig ist |
| Datenschutz wie angekündigt?      | ja  |
| Gateway erfolgreich erprobt?      | Zum Testzeitpunkt konnte der SNA/SDLC, der 3278 und der Einsatz der IBM 3174 als Gateway getestet werden        |
| Netz leicht erweiterbar?          | ja, ohne Einschränkungen  |
| Hinzufügen einer DEE erprobt?     | ja  |
| Hinzufügen eines Servers erprobt? | ja  |
- Folgende Anwendungs-Software konnte im Netz getestet werden
    - Framework
    - Lotus 1-2-3
    - PE
    - Sonstiges

WordStar, FC2, WordPerfect, Kedit, Turbo Pascal, dBase III
  - Verhalten des Netzes bei
    - Ausfall einer Workstation
    - Ausfall eines Servers
    - Ausfall einer Teilstrecke

Im Normalfall außer der betroffenen Workstation keine Störung auf das Netz  
Alle Workstations mit Verbindung zum Server sind inaktiv. Neustart erforderlich  
Alle PCs dieser Teilstrecke müssen neu booten, auch die Workstations, die an einen Server in dieser Strecke angeschlossen waren
  - Verhalten des Netzes bei hohem Datendurchsatz
- Soweit dies testbar war, trat keine Beeinflussung des Netzes auf

### E) Gesamteindruck/Beurteilung

- Anforderungen an den Benutzer
  - leicht erlernbar
  - leicht benutzbar
- Anforderungen an den Systemverwalter
  - leicht wartbar
  - leicht kontrollierbar
  - einfache Fehlerbehebung
  - gute Erweiterbarkeit
  - sonstige
- Gesamteindruck
  - aus der Sicht des Benutzers:

Sehr gut handhabbares System. Eine ausgezeichnete Menüführung hilft dem Benutzer bei der Steuerung des Netzes und beim Zugriff auf andere Server. Bei Verwendung

des Token-Ring-Network-Managers hervorragende Steuerungsmöglichkeiten des LANs innerhalb eines Netzwerks.

Fehlermeldungen durch das System helfen bei Bedienungsfehlern. Nachteil: Über das Netz ist keine Übersicht der momentan aktiven Server zu erhalten. Momentan sind noch einige kleinere Fehler in der 3270-Gateway-Software (Abbruch des File-Transfers ohne Fehlermeldung bei voller Diskette etc.). Ab Version 1.3 greift der Benutzer über ein vom Systemverwalter vorgegebenes und von ihm erweiterbares Menü auf alle Netzwerk-Ressourcen zu. Alle Zugriffsrechte sind benutzer-, nicht maschinenbezogen. Er hat also auch an unterschiedlichen Arbeitsplätzen immer die »gewohnte Umgebung« vor sich. Auf welchem Server sich die jeweiligen Programme befinden, ist für den Benutzer unwichtig, da der Systemverwalter ein einheitliches »Single System Image« für den Benutzer schaffen kann.

- aus der Sicht des Systemverwalters:

Die Gesamtpformance des Netzes ist abhängig von der optimalen Einstellung der Generierungsparameter im NET-START-Kommando und setzt gewisse Grundkenntnisse des Netzaufbaus und des Betriebssystems voraus.

Das »Sharen« von Ressourcen ist gut und übersichtlich gelöst. Der Datenschutz ist sehr gut. Das Auffinden von Netzfehlern ist mit den vorhandenen Hilfsmitteln eindeutig durchführbar, wenn der TR-LAN-Manager verwendet wird. Dieser ist, da er auch Workstations im Netz isolieren kann, mit einem Paßwortschutz versehen. Wird der Server auch als Workstation genutzt, sinkt die Performance im Netz erheblich. Mit Hilfe der IBM-Bridge-Software können Netze in einem sogenannten Backbone zusammengeschaltet werden bzw. es können redundante Ringe angelegt werden, die die Ausfallwahrscheinlichkeit des Rings noch weiter minimieren.

Bemerkungen:

Die Netz-Software benötigt relativ viel Speicherplatz, vor allem, wenn die PCs als Server oder Messenger generiert werden oder Gateway-Funktionen nutzen wollen. Bis zu 300 Kbyte können, je nach Anwendung, nur vom Netz benötigt werden. Es empfiehlt sich daher, alle PCs möglichst auf 640 Kbyte hochzurüsten, oder noch höher, da zu erwarten ist, daß die nächste DOS-Version mehr Speicher unterstützt. Nicht alle »kompatiblen PCs« können als Server verwendet werden. Schwierigkeiten traten auf z.B. bei der Verwendung des Commodore PC20 oder der HP Vectra als Gateway-Server. Die File-Transfer-Komponente setzt ein zusätzlich zu kaufendes Programm unter VM oder MVS auf dem Mainframe voraus.

Es ist transparenter File-Transfer möglich. Es bestehen keine Einschränkungen bezüglich der Recordlänge oder der Blocklänge. Bei Verwendung der Novell-Software anstelle des IBM-Local-Area-Network-Programms erhöht sich der Durchsatz am Server erheblich und dem Anwender werden bessere Sicherungsmechanismen sowohl gegen Datenmißbrauch als auch gegen Datenverlust angeboten. Novell formatiert die Platte des Servers allerdings in einem eigenen, DOS-inkompatiblen Format. Der Server ist daher sinnvollerweise nur dediziert betreibbar.

**F) Kosten**

- Kosten pro anzuschließendes Endgerät (alle Angaben Zirkapreise)
  - bei Netzen mit weniger als 10 DEE ca. 2500 DM inklusive Kabel ohne Verlegekosten
  - bei Netzen mit mehr als 10 DEE ca. 2000 DM inklusive Kabel ohne Verlegekosten
- Kosten/Nutzen-Beurteilung  
Leistungsfähiges, preisgünstiges Netz insbesondere in der 16-Mbps-Version.

**PROTEON Token-Ring mit Novell Advanced Netware**

getestet: 1988

mit folgender Konfiguration (DEE, Typ, Anzahl etc.)

2 \* IBM-AT-03 mit 3 Mbyte

1 \* NCR-PC-8 mit 640 Kbyte

1 \* IBM-AT-02 mit 640 Kbyte

Ringleitungsverteiler und 4 Token-Ring-Adapter mit Glasfaserstrecken basierend auf Gradientenfaser

**A) Charakterisierung des Netzwerks**

- Netzwerkstruktur (Topologie)
  - Stern o
  - Ring x
  - Bus o
- Übertragungsmedium
  - Verdrillte Kupferleitungen x (alternativ)
  - Koaxialkabel x (alternativ)
  - Glasfaser x (alternativ)
  - Sonstiges
  - Bemerkungen:
- Maximaler Abstand zweier DEE
  - pro Segment 600 m (ohne Verstärker oder Glasfaserkabel, theoretisch unbegrenzt bei Verwendung von Glasfaserkabel)
  - pro Netz
- Minimaler Abstand zweier DEE ca. 2 m
- Übertragungstechnik
  - Basisband x
  - Breitband o
  - Sonstiges:
- Zugriffsmethode Token-Ring
  - Genormt, wenn ja nach IEEE 802.5/802.2
  - Maximale Brutto-Datenrate im Netz 4 bzw. 10 Mbps oder 80 Mbps

- Besonderheiten

PROTEON bietet für PCs sowohl 4- als auch 10-Mbps-Adapterkarten an und benutzt den 80 Mbps als Backbone falls erforderlich, oder zur Vernetzung von Prozeßrechnern etc.

## B) Anschlußmöglichkeiten/Gateways

- Netzanschlußmöglichkeiten von Datenendeinrichtungen  
verfügbare Schnittstellen:

Typ: IBM-Token-Ring-Adapter für PC-Bus und Microchannel

Token-Ring-Adapter für unterschiedlichste DV-Systeme

(UNIBUS-Systeme, Unix-Systeme etc.)

V.24-Schnittstelle bis maximal Kbps19200 bps

X.25-Schnittstelle bis maximal 64 Kbps

Maximal Anzahl erlaubter DEE

– pro Netz ca. 260 (davon Serverstationen: 32)

Anmerkung: Es können beliebig viele Netze über Gateways zusammengeschaltet werden. Die Netze können über Gateways (P4200) zu einem globalen Netz verbunden werden.

- Verfügbare Gateways zu anderen Netzen

	Gateways nach	Geschwindig- keit (bps)	Anzahl	nähere Spezifika- tion
SNA	über SNA/SDLC- Adapter im Gateway-PC	19200 bzw. 64000 bps	maximal 32 (128)	Emulation SNA 3174 mit 3190
SNA und Non SNA	über IBM- 3278-Karte	Lokalan- schluß an 3274/3174	maximal 5	Emulation 3278 DFT
SNA	über IBM 3720 oder 3725/45 mit LAB C	Direktan- schluß an Front-End- Proz.	??	Emulation 3278/79
SNA	über IBM 3174 mit Ga- teway Feature	Direktan- schluß an lo- kale Steuer- einheiten	ca. 160	Emulation 3278/79
X.25	über Karten mit NETBIOS-Schnittstellen von diversen Herstellern			
Ethernet Novell	von Bridge, Ungermann-Bass, IBM (TCP/IP-Protokolle)			

	Gateways nach	Geschwindig- keit (bps)	Anzahl	nähere Spezifika- tion
andere Netze (Router)	Ethernet			
TTY	über asynchronen Gateway Server (maximal 2*9600 bps) (Novell)			

- Mikrocomputersysteme, die softwaremäßig unterstützt werden  
Typ: IBM-PC/XT/AT  
Interface-Typ: IBM-PC-Interface-Karte und Kompatible  
Indirekt unterstützt werden Apple-Systeme durch die Novell-Software  
Unter welchen Betriebssystem-Versionen? PC-DOS 3.3 und höher (getestet)  
Empfohlener HSP-Ausbau pro PC 640 Kbyte/640 Kbyte Server/Workstation
- Durch direkten (Kanal-)Anschluß unterstützte Großrechner über 8232 und TCP/IP-Protokolle

### C) Leistungsumfang der Netzsoftware

- Netzwerk-Management-Software
  - Zentraler Netzwerksmanager verfügbar bzw. bei Bedarf einrichtbar? ja. Als Basis dient die Novell-Software. Für diese Software existieren viele zusätzliche Netzwerkmanagement-Funktionen, die optional angeboten werden
  - Verfügbarkeit einer Netzstatistik für jedes DEE? ja  
(Statusabfragen möglich?)
  - Utilities zur Überwachung und Steuerung im Netz verfügbar? Es sind mehrere ausführliche, menügeführte Kommandos zur Fehlerüberwachung, -analyse und -lokalisierung vorhanden auf der Basis optionaler Programme  
Wenn ja, welche?
- Mail-Server? vorhanden, mit Broadcast-Möglichkeiten.  
Optional: X.400 kompatibel
- File-Server? vorhanden. Maximal 100 Verbindungen können gleichzeitig aufgebaut werden
- Performance-File-Server? sehr gut, wenn IBM-PS/2 Modell 50-80 benutzt werden oder vergleichbar (COMPAQ, Olivetti etc.)
- Print-Server? vorhanden. Maximal 4 Drucker pro Server
  - mit Spooler? ja
  - ohne Winchester denkbar? nein
- Server als Workstation benutzbar? ja

- Workstation auch über das Netz ladbar? ja, setzt entsprechenden Boot-PROM voraus
- Entspricht die Software den ISO-OSI Schnittstellen?  
Wenn ja, auf welchen Ebenen? ja, Ebenen 1 und 2  
Ebenen 3 bis 7 zum Teil verfügbar
- Hilfen zur Lokalisierung von Fehlern verfügbar? ja
- Multi-User-Compiler verfügbar? ja
- DBS verfügbar? ja (dBase III Plus, ORACLE und Informix etc.)
- Zugriffsschutz auf Daten anderer Systeme im Netz vorhanden?
  - lesend ja
  - schreibend ja
  - pro Volume ja
  - pro Sub-Directory ja
  - pro Record ja

#### D) Test des Netzes

- Aufbauphase  
Welche Grundkenntnisse sind erforderlich? keine. Relativ einfacher Netzaufbau; gute Dokumentation. Die Verwendung von Leitungsverstärkern und Glasfaserkabeln wurde getestet. Es wurden sowohl PROTEON-, IBM- als auch SEL-Glasfaserkomponenten erfolgreich gemischt eingesetzt
- Zeitbedarf zum Anschluß eines DEE  
Server: ca. 1 bis 2 Tage  
Workstation: ca. 20 Minuten  
Terminal: direkt  
Host: je nach Typ bis zu 1 Tag (DEC)
- Mögliche Probleme bei der Installation keine bekannt, außer daß auf freie Interrupts im PC bei der Installation der Adapterkarte geachtet werden muß. Je mehr Anwendungen parallel über den Token-Ring realisiert werden sollen, die voneinander unabhängig auf einem PC realisiert werden sollen (3270-Emulation, APPC, TCP/IP, PC-LAN-Programm ...), desto mehr Service Access Points müssen reserviert werden. Die Novell-Software ist je nach Release unverträglich mit DOS 4.0

- Betrieb des Netzes
  - Zuschalten neuer Stationen im laufenden Betrieb möglich?  
Wenn ja, wie?  
ja. Durch Anschluß an einen vorhandenen Ringleitungsverteiler problemlos möglich, ohne daß eine Netzunterbrechung notwendig ist. Auch wenn keine Positionen mehr frei sind, läßt sich der Ring unterbrechungsfrei erweitern, wenn gewisse Regeln bei der Integration neuer Ringleitungsverteiler eingehalten werden. Der Ring läßt sich über sogenannte Satelliten unterbrechungsfrei erweitern. Diese Art der Ringleitungsverteiler wird an einen beliebigen Eingang eines bereits vorhandenen Ringleitungsverteilers angeschlossen
  - Datenschutz wie angekündigt?  
Gateway erfolgreich erprobt?  
ja  
Es wurden die von Novell angebotenen Gateways erfolgreich eingesetzt (Emulation einer IBM 3299 mit bis zu 40 Sessions) und Anschluß über Gateway-Adapter und lokale IBM-Steuereinheit
  - Netz leicht erweiterbar?  
Hinzufügen eines DEE erprobt?  
ja, ohne Einschränkungen  
Hinzufügen eines Servers erprobt?  
ja
- Folgende Anwendungssoftware konnte im Netz getestet werden
  - Framework
  - Lotus 1-2-3
  - PE
  - Sonstiges  
Wordstar, FC2, WordPerfect, Kedit Turbo Pascal
- Verhalten des Netzes bei
  - Ausfall einer Workstation  
Im Normalfall auf der betroffenen Workstation keine Störung auf das Netz
  - Ausfall eines Servers  
Alle Workstations mit Verbindung zum Server sind inaktiv. Neustart erforderlich
  - Ausfall einer Teilstrecke  
Alle PCs und Endgeräte sind isoliert. Befindet sich der Gateway zum jeweiligen Host im anderen Teilnetz, ist keine Kommunikation mehr möglich. Ansonsten kann normal weitergearbeitet werden
- Verhalten des Netzes bei hohem Datendurchsatz  
Soweit dies testbar war, trat keine Beeinflussung des Netzes auf. Gemessen wurden in der Spitze mit 20 angeschlossenen Endgeräten 12 Prozent Netzbelastung



## E) Gesamteindruck/Beurteilung

- Anforderungen an den Benutzer
  - leicht erlernbar ja
  - leicht benutzbar ja
- Anforderungen an den Systemverwalter
  - leicht wartbar ja
  - leicht kontrollierbar ja
  - einfache Fehlerbehebung ja
  - gute Erweiterbarkeit ja
  - sonstige
- Gesamteindruck
  - aus der Sicht des Benutzers:
 

Sehr gut handhabbares System. Eine hervorragende Menüführung hilft dem Benutzer bei der Steuerung des Netzes und beim Zugriff auf andere Endgeräte eines Netzwerks. Fehlermeldungen durch das System werden zentral aufgezeichnet und ausgewertet. Der Benutzer wird menügeführt und verfügt über ein Profile, daß ihn unabhängig von seinem jeweiligen Arbeitsplatz macht. Die Möglichkeit der Gruppenbildung von Anwendern im LAN bietet zusätzliche Schutzmechanismen und vereinfacht das Netzwerk-Management.
  - aus der Sicht des Systemverwalters:
 

Die Gesamtpformance des Netzes ist abhängig von den Gateways zu den Hosts und zu den anderen Netzen. Es empfiehlt sich, einige Komponenten redundant auszulegen. Das »Sharen« von Ressourcen ist gut und übersichtlich gelöst. Ein Netzwerk-Accounting ermöglicht die Zuteilung von Ressourcen entsprechend den Anforderungen der einzelnen Anwender. Zugangsschutz und Zugriffsschutz sind hervorragend geregelt. Der Zugang zum LAN für die Benutzer läßt sich sowohl zeitlich als auch örtlich (Zugang nur von bestimmten Systemen aus möglich) reglementieren. Durch die System-Fault-Toleranz-Software unter Novell lassen sich »fast« absolut ausfallsichere Systeme aufbauen. Sowohl die Controller als auch die Platten können gespiegelt werden. Dies erhöht zusätzlich die Zugriffsgeschwindigkeit auf die Platten des Servers.

## F) Kosten

- Kosten pro anzuschließendem Endgerät (alle Angaben Zirkapreise)  
bei Netzen mit weniger als 10 DEE abhängig vom Endgerät und der Übertragungsgeschwindigkeit zwischen 2500 DM und 5000 DM
- Kosten/Nutzen-Beurteilung
 

Sehr leistungsfähiges Netz, das auch hohe Übertragungsraten problemlos bewältigen kann, aber relativ teuer ist.

# KAPITEL

# 11

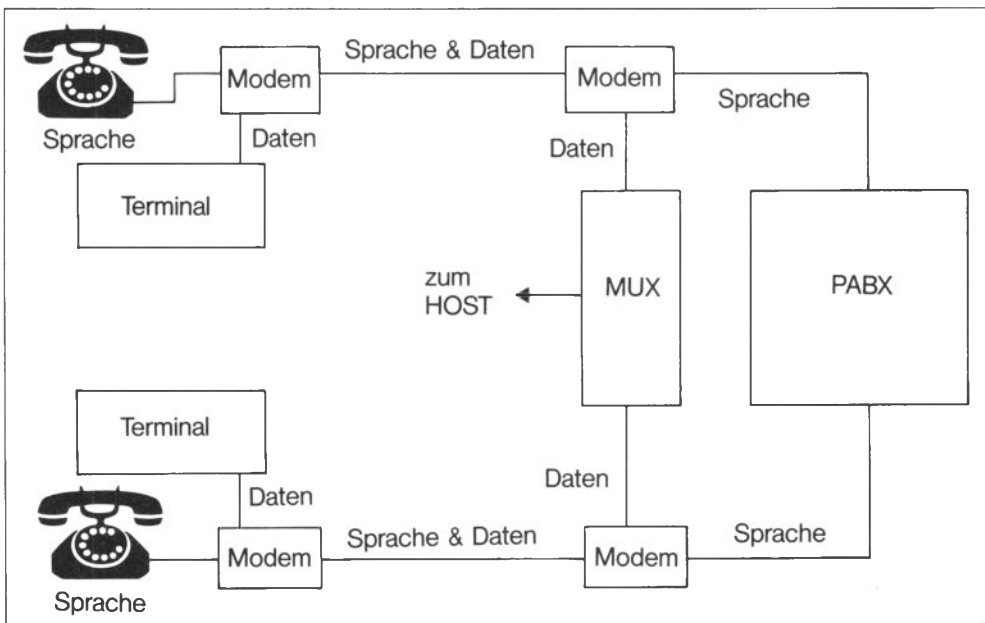
## Digitale Nebenstellenanlagen als Alternative der Inhouse- Vernetzung und ISDN

In diesem Kapitel behandeln wir die Entwicklung der Nebenstellenanlagen und des öffentlichen Netzangebotes.

### 11.1 Einführung

Digitale Nebenstellenanlagen sind die logische Weiterentwicklung herkömmlicher Telefon-Nebenstellenanlagen.

**Definition:** Nebenstellenanlagen sind private Vermittlungseinrichtungen, an die eine oder mehrere Teilnehmer-Endeinrichtungen (sogenannte Nebenstellen) über Nebenstellenanschlußleitungen angeschlossen werden, und die durch eine oder mehrere Hauptanschlußleitungen mit dem öffentlichen Fernmeldenetz verbunden sind.



**Bild 11.1:** Gemeinsame Übertragung und getrennte Verarbeitung von Sprache und Daten bei herkömmlichen Nebenstellenanlagen.

Im englischen Sprachgebrauch werden die Nebenstellenanlagen auch als

- PBX (Private Branch Exchange) oder
- PABX (Private Automatic Branch Exchange) bezeichnet.

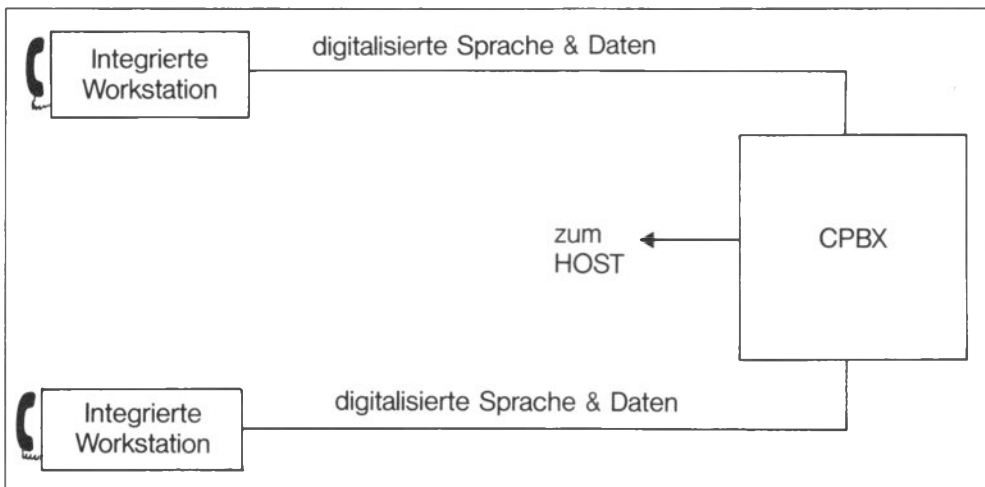
Die Nebenstellenanlagen werden auch heute schon für den gemeinschaftlichen Verkehr von Sprache und Daten benutzt. Dies ist z.B. zweckmäßig, wenn man eine Anzahl entfernter Terminals im Hinblick auf eine zentrale DV-Anlage anbinden will und hier andere Inhouse-Vernetzungen unrentabel erscheinen, oder wenn räumlich abgesetzte Terminals über Amtsleitungen mit den Zentralrechnern verbunden werden müssen. Die Anbindung geschieht jedoch immer so, daß der Datenverkehr in seiner elektrischen Charakteristik mit dem Telefonverkehr angepaßt wird, etwa über Modems (Bild 11.1).

Im Zuge der fortschreitenden Digitalisierung – wir werden dies gleich noch weiter ausführen – liegt es nahe, den Sprachverkehr nicht analog, sondern digital abzuwickeln. Damit ergibt sich die Möglichkeit der Dienstintegration: Viele verschiedene Dienste (wie Datendienste, Telefon, Telefax, Teletex, ...) haben prinzipiell nachrichtentechnisch nur noch ein Gesicht. Sie werden auf binäre Daten abgebildet.

Es liegt dann nahe, die Nebenstellenanlagen auch auf diese Technik abzustimmen, damit in einem Hause nicht verschiedene Übertragungs- und Vermittlungseinrichtungen koexistieren müssen.

Integrierte Nebenstellenanlagen bezeichnet man wegen ihrer Technik auch als

- CBX (Computerized Branch Exchange) oder als
- CPBX (Computerized Private Branch Exchange).



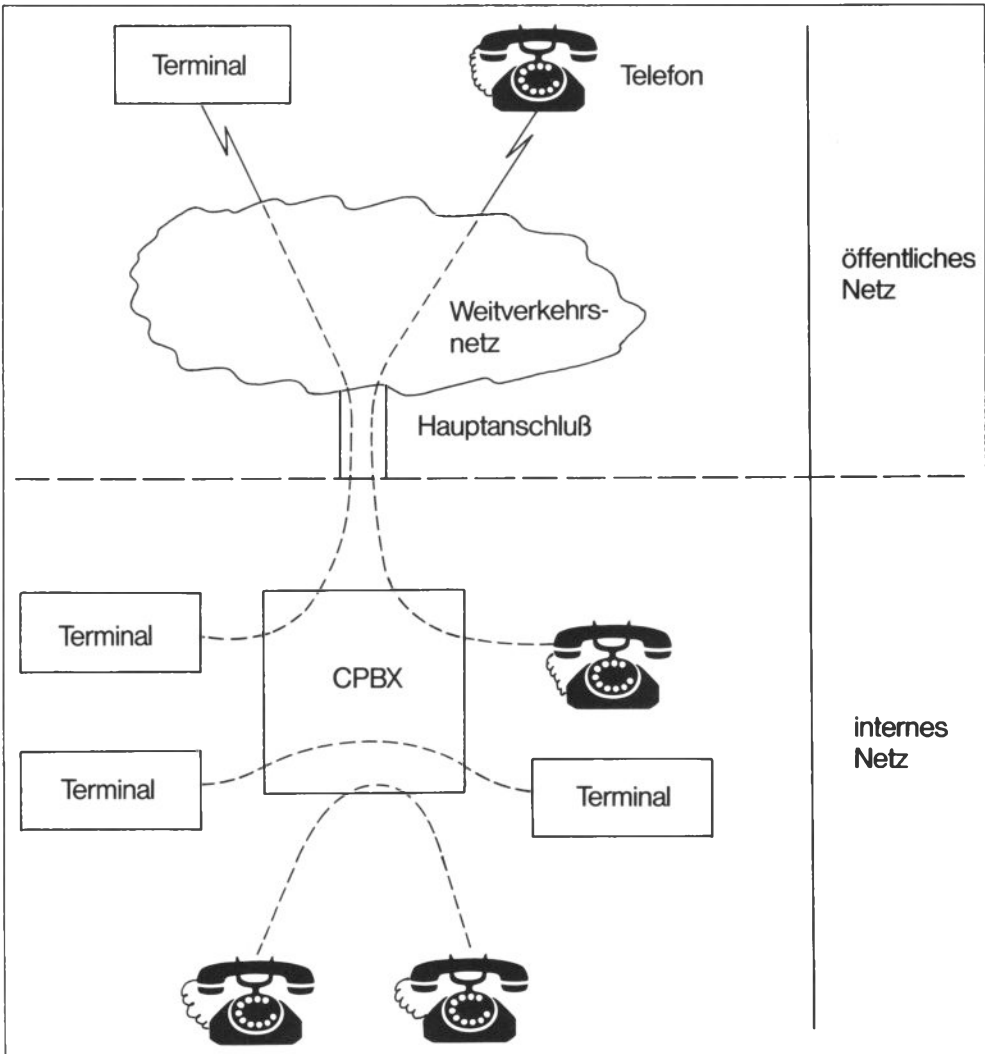
**Bild 11.2:** Integration von Sprache und Daten durch Digitalisierung und gemeinschaftliche Verarbeitung in einer CPBX.

Sobald das ISDN in der Bundesrepublik Deutschland verfügbar ist, wird die CBX als Amtsleitung einen oder mehrere ISDN-Hauptanschlüsse erhalten. Daher ist es heute schon wichtig, auf die ISDN-Fähigkeit einer CBX zu achten. Generell kann man sagen, daß sich

durch diese Fähigkeit der Wert einer solchen Anlage erheblich steigert, da sie so auch z.B. für die Verbindung zwischen LAN-Inseln genutzt werden kann.

Die wesentlichen Komponenten einer PBX sind die Steuerung und das Koppelfeld. An der Struktur dieser Komponenten lassen sich Generationen dieser Geräte klassifizieren:

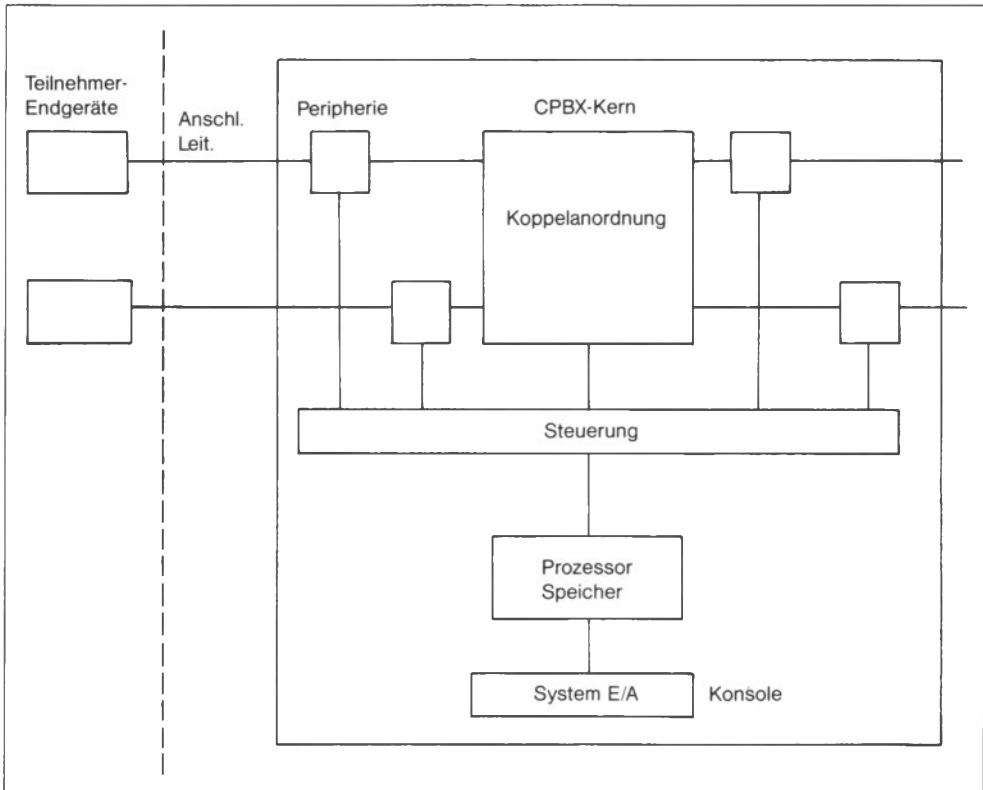
**Erste Generation:** Steuerung und Koppelfeld sind elektromechanisch aufgebaut. Veranlaßt durch die Impulse von Telefonwählscheiben bauen sie Verbindungen für analoge Übertragung auf. Sie werden genutzt für Telefonverkehr und einfache Datenübertragung über Modems.



**Bild 11.3:** Dienstintegration in der CPBX.

**Zweite Generation:** Die elektromechanischen Komponenten werden durch elektronische abgelöst. Die Steuerung ist speicherprogrammiert. Die Anlagen arbeiten auf analoger, teilweise aber auch digitaler Basis (im wesentlichen in der Steuerung). Sie werden für Telefonverkehr und mittels Zusatzgeräten auch für Datenverkehr in weiterem Umfang genutzt. Der Datenverkehr läuft jedoch über reine Sprechwege. Durch die speicherprogrammierte Steuerung lassen sich viele neue Dienstmerkmale einbringen.

Die zweite Generation ist der heutige Status quo. Die Anlagen der ersten und der zweiten Generation vollziehen ein echtes Circuit-Switching zwischen den jeweils beteiligten Partnern.



**Bild 11.4:** Struktur einer CPBX.

Ein weiteres wichtiges Merkmal von Nebenstellenanlagen ist die Blockierungsfreiheit, die Garantie für eine Verbindungsaufnahme zwischen zwei aktiven, unbesetzten Partnern. Bei den heutigen Anlagen ist dieses Merkmal wegen des Circuit-Switchings und der damit verbundenen Kapazitätsprobleme nur schwer zur Verfügung zu stellen.

Der Übergang zwischen PBX und CPBX vollzieht sich mit der Digitalisierung.

**Dritte Generation:** Sie umfaßt volldigitale Anlagen mit speicherprogrammierter Steuerung und von Haus aus integrierter Sprach- und Datenkommunikation. Die Digitalisierung

ist systemweit bis in die Anschlußleitungen ausgeführt. Es können Endgeräte für die unterschiedlichsten Informationsformen digital angeschlossen werden.

Hauptcharakteristika sind:

- Integration von Sprache und Daten
- Verteilte Architektur zur Förderung von Wartbarkeit, Zuverlässigkeit und Flexibilität
- Blockierungsfreiheit durch Multiplextechniken

Einsatzbereiche sind gleichermaßen Telefon- wie Daten- und Textverkehr oder eine Kombination. Die Ströme werden über eine Nebenstellenanschlußleitung gemeinsam zum Teilnehmergerät geführt, benutzen aber im Vermittler getrennte Wege, so daß sie getrennt vermittelt werden können.

Die Anlagen der dritten Generation sind die jetzt langsam auf den Markt tretenden (Siemens HICOM). Sie werden das Bild der Kommunikationslandschaft in weiten Bereichen nach Ansicht von Experten für die nächsten zwei oder drei Jahrzehnte prägen, wobei die Technik immer weiter verbessert wird. Beim Vergleich mit LAN werden wir sehen, daß die CPBX nicht allen Anforderungen der Datenübertragung gerecht werden kann. Eine weitere Verbesserung kann man sich wie folgt vorstellen:

**Vierte Generation:** Die verteilt realisierten Anlagen basieren intern auf einer LAN-Struktur. Diese Struktur kann auch für die schnelle Datenübertragung benutzt werden. Die CPBX stellen dann Synchronisationsmechanismen für die Benutzung der schnellen Übertragungswege bereit. Weiterhin vermitteln sie im Hinblick auf Breitbandhauptanschlüsse (BBISDN).

Erste Anlagen der vierten Generation werden für ca. 1990 erwartet. Bild 11.3 zeigt eine integrierte Anlage im logischen Diagramm, Bild 11.4 die wesentlichen Komponenten.

## 11.2 Aufbau von Nebenstellenanlagen der dritten Generation

Die Nebenstellenanlagen sind üblicherweise in Einschubgehäuseschränken untergebracht, um die Modularität auch mechanisch zu unterstützen. Alle Anschlußleitungen enden in dem Raum, in dem das Gerät steht. Dies ist in manchen Fällen unzweckmäßig. Verteilt realisierte Anlagen können besser an die Struktur des Gebäudes angepaßt werden.

Die Struktur ist die eines Sternnetzes mit zentralem Vermittler oder die eines Multisterns mit zentralem Teilvermittler. Ausfall des Vermittlers zieht Totalausfall des Netzes oder des Unternetzes (bei verteilten Anlagen) nach sich.

Die Verteilung einer Anlage auf mehrere Anlagengruppen ist auch günstig im Hinblick auf die statistische Verteilung des Verkehrs.

In einem Vermittlerschrank befinden sich: die Stromversorgung, die Steuerung der Anlage mit Steuerrechner, Überwachungs- und Diagnoseeinrichtungen, Koppeleinrichtungen und Hauptverteiler, Verbindungsetagen mit Anschlüssen für Teilnehmer-, Amts- und sonstige Leitungen sowie weitere Hilfseinrichtungen. Daran können Vermittlungsplätze, Systemterminals für Konfiguration und Wartung, Systemperipherie wie Drucker, Platten,

Disketten oder Magnetbandeinheiten sowie gegebenenfalls externe Module oder Rechner, die Zusatzfunktionen erbringen, angeschlossen sein.

Im Kern hat die Nebenstellenanlagen folgende Komponenten:

- Koppelanordnung
- Steuerwerk
- Peripheries

Um den eigentlichen Vermittler gruppieren sich:

- Anschlußleitungen zur Nebenstelle und/oder zum Amt
- Teilnehmereinrichtungen oder Netzeinrichtungen
- Vermittlungsplätze und/oder Systemterminals

Die nach außen angebotenen Ports können speziell ausgelegt sein, z.B. nur Sprache oder nur Daten (z.B. IEEE-802.3-Anschluß), oder universell (wahlweise) bzw. integriert (ISDN-Port). Die Darstellung innerhalb der CBX ist nach (gegebenenfalls) Transformation einheitlich.

### Einige wichtige Interna der Koppelanordnung

Die Koppelanordnung stellt den Teilnehmeranschlußeinrichtungen synchrone Kanäle zur Verfügung, die den Teilnehmern wie echte Circuits erscheinen. De facto werden diese Kanäle jedoch durch Zeitscheibenverfahren realisiert (Virtual Circuits), das heißt, die Teilnehmer teilen sich Verbindungswege, insbesondere innerhalb der Anlage. Dies kann jedoch nach außen hin auch wichtig sein, wenn nämlich ein Partner A gleichzeitig mit B telefonieren, an C Texte absenden und möglicherweise noch mit dem Host D in Kommunikation treten will. Das multifunktionale Endgerät kann je nach Architektur in der Lage sein, solche Aktivitäten überlappend zu unterstützen. Die CBX muß dann in der Lage sein, den komplexeren Datenstrom des Teilnehmers auf mehrere Leitungen zu verteilen. Bild 11.5 zeigt die Situation.

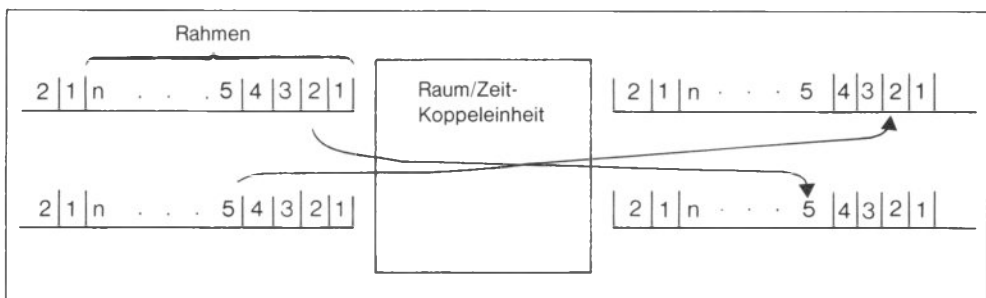


Bild 11.5: Raum/Zeit-Kopplung.

Die durchzuschaltenden Signalströme werden nicht kontinuierlich, sondern in Form von regelmäßigen diskreten Signalimpulsen angeliefert. Die auf verschiedenen Leitungen einlaufenden Signalimpulse werden einzeln und zu unterschiedlichen Zeitpunkten auf eine gemeinsame Koppelanordnung gegeben und ausgangsseitig entsprechend auf verschiedene

Leitungen verteilt. Jeder Verbindung wird periodisch ein eigenes Zeitintervall durch die Koppelanordnung hindurch zugeteilt, währenddessen zwei zusammengehörige Ein- und Ausgänge jeweils kurzzeitig miteinander verbunden sind.

Auf den Leitungen, die an eine Koppelstufe herangeführt werden, sind in der Regel bereits mehrere digitale Signalströme im Zeitmultiplex gebündelt. Das einzelne Signal nimmt unter den anderen eine bestimmte Zeitlage ein. Die Zeitmultiplexverbindung muß also sowohl das Umschalten zwischen Leitungen als auch das Umschalten zwischen Zeitlagen gewährleisten.

Eine verteilt realisierte CPBX kann nur von einer LAN-Struktur unterstützt werden, die ein deterministisches Verhalten aufweist, also etwa Token-Ring oder Token-Bus, da alles andere für die Zeitlagenschaltung ungeeignet wäre.

Durch die oben angesprochene Technik kann die Blockierungsfreiheit in angemessener Art und Weise durchgesetzt werden.

### **Steuerung einer Nebenstellenanlagen**

Die Steuerung einer Anlage der dritten Generation erfolgt durch Programme, die von einem oder mehreren Prozessoren abgearbeitet werden. Die Überwachung und Steuerung von außen geschieht mit Hilfe geeigneter E/A-Geräte und Terminals.

Ein Signalisierungskanal unterstützt den Austausch von Steuersignalen. Er wird getrennt von den übrigen Kanälen ausgeführt. In der ISDN-Norm sind für Sprache und Daten jeweils Kanäle der Bandbreite 64 Kbit/s, für die Signalisierung zusätzlich 16 Kbit/s vorgesehen.

Aufgaben der Steuerung sind:

- Vermittlungsaufgaben wie Aufbauen, Überwachen und Abbauen von Verbindungen
- Aufgaben der betrieblichen Unterstützung, wie z.B. Sicherungsfunktionen, Betriebs- und Gesprächsdatenerfassung und Bereitstellung der Leistungsmerkmale
- Verwaltungsfunktionen, wie z.B. Gebührenabrechnung, Betriebsstatistik, Verkehrstatistik, Störungsbehebung, Störungsmeldung, Wartungsunterstützung und Konfigurationsunterstützung.

Teilweise gehen diese Aufgaben mit einem erheblichen Implementierungsaufwand einher, wie Sicherung und Telefonierleistungsmerkmale wie Anrufumlenkung, Kurzwahl, Wahlwiederholung oder neue Features wie die Anzeige des Gesprächspartners auf dem Bildschirm, wenn das Telefon klingelt.

### **Periphere Baugruppen**

Die Peripherie einer Anlage besteht aus Anschlußbaugruppen, die die nach außen geführten Anschlußleitungen bedienen. Sie sind die Bindeglieder zu Koppelanordnung und Steuerung, und auf ihnen sind die Ports realisiert. Es gibt folgende Typen:

- Teilnehmersatz für den Anschluß digitaler Nebenstellen (ISDN)
- Teilnehmersatz für den Anschluß herkömmlicher NSt (zum Beispiel Telefon)
- Leitungssatz für den Anschluß digitaler Amtsleitungen (ISDN)
- Leitungssatz für den Anschluß analoger Amtsleitungen (Telefon)
- Sondersatz für spezielle Funktionen.



Die Aufspaltung in verschiedene Teilnehmersätze bildet die Grundlage für die geforderte Flexibilität der Anlage und für eine schrittweise Umstellung von analoger auf digitale Technik.

Weiterhin können hier sehr günstig Baugruppen wie PCM-Wandler oder ähnliche untergebracht werden. Es ist möglich, bestimmte Teilnehmersätze auch im Hinblick auf ganz andere Übertragungscharakteristika auszulegen. So ist zum Beispiel ein Anschluß denkbar, der dem Endgerät unter gewissen Einschränkungen einen Ethernet-Anschluß »vorgaukelt« und so entfernte Endgeräte günstig an ein LAN anbinden kann.

### **Teilnehmer-Anschlußleitung**

Sie verbindet die Nebenstellenanlagen mit den Teilnehmerendeinrichtungen. Analoge Leitungen werden mit einer Bandbreite von 3100 Hz im Bereich von 300 bis 3400 Hz bereitgestellt. Auf der digital betriebenen Leitung wird mindestens ein Kanal von 64 Kbit/s bereitgestellt. Die T-Anschlußleitungen können ohne weiteres über verdrehte Kabel ausgeführt werden.

### **Teilnehmereinrichtungen**

An einer integrierten Nebenstellenanlage sind Anschlüsse verfügbar für

- Telefone
- Datenendgeräte (Terminals, Rechner, Text, Btx)
- Multifunktionale Endgeräte (Sprache/Daten simultan)
- Cluster von solchen Geräten
- LANs mit solchen Geräten.

Die Anschlüsse müssen den jeweiligen Charakteristika der Geräte Rechnung tragen. Heute findet man noch sehr viele unterschiedliche Arten von Steckern usw., dies wird sich jedoch mit einer zunehmenden Standardisierung ändern.

## **11.3 LAN oder CPBX? – LAN und CPBX!**

Durch die Digitalisierung der PBX-Anlagen stellt sich die Frage, inwieweit sie eine Konkurrenz zu den lokalen Netzen, den Systemen für den Hochleistungsinformationstransfer, darstellen.

Es ist sicher so, daß beide Techniken Einsatzbereiche haben, in denen sie unverzichtbar sind.

Beispiele: Höchstleistungs-File-Transfer zwischen Rechnern, die nicht weit voneinander entfernt sind, läßt sich sicher mit einem LAN zweckmäßiger bewerkstelligen, da es die besseren Voraussetzungen dafür bietet. Eine 128-Kbit/s-Verbindung ist hierfür überdies zu langsam. Will man einige wenige Terminals, die relativ weit in einem Gebäude oder in Teilen verstreut sind, an eine zentrale DV anbinden, so ist die Benutzung bereits verlegter Telefonleitungen billiger und zweckentsprechender als das Neuverlegen eines Koaxialkabels oder gar einer Glasfaserstrecke, zumal die Übertragungsgeschwindigkeit eines digitalen CPBX-Kanals hier völlig ausreicht.

In der nächsten Zeit werden sicherlich LAN- und CPBX-Konzepte nebeneinander existieren. Es gibt verschiedene Möglichkeiten, die Konzepte zusammenwirken zu lassen, auf die wir gleich noch zu sprechen kommen.

Zunächst wollen wir die Unterschiede anhand ausgewählter Kriterien herausarbeiten.

### **Einsatzfelder**

Aus technischen Gründen sowie aus Kostenüberlegungen wird die Sprachübertragung eine Domäne der CPBX bleiben. Systeme für LANs haben hier einige Probleme bzw. sind ungeeignet.

Langsamer Datenverkehr kann auf beiden Konzepten gleich effizient abgewickelt werden. Schneller Datenverkehr im Hinblick auf die Prozessorkopplung kann von der CPBX heute noch nicht bewältigt werden, in der vierten Generation ist mit Verbesserungen zu rechnen.

Für langsame Bildübertragung ist die CPBX geeignet, schnelle Grafik, wie sie in CAD/CAM-Bereichen vorkommt, kann nicht unterstützt werden. TV-ähnliche Bildübertragung bleibt dem Breitband-LAN vorbehalten.

### **Bandbreite und Übertragungsgeschwindigkeit**

Bei LAN steht einem Benutzer die Gesamtbandbreite oder die Bandbreite eines Unterkanals exklusiv zur Verfügung, sobald er den Zugang zum Medium erlangt hat. Bei der CPBX findet ein kontinuierlicher Multiplex statt. Bezogen auf eine einzelne Verbindung kann das LAN eindeutig mehr leisten (bis 200 Mbit/s), die Gesamtsystembandbreite ist bei CPBX jedoch deutlich größer (z.B. IBX s/40 bietet 4000 integrierte Anschlüsse zu jeweils 2x64 Kbit/s, also 512 Mbit/s). Es wird an Kompressionsverfahren gearbeitet, um auch für bisher nicht integrierbare Dienste das Leistungsspektrum der CPBX zu erweitern. Bei LANs bleibt die Entwicklung jedoch auch nicht stehen, Systeme mit ca. 1 Gbit/s Systembandbreite sind in Arbeit und Erprobung. Diese Geschwindigkeiten kann ein einzelner Benutzer jedoch im allgemeinen nicht nutzen, so daß die Anlage nach außen hin eher wie eine CPBX erscheint.

### **Verkehrs- und Lastverhalten**

Es ist bekannt, daß man bei herkömmlichen LANs mit CSMA-Verfahren darauf achten muß, daß sie in einem stabilen, operationalen Bereich bleiben. Manchmal muß man sogar ein Netz in zwei disjunkte Teilnetze zerlegen, um die Stabilität zu erhalten.

Andererseits bieten die LANs rascheren Verbindungsaufbau als die CPBX (1m/s statt ca.100m/s). Durch verbesserte Verfahren für die Verwaltung des gemeinsamen Mediums (Token-Bus) werden die LANs handhabbarer. Bei Nebenstellenanlagen können Engpässe wie Rufabweisungen infolge zu hoher Ruffrequenz auftreten. Dies macht sich insbesondere bei kurzen Transaktionen, wie zum Beispiel Terminalverkehr, störend bemerkbar. LANs eignen sich für Bursty Traffic mit hohen Datenraten und kurzen Verweilzeiten bei relativ geringen Teilnehmerzahlen, Nebenstellenanlagen eher für gleichmäßigen Verkehrsfluß bei mittleren oder geringen Datenraten und hohen bis sehr hohen Teilnehmerzahlen.

## **Leistungsmerkmale aus dem Fernsprechbereich**

Die LANs sind hierfür nicht konstruiert und haben Schwierigkeiten.

### **Anzahl der Teilnehmeranschlüsse**

LAN-Konzepte arbeiten mit relativ wenigen Teilnehmern. Man muß die Systeme erheblich expandieren, wenn man mehr Teilnehmer anschließen möchte (z.B. im Rahmen einer Netzwerkhierarchie). Typischerweise liegt die Anzahl der anschließbaren Stationen bei 500 bis 2000. Breitbandnetze kommen auf mehr Stationen, hier jedoch nur mit eingeschränkten Services. CPBX mit mehreren tausend Teilnehmern bereiten wenig Schwierigkeiten.

### **Einzugsbereich und Fernkommunikation**

Beide Systemarten arbeiten lokal angeordnet. Die CBX hat die externe Kommunikation im Konzept verankert und tut sich auch wegen der guten Anpassung an die Postdienste leicht. LANs müssen erst über Gateways angekoppelt werden. Struktur und Aufbau dieser Gateways ist meist komplex, da es erhebliche Unterschiede zwischen den Postdiensten und den Leistungen von LANs gibt. Andererseits ergeben sich hier auch keine großen Hindernisse. Das Zusammenwirken von LAN und CPBX würde hier viele Probleme wegfallen lassen, da nur ein LAN-CPBX-Übergang konstruiert werden müßte, über den dann die Telekommunikationsmöglichkeiten der CPBX benutzt werden können.

### **Betriebssicherheit, Zuverlässigkeit und Datenschutz**

Beide Konzepte können durch geeignete Maßnahmen zuverlässig gestaltet werden. Immer jedoch wird sich dies durch die Hinzufügung redundanter Elemente negativ auf die Kosten auswirken. Die Verteiltheit muß bei CPBX erst herbeigeführt werden, bei LAN ist sie konzeptionell enthalten. Der Datenschutz auf den unteren Schichten kann bei beiden Systemen als rudimentär bezeichnet werden, und es ist Aufgabe von Arbeitseinheiten höherer Schichten, ihn durchzusetzen. Dies ist jedoch ein generelles Problem und für die herkömmliche Verwendung beider Systeme weniger relevant. Lediglich in kritischen Umgebungen kann dies zu ernsthaften Schwierigkeiten führen.

### **Kosten**

Die Kosten für LAN bestehen aus Basiskosten und sind dann im wesentlichen proportional zur Anzahl der angeschlossenen Stationen. Die Basiskosten beziehen sich auf die Kabelkosten und Kabelverlegung sowie auf Netzsteuereinrichtungen, Software usw. Bis zu einer gewissen Ausdehnung des Netzes bleiben die Kosten proportional (Portkosten), springen aber nochmals, wenn das Netz eine Systemgrenze erreicht hat und Bridges oder Gateways vorgesehen werden müssen.

Bei Nebenstellenanlagen ist es so, daß die Kosten für eine Basisanlage wesentlich höher sind als die LAN-Anfangskosten, dann aber langsamer steigen, der Anschluß eines Endgerätes ist billiger. Die Zentrale muß jedoch des öfteren aufgestockt werden, was wiederum zu einem Kostensprung führt. Insgesamt ergibt sich für die Kosten eine Art Treppenfunktion mit schrägen Stufen.

Die Gesamtkosten einer Installation sind jedoch nicht so einfach zu bestimmen. Weiterhin gibt es ausgesprochen preiswerte LANs, was aufgrund des geringen Preiskampfes bei CPBX noch nicht festgestellt werden kann.

### Marktverfügbarkeit und Neueinführung

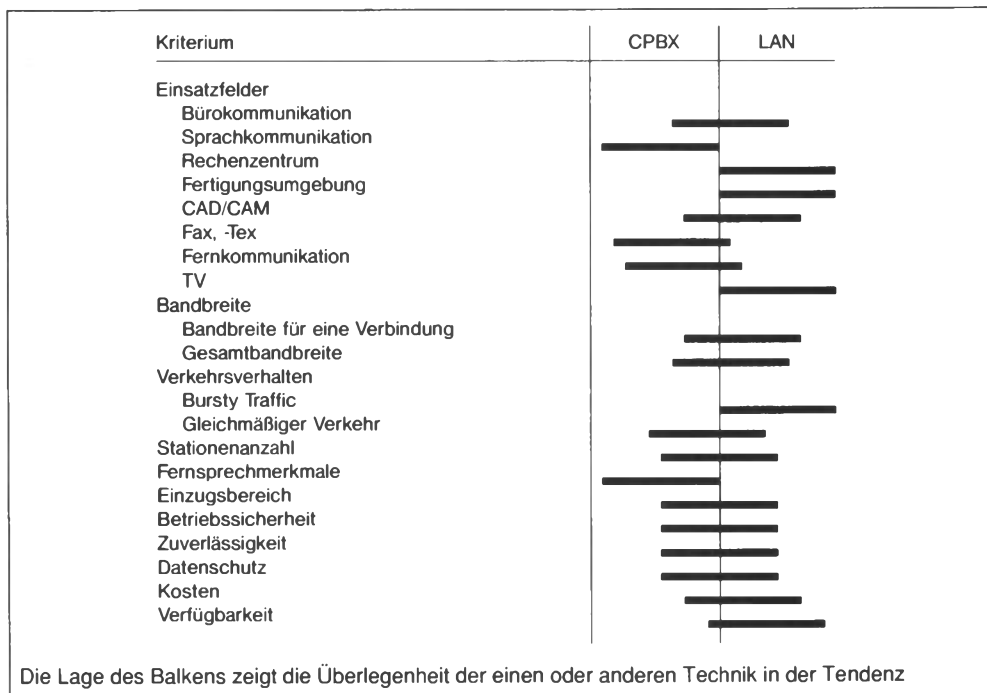
Die lokalen Netze sind in einer großen Anzahl auf dem Markt verfügbar, und der Anwender kann das für seine Zwecke passende aussuchen. CPBX sind nur in einer geringen Anzahl auf dem Markt, was an der lange bestehenden Unsicherheit bezüglich des ISDN liegt.

Andererseits kommen die CPBX über das Aufstockungsgeschäft in die Unternehmen und stoßen bei Traditionalisten auf weniger Akzeptanzprobleme, weil sie ja die logische Weiterentwicklung bestehender Anlagen darstellen.

### Vergleich

Die folgende Grafik faßt den Vergleich nochmals zusammen.

Die Lage des Balkens zeigt die Überlegenheit der einen oder anderen Technik in der Tendenz.



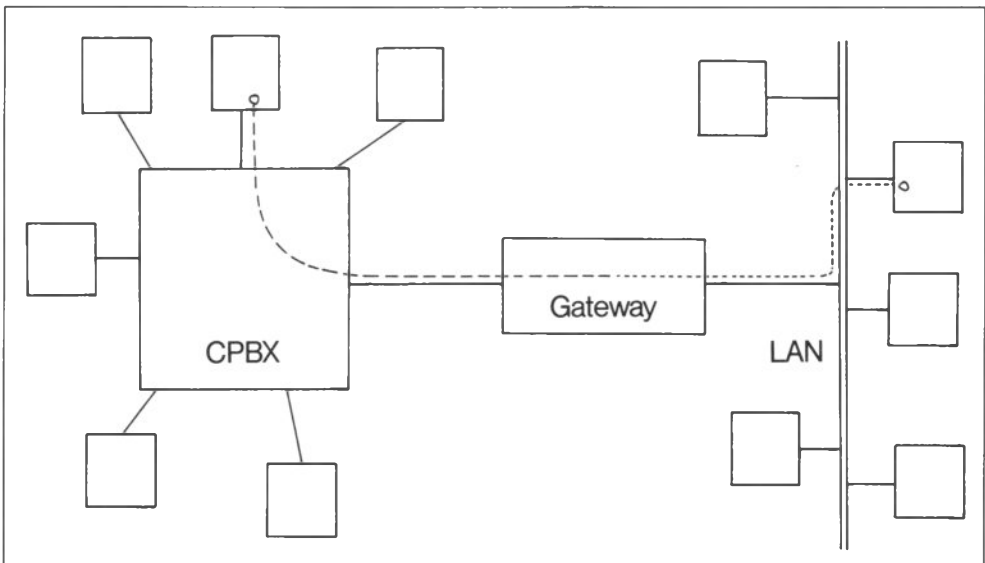
### Zusammenwirken der Konzepte LAN und CPBX

Wie wir gesehen haben, hat jede der Techniken eigene spezifische Vorzüge und Nachteile. Es ist daher von der Anwendung abhängig, welches System vorzuziehen ist. Die Wahl wird sich jedoch im allgemeinen nicht so stellen, sondern als Wahl zwischen der Umrü-

stung einer bestehenden PBX in die digitale Technik oder der Anschaffung eines LANs. Am günstigsten ist es jedoch, wenn ein Kompromiß angestrebt wird, der an den geeigneten Stellen die geeignete Technik einsetzt.

Wir wollen uns hier auf die Kopplung von LANs und CPBX durch Gateways oder Interfaces konzentrieren. Es werden für die CPBX vereinzelt LAN-Kopplungen entwickelt/angeboten, die einem der folgenden Konstruktionsprinzipien genügen:

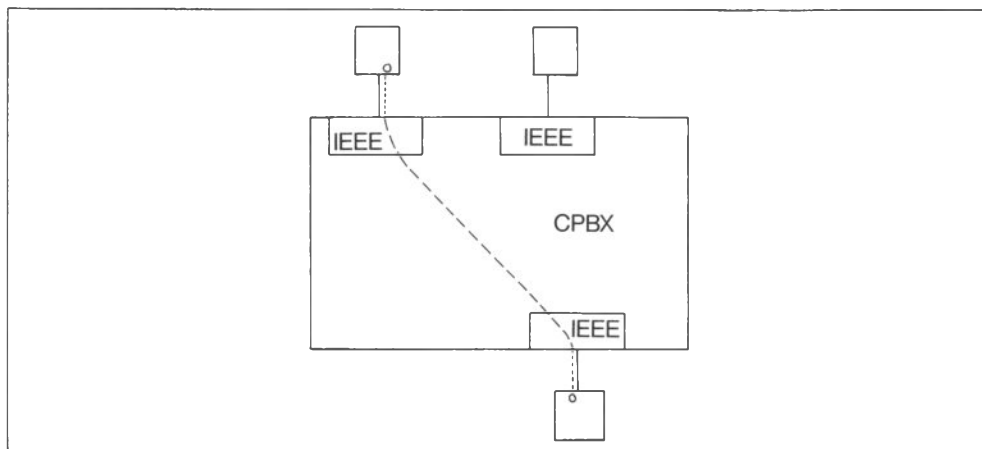
- Kopplung von CPBX und LAN über ein Gateway, einen Adapter, der Endgeräte an der Nebenstellenanlage an das LAN ähnlich einem Cluster-Controller für Fremdgeräte anpaßt (Bild 11.6).



**Bild 11.6:** PBX-LAN-Kommunikation via Gateway.

- Bereitstellung einer LAN-Schnittstelle an der CPBX, so daß ein LAN-Endgerät wahlweise direkt am LAN oder an der CPBX betrieben werden kann. Diese Schnittstellen werden nur solche nach den einschlägigen Standards sein. Gegebenenfalls können einzelne LANs über die CPBX miteinander verbunden werden. Entfernte LAN-Inseln können so günstig kommunizieren, da man zeigen kann, daß bei entsprechender Gruppenstrukturierung die Rate des ISDN in den allermeisten Fällen für die LAN-LAN-Kopplung im Bürobereich ausreichend sein wird (Bild 11.7).
- Verwendung einer Hochleistungs-LAN-Technologie innerhalb einer verteilten CPBX-Anlage. Es können so die Vorteile der Systeme verschmolzen werden, unter Beseitigung der meisten Nachteile. Es ist eine CPBX bekannt, die zwei LANs verwendet, eines für den direkten Verkehr zwischen den Anlageteilen und eines für die Bereitstellung einer Höchstleistungsdatenkommunikation für eine angemessene Anzahl angeschlossener Endgeräte.

Bei Systemen wie dem letztgenannten wird die Unterscheidung immer bedeutungsloser.



**Bild 11.7:** LAN-Endgeräte-Kommunikation via LAN-Schnittstellen an der CPBX.

## 11.4 ISDN – die Zukunft des WAN in der Bundesrepublik Deutschland

Wenn ein Anwender sich heute überlegt, auf welche Art und Weise er eine Kommunikation zu einem entfernten Partner, der sich nicht mehr auf dem Gelände des Anwenders befindet, durchführen kann, ergeben sich eine Reihe unterschiedlicher Alternativen, die sich alle in Leistung, Kosten und Komplexität der Lösung unterscheiden.

Dies ist vor allem aus der Entwicklung der öffentlichen Netze zu erklären. Das Fernsprechnetzt charakterisiert den Anfang dieser Entwicklung und ist auch heute noch für gelegentliche langsame Verbindungen interessant. Ein anderes älteres Netz ist das TELEX-Netz, welches ebenfalls eine langsame Datenübertragung von nur 50 Bit/s ermöglicht. DATEX-L, DATEX-P und HfD-Netz traten mit der Zeit hinzu. Jedes Netz hat jeweils eigene Hauptanschlußarten

- für unterschiedliche Dienste
- mit individuellen internationalen Numerierungsplänen
- mit individuellen Tarifierungen
- mit individuellen Anschließungsbedingungen
- mit Netz- und Dienstübergängen unter bestimmten technischen und betrieblichen Bedingungen und
  - einer Vielzahl unterschiedlicher genormter Teilnehmerschnittstellen,
  - einer Vielzahl unterschiedlicher Prozeduren für die Benutzung,
  - einer Vielzahl von Endgeräte-Typen.

Dies hat zu zunehmender Unzufriedenheit bei den Benutzern geführt, da immer mehr Zeit dafür aufgewendet werden mußte, eine sinnvolle und wirtschaftliche Lösung zu finden. Darüber hinaus führte dieser Dschungel an Möglichkeiten verbunden mit teutonischer

Gründlichkeit zu einem wunderbaren Tarifgestrüpp, welches für den Teilnehmer erst recht nicht mehr zu durchschauen ist.

Aber es gibt noch andere Probleme: Die Post mußte unterschiedliche Netze warten und betreuen. Dies führte in einem ersten Schritt zur Zusammenlegung der HfD-, DATEX- und TELEX-Netze zum IDN, dem Integrierten Text- und Datennetz und zu einer weitgehenden Digitalisierung der gesamten Nachrichtentechnik.

Das ISDN ist ein weiterer Schritt zur Integration aller schmalbandigen Dienste (Sprach-, Daten-, Fax-, Tex-Dienste) und bietet Nutzungsmöglichkeiten, die weit über das heute vorhandene hinausgehen werden. Es gibt verschiedene Argumente für die Einführung eines universellen öffentlichen Digitalnetzes:

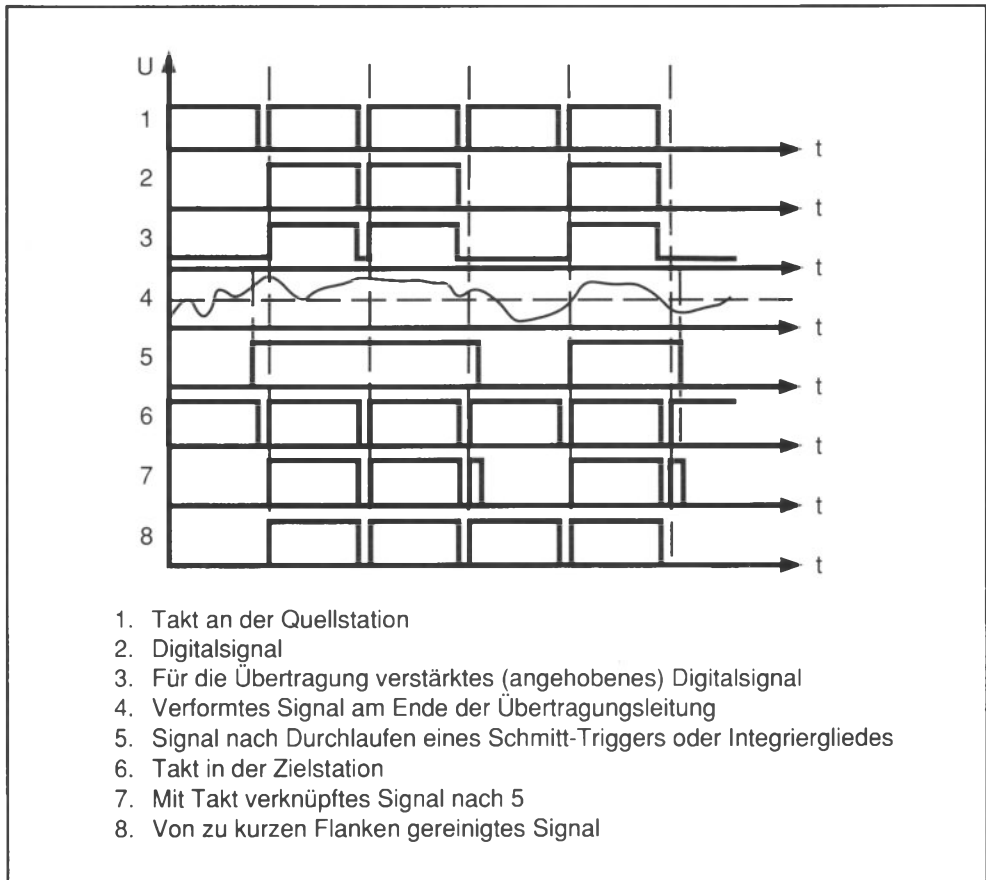
- *Qualität*: Die Regeneration eines analogen Signales, welches auf einer Übertragungsstrecke verformt wurde, ist i.a. nur sehr eingeschränkt möglich. Ein Digitalsignal hingegen kann regeneriert und generell *a priori* gegen Fehler geschützt werden, z.B. durch die Anwendung eines fehlererkennenden oder fehlerkorrigierenden Codes auf Wortebene und einer Prüfsumme auf Blockebene.
- *Simplifizierung*: Die zu vermittelnden digitalen Signale sind schlicht digitale Daten, die durch ein Programm, welches mittels eines Rechners realisiert wird, abgearbeitet werden können. Informations- und Kontrollfluß sind von derselben Art.
- *Rationalisierung*: Der Vielzahl verschiedener Endgeräte und Netzanschlüsse bei den heutigen Netzen stehen in Zukunft eine kleine Auswahl multifunktionaler Geräte, davon im kommerziellen Bereich die meisten auf PC-Basis, und einige wenige einheitliche Netzanschlußalternativen gegenüber.
- *Flexibilisierung*: Die heute bestehenden Dienste können zunächst unverändert übernommen werden und allmählich verbessert oder kontinuierlich durch neue Dienste ergänzt/abgelöst werden. Durch Bereitstellung eines einzigen, von seinen äußeren Schnittstellen her homogenen Universalnetzes entfallen viele Probleme, da alle Dienste auf ihm implementiert werden und ein Teilnehmer nur die Dienste benutzt, die er wirklich braucht. Die Entwicklung der Dienste kann losgelöst von Betrachtungen über untere Schichten zügig erfolgen.

Der Anwender erhält also (hoffentlich) überschaubare Telekommunikationsleistungen, die ihn optimal bei seiner Aufgabenerledigung unterstützen, das »Office of the future« auch nach außen tragen, leicht zu bedienen sind und ihm zu zu kostengünstigen Bedingungen den Verkehr mit vielen Partnern gestatten.

Der ISDN-Basisanschluß sieht zwei Nutzkanäle von jeweils 64 Kbit/s und einen Signalisierungs (Steuerungs-)Kanal von 16 Kbit/s Breite vor. Würde man das ISDN lediglich rein zur Datenübertragung nutzen, hätte man schon eine erhebliche Verbesserung gegenüber den heute meist üblichen Datenübertragungsleitungen mit 9.600 Bit/s. Die schnelleren Hauptanschlüssen im IDN mit 48-64 Kbit/s werden aus Kostengründen seltener verwandt.

Denn 128 Kbit/s Vollduplex Nutz-Bandbreite stellt ca. 5 % der in LANs zur Verfügung stehenden Bandbreite dar. Geht man von einem strengen Workgroup-Konzept aus, bei dem die Kommunikation innerhalb der Workgroup den Löwenanteil ausmacht, gibt es Berechnungen darüber, daß unter bestimmten Bedingungen mit diesen 5% externer Kommunika-

tion auskommen kann. Dann würde ein einfacher billiger ISDN-Grundanschluß für eine Kommunikation zwischen zwei Workgroups ausreichen. Dies könnte immer dann klappen, wenn man die schnelle und leistungsfähige Kommunikation mit einem Großrechner nicht benötigt.



**Bild 11.8:** *Regeneration eines während der Übertragung verformten Digitalsignals.*

Die Nebenstellenanlagen werden in der nächsten Generation voll ISDN-fähig und sind es teilweise (z.B. HICOM von Siemens) heute schon. Die Nebenstellenanlage ist dann eine ernstzunehmende Alternative zur Verkopplung von LAN-Inseln.

Der Primärmultiplexanschluß leistet ca. 2 Mbit/s und verspricht noch vielfältigere Einsatzmöglichkeiten.

Im ISDN sind für die Benutzer verschiedene Klassen von Diensten vorgesehen:

**Transportdienste:** Dem Anwender steht unter Beachtung von Protokollen für die ISO-Schichten 1 bis 3 ein 64-Kbit/s-Kanal zur Verfügung, bei dem er Dienste, Übertragungsverfahren und Endeinrichtungen unter Berücksichtigung von gewissen Randbedingungen frei wählen kann. Es gibt festgeschaltete Verbindungen und Wählverbindungen. Wesent-

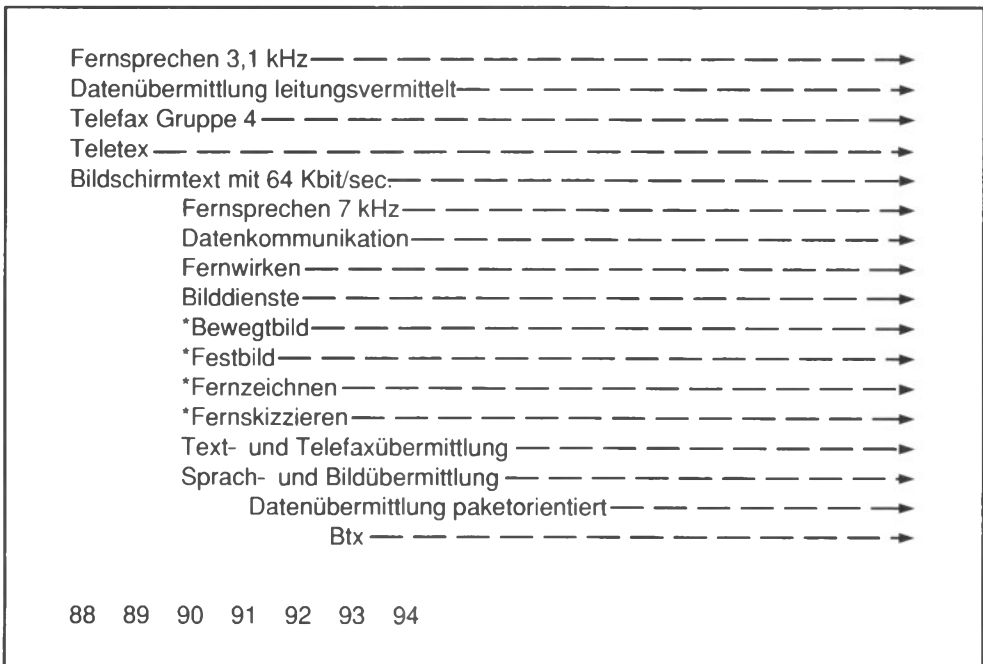


lich hierbei ist vor allem, daß auch »alte« Endgeräte über entsprechende Boxen mit herkömmlichen Teilnehmeranschlüssen für X.21, X.21 bis und Modems leistungsvermittelt angeschlossen werden können, wobei die Teilnehmer jedoch keine DATEX-L, sondern ISDN-Teilnehmer sind, oder ein dem DATEX-P-10-Dienst entsprechender Anschluß bereitgestellt wird, der dann natürlich auch in dieses Netz führt. Die Transportdienste werden der Flächendeckung folgend zusammen mit den Standarddiensten als erste angeboten werden.

**Standarddienste:** Abgeschlossene Anwendungsdienste, die durch alle sieben Schichten des ISO-Referenzmodells durchstrukturiert sind. Übertragungsverfahren, Endgeräte und Schnittstellen der Wählverbindungen sind fest vorgegeben. Im schmalbandigen ISDN mit 144 Kbit/s können Daten, Sprache, Text und Festbilder über zwei 64-Kbit/s-Signalkanäle und einen 16 Kbit/s-Signalisierungs/Steuerkanal kontrolliert werden. Auch hierbei gibt es schon bekannte Dienste mit verbesserter Qualität wie Teletex, Telefax oder Btx. Beim Telefax verringert sich z.B. im ISDN mit Gruppe-4-Geräten die Übermittlungszeit für Fernkopien von zirka einer Minute auf zirka zehn Sekunden bei verbesserter Übertragungsqualität. In Zukunft werden sogar farbige Kopien möglich.

**Informationsdienste:** Wie Auskunft- und Ansagedienste, Btx ... die je nach geforderter Struktur und dem Stand der Normung ausgeprägt sein werden.

**Zusatzdienste:** Besondere Verbindungsarten wie Konferenzschaltung, Verteil- und Speicherdienste sowie besondere Komfortmerkmale können als Zusatz zu bestehenden Diensten angeboten werden und die Attraktivität des Gesamtsystems erhöhen.



**Bild 11.9:** Das ISDN-Dienstekonzept.

Die *ISDN-Tarife* entsprechen in Höhe und Struktur den heutigen Fernsprechtarifen und sind *dienstunabhängig* nach dem Grundsatz »Bit bleibt Bit«. Nach Paragraph 107 der Telekommunikationsordnung TKO beträgt z.B. die Grundgebühr für einen Basisanschluß 74 DM/Monat bei einer Bereitstellungsgebühr von 130 DM und einer Änderungsgebühr von 65 DM. Der schnelle Primärmultiplexanschluß kostet lediglich 518 DM/Monat. Die ISDN-Verkehrsgebühren richten sich nach Normal- und Billigtarif und der Alternative Wähl- und Festverbindungen in Orts-, Nah- und Fernzonen wie bereits heute beim Telefonieren. Die Zeiteinheit kostet 0,23 DM. Im Billigtarif der Nahzone dauert die Zeiteinheit für die Wählverbindung zwölf Minuten, die normale Wählverbindung in Fernzone 3 zählt alle zwölf Sekunden. Festverbindungen sind generell etwas billiger, lohnen sich aber nur bei angemessener Nutzung. Die hier angegebenen Tarife entsprechen den Empfehlungen Stand Mitte 1988 und können sich wie alle Postgebühren ändern. Sie dienen hier lediglich zur Angabe einer zu erwartenden Größenordnung.

Die Beschränkung auf die Basis-Schnittstellen mit 2 x 26 Kbit/s Basisdatenrate und 16 Kbit/s Signalisierung zieht eine Beschränkung auf schmalbandige Dienste nach sich. Im Laufe der Zeit werden sicher auch die sog. wesentlich schnelleren H-Schnittstellen und entsprechende Dienste angeboten, wozu es jedoch notwendig wird, die Orts-Vermittlungsstellen mit Höchstleistungsleitungen auf Glasfaserbasis etwa im Bereich von 0,5 Gbit/s miteinander zu verkoppeln. Das so entstehende Netz wird dann den Namen Breitband-ISDN (BBISDN) tragen. Der BIGFON-Versuch der DBP hat diese Entwicklung initiiert. Alles in allem betrachtet der Autor die Weiterentwicklung und die Einführung des ISDN etwas pessimistischer als die DBP, die schon für 1993 mit einer Flächendeckung rechnet.

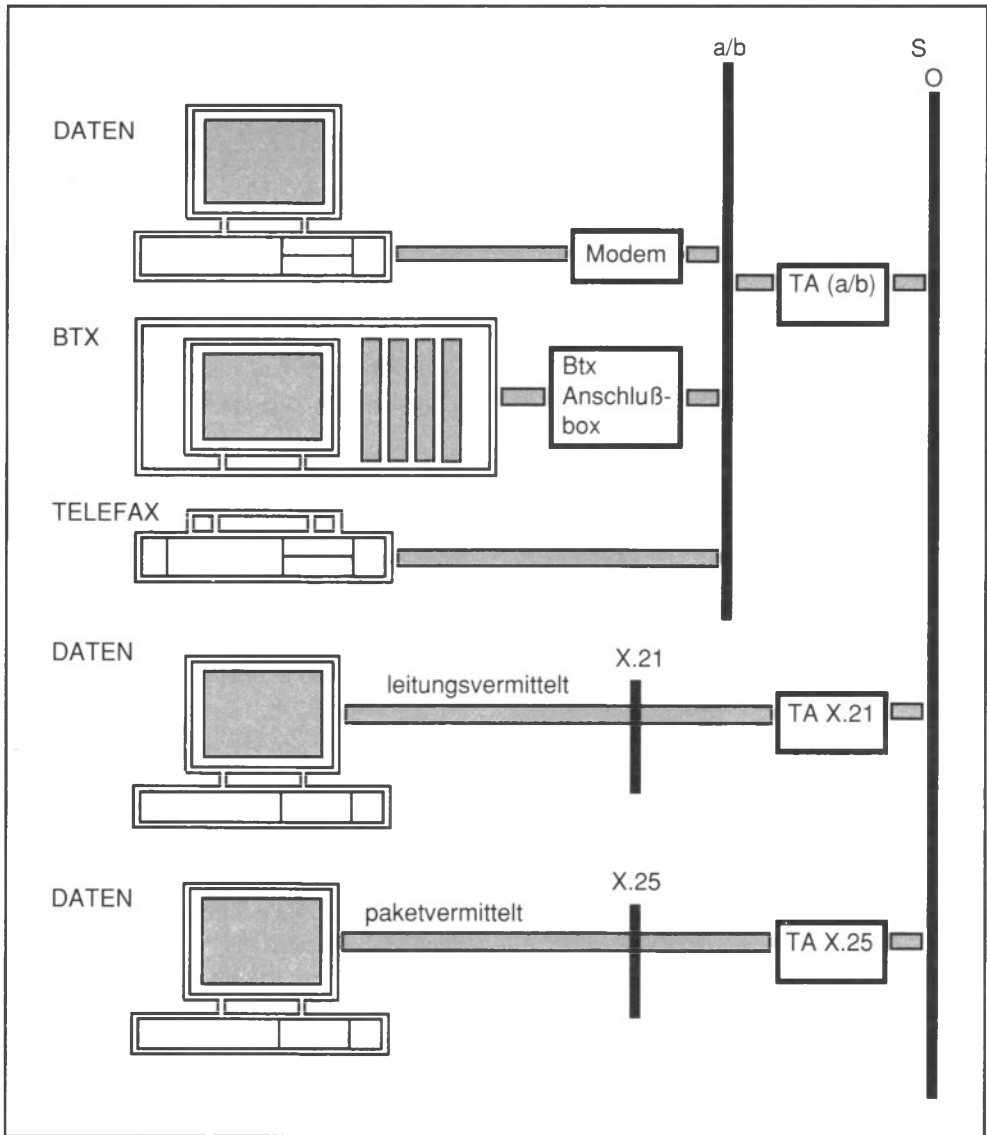
Unumstritten ist die große Bedeutung der technischen ISDN-Schnittstelle für die Datenkommunikation (also Schichten 1 und 2).

Strittig ist jedoch weiterhin das Aussehen der Schichten ab drei aufwärts insbesondere was die Dienste für die Benutzer, und das, was diese letztlich von den angebotenen Diensten sinnvoll nutzen, anbetrifft.

Schwierigkeiten könnte es auch im Rahmen der für 1992 vorgesehenen Deregulation des Fernmeldewesens in Europa im Rahmen des europäischen Binnenmarktes geben, da verschiedene Teile des ISDN-Standards nicht europaweit einheitlich sind. Es gibt eine Reihe weiterer Kritikpunkte, z.B., was die Datensicherheit angeht [DAT 87].

Alles in allem ist das ISDN jedoch ein zukunftsorientierter und mutiger Schritt der Deutschen Bundespost im nationalen und internationalen Bereich. Die Technik, die auf der Seite der Benutzer mit symmetrischen Kupferadern, netzintern jedoch häufig mit Glasfasern arbeitet, ist die logische und konsequente Fortentwicklung des Telefonsystems, und das ist ja, wie bekannt, das größte und umfangreichste technische System, welches der Mensch je entworfen hat und was auch noch *funktioniert*.

Wir wollen dem ISDN also Glück und ein freundliches Investitionsklima wünschen. Die saubere technische Lösung darf nicht in endlosen Diskussionen der »ewig Multifunktionalen« ersäuft werden, die sich über die Struktur der höheren Schichten nicht einig werden. Nach Ansicht des Autors ist eine solche Einigung auch gar nicht sinnvoll möglich, denn sie wird am grünen Tisch vorbereitet und schließt die Nutzer nur als hypothetisches Studienobjekt ein, was die Akzeptanz sicherlich nicht erhöht.



**Bild 11.10:** Überführung verschiedener »alter« Endgeräte auf die ISDN-Schnittstelle.

Obwohl in diesem Buch versucht worden ist, das zur Drucklegung Aktuellste zu lokalen Netzen zu berichten, und es immer wieder eine Menge von Fakten gibt, die nicht der Schnellebigkeit unterworfen sind wie die Grundlagen, so wäre die Darstellung nicht vollständig ohne die Diskussion von sicheren Trends, die die Richtung der Weiterentwicklung der Netze betreffen.

Für die technische Entwicklung der unteren Schichten im Hinblick auf eine noch schnellere Datenübertragung usw. sei der Leser auf die aktuelle Berichterstattung verwiesen.

Zwei Trendbereiche sind jedoch derart ausgeprägt, daß man sie grundsätzlich betrachten kann:

- die Entwicklung der höheren OSI-Schichten,
- die Problematik der Informationssicherheit bei der Verwendung lokaler Netze.

### 12.1 Die höheren OSI-Schichten

Sieht man von kleineren Anwendungen ab, so werden sich LAN-Installationen nicht im luftleeren Raum bewegen, sondern mit einer Reihe weiterer Rechner und Netze im Rahmen der Synergie von zentraler und dezentraler Datenverarbeitung kommunizieren wollen.

Es ist schwierig, heute schon gesicherte Aussagen über Gestalt und Funktionalität derartiger Kopplungen zu machen. Klar ist jedoch, daß die offene Kommunikation im Rahmen des ISO-Referenzmodells vor allem, was Implementierungen der höheren Schichten angeht, von zunehmender Bedeutung sein wird. Kommunikation nach den internationalen Standards, für die das ISO-OSI-Referenzmodell den definitorischen Rahmen angibt, ist mittelfristig die einzige Alternative zu SNA-Systemen. Alle Hersteller entwerfen schon heute mit zunehmendem Standardisierungsfortschritt offene Informations- und Kommunikationssysteme. Von dieser Entwicklung darf man sich nicht abkoppeln. Das hat auch IBM erkannt, und bietet für seine Großsysteme neben SNA-Kommunikation zunehmend OSI-Lösungen an, wenn auch SAA/SNA die strategische herstellergebundene Marschrichtung sein wird.

Man kann heute leider noch nicht allzuviel Konkretes über OSI-Lösungen für PC-Systeme sagen, da nur wenige Firmen hierfür etwas anbieten. Es ist jedoch nützlich, an dieser Stelle einen kurzgefaßten Überblick über den Stand der Standardisierung und die wichtigsten Standards zu geben. Denn eine Implementierung macht die in einem solchen Standard festgelegten Möglichkeiten lediglich für den Benutzer verfügbar.

Wir beginnen unsere Übersicht bei der Schicht 4. Standards für die Schichten 1 bis 3 werden hier als bekannt vorausgesetzt. Literatur hierzu z.B. [KAU 88], [KAU 88/2], oder [BLO 85].

Wie bereits in Kapitel 1 angesprochen, gibt es eine Reihe verschiedener Netztypen, von denen die lokalen Netze oft im Mittelpunkt stehen. Kein Netztyp transportiert die Daten so wie ein anderer. Es gibt im Gegenteil gravierende Unterschiede.

Zunächst kann man unterscheiden zwischen Circuit und Packet Switching. Beim Circuit Switching wird, bevor Informationen durch das Netz gehen, ein expliziter Weg aufgebaut, der dann für den Informationstransfer reserviert bleibt. Analoge Nebenstellenanlagen arbeiten nach diesem Prinzip. Es führt i.d.R. zu einer schlechten Auslastung der teuren Kommunikationswege, d.h., das Verhältnis von genutzter zu nutzloser Übertragungszeit ist relativ schlecht.

Sinnvoller ist es, auf einer höheren logischen Ebene diese Circuits als virtuelle Schaltkreise nachzubilden und die Informationen im Netz eher in Form kleiner, kompakter Datenpakete, die für sich autonom sind, zu übertragen. Dann können nämlich mehrere Informationsflüsse auf einem Weg gemultiplext werden. Fast alle heutigen Netze verwenden Packet Switching. Auf lokalen Netzen würde ohne virtuelle Verbindungen gar nichts laufen, denn es gibt ja meist nur einen Weg, nämlich über das gemeinschaftlich genutzte Medium.

Die virtuellen Verbindungen überwachen den Datenverkehr in seiner Ganzheit und nehmen den kommunizierenden Partnern Aufgaben zur Fehlerkontrolle usw. ab. In diesem Falle spricht man von verbindungsorientierter oder Connection-oriented Datenübertragung, ohne virtuelle Verbindungen liegt connectionless oder verbindungsloser Datenverkehr vor.

Weiterhin kann die Forderung bestehen, daß der Datenverkehr mit einer kontinuierlichen Datenrate stattzufinden hat, was bedeutet, daß die Abstände zwischen den Datenpaketen eine gewisse Länge weder unter- noch überschreiten dürfen. Dies ist besonders immer dann der Fall, wenn man digitalisierte Sprache übertragen möchte.

Ein Netz schließlich kann Daten von der Quelle von zur Senke über mehrere in sich abgeschlossene Teilstrecken vermitteln, wie dies z.B. ein WAN tut, oder die Daten über ein gemeinsam nutzbares Medium laufen lassen wie ein LAN.

### 12.1.1 Die Transportschicht

Die Aufgabe der Transportschicht ist die Erweiterung von Verbindungen zwischen Endsystemen zu Verbindungen zwischen Teilnehmern unter optimaler Nutzung des zugrunde liegenden Vermittlungsdienstes der Schichten 1 bis 3, wobei Teilnehmer ein Oberbegriff für die Komponenten und Funktionaleinheiten der höheren Schichten ist.

Nach Konstruktion ist die Transportschicht das Bindeglied zwischen nachrichtenübertragungsorientierten und anwendungsorientierten Komponenten des Netzwerks. Die Transportschicht ist die letzte Instanz, die sich mit der Qualitätssicherung des Nachrichtentransports bezogen auf netz- und übertragungsspezifische Fehler befaßt.

Aus der Sicht einer Funktionaleinheit einer höheren Schicht wird die Transport-Dienstleistung nur an einer *Transport-Service-Schnittstelle* sichtbar. Die Arbeitsweise der Schichten 1 bis 4 bleibt verdeckt. Also bleibt insbesondere die Art und Natur des benutzten Netzwerks verdeckt. Einer höheren Funktionaleinheit wären im Extremfalle höchstens

Rückschlüsse auf dem Wege der Messungen von Transaktionszeiten möglich. Diese Transparenz hilft vor allem bei der Auslegung von Software für die höheren Schichten. Sie macht nämlich diese Software so weit wie möglich unabhängig vom unterliegenden Transport-Subsystem, so daß sie gleichartig auf allen in der Standardisierung berücksichtigten Netztypen laufen kann.

Der Teilnehmer identifiziert eine entfernte Transport-Service-Schnittstelle, »hinter« der er seinen Partner-Teilnehmer erwartet. Dann sendet er Daten über seine Transport-Service-Schnittstelle und kann davon ausgehen, daß diese an der entfernten Transport-Service-Schnittstelle dem Partner ausgeliefert werden, wenn nicht äußere Einflüsse das gesamte Netzwerk oder wichtige Teile zum Erliegen gebracht haben.

Der Transport-Service stellt also eine transparente Ende-zu-Ende-Verbindung bereit und abstrahiert von für die Teilnehmer lästigen Einzelheiten. Dadurch unterstützt er auch die Portierbarkeit von Anwendungen auf verschiedene Netzwerke.

Bei einem WAN, welches sich z.B. durch X.25 den Arbeitseinheiten der Transportschicht darstellt, ist die Transparenz bereits im wesentlichen durch die Netzwerkschicht-Implementierung gegeben, so daß hierauf aufgesetzt werden kann.

Bei dedizierten LANs kann die Netzwerkschicht sogar fast ausgelassen werden, wenn das LAN eine Schnittstelle mit einem virtuellen Verbindungsservice, auf den die Transportschicht-Arbeitseinheiten aufsetzen können, anbietet.

Die Transportschicht wird meist nach der internationalen Norm ISO 8072/8073 implementiert.

Analog zur Vorgehensweise in den unteren Schichten zerfällt der Ablauf des Transportprotokolls in die Phasen Verbindungsaufbau, Datentransfer und Verbindungsabbau.

Beim Datentransport gibt es die Alternative zwischen normalem Transport und Eildatentransfer. Treten Fehler auf, so können in der Datentransportphase verschiedene Mechanismen zur Fehlererkennung und Fehlerbeseitigung hinzutreten. Dies hängt von der für die Implementierung gewählten Untermenge des Transportprotokolls ab. Diese Untermengen werden in den entsprechenden Standards als Klassen bezeichnet.

Es gibt fünf Qualitätsklassen:

Class 0 : Einfachklasse

Class 1 : Einfache Fehlerbehebungs-klasse

Class 2 : Multiplexklasse

Class 3 : Fehlerbehebungs- und Multiplexklasse

Class 4 : Fehlererkennungs- und Fehlerbehebungs-klasse

Class 0 umfaßt nur die wichtigsten elementaren Funktionen für eine Transportverbindung. Class 1 erweitert die Leistungen der Klasse 0 um einige Komfortmerkmale und die Möglichkeit der Erkennung einfacherer Fehler. Class 2 erweitert die Klasse 0 um das Multiplexen verschiedener Transportverbindungen in eine einzige Verbindung der Vermittlungsschicht. Class 3 ist im wesentlichen die Zusammenfassung der Möglichkeiten von 1 und 2.

Class 4 schließlich stellt umfangreiche Fehlerkontroll und Wiederaufsetzmechanismen für den Transport von Transport Service Data Units TSDUs bereit. Es werden TSDU-Verlust, TSDU-Auslieferung mit falscher Reihenfolge, TSDU-Duplizierung, TSDU-Beschädigung erkannt und mit hoher Wahrscheinlichkeit behoben. Die Klasse 4 leistet diese

Dienste unter ausgedehnter Benutzung der Sequenznumerierung der TSDUs, durch einen Timeout-Mechanismus sowie weitere Feinheiten.

Somit stehen den Arbeitseinheiten der Kommunikations-Steuerschicht leistungsfähige Ende-zu-Ende-Transportverbindungen zur Verfügung.

In einer PC-LAN-Umgebung wird zumeist die Klasse 4 implementiert, weil eine geringere Klasse keinen großen Kostenvorteil bringt. Es sind für herkömmliche PCs und PS/2-Systeme unter MS-DOS heute schon Controller-Boards mit entsprechenden Software-Treibern bekannt, die z.B. IEEE 802.3, 802.2 LLC, ein einfaches Network-Layer-Protokoll und ISO 8072/8073 Class 4 implementieren. Dies wird auch für OS/2-Systeme verfügbar gemacht.

### 12.1.2 Die Kommunikations-Steuerungsschicht

Die Kommunikationssteuerungsschicht stellt Sprachmittel zur Verfügung, die zur Eröffnung einer Kommunikationsbeziehung (Session, Sitzung), ihrer geordneten Durchführung und Beendigung notwendig sind.

Aufgabe der Transportschicht ist es, den darüberliegenden Schichten einen zuverlässigen Ende-zu-Ende-Transportservice zur Verfügung zu stellen. Der Datentransport wird dabei gegen Verfälschung von Daten und das Verlorengehen kleinerer Dateneinheiten geschützt. Dennoch ist natürlich nicht auszuschließen, daß das Transportsystem als Ganzes zusammenbricht.

Die Kommunikations-Steuerungsschicht hat daher die wesentliche Aufgabe, den »Durchschlag« solcher Ereignisse auf die Anwendung zu begrenzen. Sie kann ihn nicht ganz verhindern, denn eine Netzanwendung kann ohne zugrundeliegendes Transportsystem selbstverständlich nicht weiterlaufen.

Andererseits kann man durch geeignete Maßnahmen erreichen, daß keinerlei Datenverluste auftreten.

Ein einfacher Fall ist der einer Kommunikation von zwei Geräten. Diese Endgeräte haben beide jeweils einen Hintergrundspeicher, der aus der Sicht der Schicht-5-Arbeitseinheiten als sicher angenommen werden kann.

Die Kommunikation kann nun dadurch abgesichert werden, daß neben der ohnehin in den unteren Stufen vorhandenen, teilweisen Zwischenspeicherung Duplikate der insgesamt zu übertragenden Daten in den sicheren Speichern gehalten werden.

Diese Absicherung ist natürlich nur in dem Maße sicher wie dies die Speicher sind. Das ist jedoch ein allgemeines Problem, welches sich heute schon sehr elegant lösen läßt.

Der Ablauf ist klar: Eine Datei wird erst dann gelöscht, wenn vom Kommunikationspartner die Meldung über zweierlei vorliegt: den fehlerfreien Empfang der Nachricht, wobei die Fehlerfreiheit durch eines der bekannten Verfahren sichergestellt werden kann, und die sichere Ablage im sicheren Speicher des Kommunikationspartners.

Dies ist jedoch nicht so einfach, da man durch geeignete Synchronisationsmaßnahmen, wie z.B. Synchronisation durch wechselseitige Bestätigung (Two-way-handshaking), Synchronisation durch Prüf- und Wiederaufsetzpunkte, oder Synchronisation durch wechselseitig ausgeschlossene Berechtigung (Token) einen gegenseitig anerkannten gleichen und sicheren Informationszustand herstellen muß.

Die wesentliche Funktion einer Schicht-5-Implementierung ist also die Unterstützung des genannten Umfeldes durch geeignete funktionale Komponenten, die die genannte Umgebung schaffen und das schrittweise Vorwärtstasten der Anwendung mit Aktivitäten und Prüfpunkten erlaubt.

Die Kommunikationssteuerschicht hat einen weiten Bereich von Möglichkeiten für die Auswahl von Funktionen und die Festlegung der Qualität des Services. Wie bereits erwähnt, ist es nicht wünschenswert, für alle Anwendungen eine gleiche Mächtigkeit des Funktionenangebots zu implementieren. In der ISO-Empfehlung 8326 gibt es daher funktionale Einheiten und Subsets aus diesen. Bei einer Implementierung kann man sich an diesen Subsets orientieren.

Eine weitere, teilweise schwierig zu implementierende Besonderheit des Standards ist die Möglichkeit, relativ viele Qualitätsparameter für den Session-Service zu definieren und während der Verbindungsaufbauphase zu verhandeln.

Wir gehen an dieser Stelle nicht mehr näher auf die in Frage kommenden Primitive und Abläufe ein, da dies in der Betrachtung nicht wesentlich weiterführt, da dies alles eigentlich für den Benutzer nie sichtbar wird.

Der PC-Benutzer ist ja bisher ohnehin mit dem NETBIOS ausgekommen, welches die Schichten 3 bis 5 in einem Klotz realisiert. Dies hat vor allem Nachteile im Zusammenwirken von NETBIOS-Systemen zu solchen, die mit TCP/IP oder anderen Kommunikationsstandards arbeiten, da vor allem Routing- und Gateway-Funktionen unnötig hoch in der Schichtenhierarchie angesiedelt werden müssen. Der Sprung auf eine leistungsfähige standardisierte Transportschichtimplementierung ist sicherlich sinnvoll und vertretbar. Implementiert man die Kommunikationssteuerungsschicht jedoch ebenfalls so umfangreich, ist dies wahrscheinlich für viele Anwendungsfälle schlicht überpowert.

Die Darstellungsschicht wollen wir hier nicht gesondert behandeln, da auch die Standardisierung hier noch wenig hervorgebracht hat. Die Diskussion um die Gestaltung der Schichten 6 und 7 des ISO-Referenzmodells ist noch lange nicht abgeschlossen. Insbesondere ist die Schnittstelle zwischen den beiden Schichten problematisch:

Ein Benutzer kann einen Anwendungsservice aufrufen, über dessen funktionale Struktur er eine Vorstellung hat. Dieser Anwendungsservice impliziert unmittelbar eine Darstellungsstruktur der Daten. Anwendungsservice und Darstellungsstruktur hängen also eng zusammen. Bei einer Implementierung wird man oft so vorgehen, daß man beide relativ eng koppelt. Die Schichtenstruktur bleibt hierbei prinzipiell erhalten, die Schnittstelle ist jedoch nicht so ausgeprägt wie bei den anderen Schichtenübergängen.

### **12.1.3 Die wichtigsten Standards der Anwendungsschicht**

Die Anwendungsschicht enthält die umfangreichste Funktionalität aller Schichten. Es muß eine Entscheidung darüber getroffen werden, ob eine Kommunikation als File-Transfer, als Session an einem virtuellen Terminal oder als spezialisierte Session, z.B. CAD-Session, durchzuführen ist. Nach dieser Auswahlphase wird die für diese Kommunikation adäquate Menge von Protokollen der Schichten 1 bis 6 zusammengestellt.



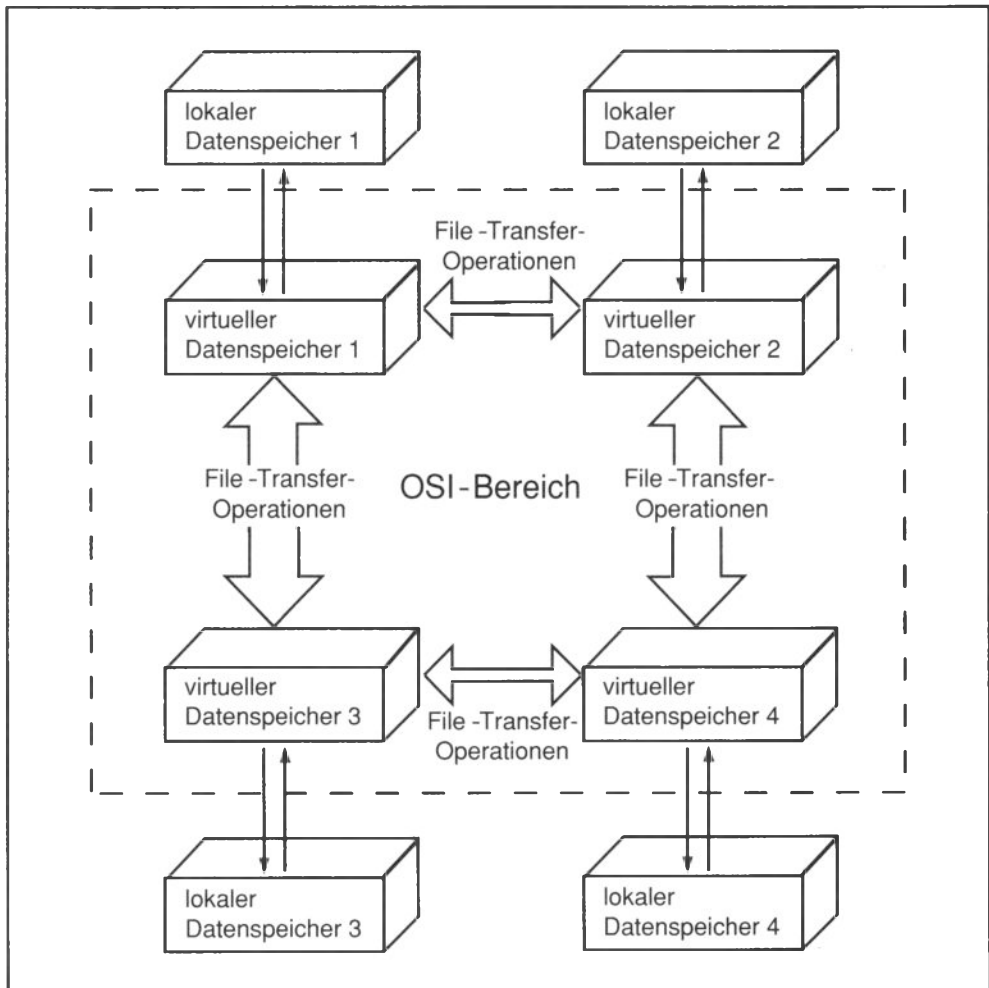
PROTOKOLL	STATUS	ERLÄUTERUNG
ASN.1	IS	Abstrakte Möglichkeit zur Protokollspezifikation, momentan durch eine Menge von Codierungsregeln unterstützt, die eine Transfersyntax für die Schicht 6 bereitstellt.
ACSE	Bald IS	Kontrolle der Verbindung zwischen zwei Anwendungseinheiten.
Directory Sys	DIS	Informationen über Namen, Adressen, Routing und andere Objekte für die globale Vernetzung.
FTAM	Bald IS	Beschreibt Öffnen, Löschen, Beschreiben, Transfer, Zugriff und Attributänderungen für entfernt liegende Dateien.
JTM	DIS	Unterstützt verteilte Auftragsbearbeitung, Zugriff auf Dateien und Ressourcen sowie Umleitung des Outputs.
Manufacturing Message Serv.	DIS	Eine Kommando- und Kontrollsprache für die Kommunikation von Geräten in der industriellen Fertigungsumgebung.
MHS (X.400)	R	Hersteller- und netzunabhängiger Standard für die Übermittlung von elektronischen Nachrichten zwischen Teilnehmern, Version 1, 1984.
MHS V.2	DR	Erweiterungen (siehe Haupttext) des X.400 in 1988/98.
NW Management		Rahmen, Service und Protokolle auf Schicht 7 für den Informationsaustausch zwischen Managern und den Ressourcen, die diese verwalten.
OSI MGMT Framework	DIS	
Common MGMT Inform. Serv.	DP	
Common MGMT Inform. Prot.	DP	
ODA	DIS	Office-Document-Architektur der Strukturen für den Austausch elektronisch zu verarbeitender Dokumente.
ODIF	DIS	Office-Document-Interchange-Format, eine ASN.1-Codierung, die eine bestimmte Repräsentation für ODA-Dokumente erzeugt.
SECURITY	2nd. DIS	Architektur und Mechanismen für die Authentifikation und Kryptographische Verfahren im Rahmen der ISO-Umgebung.
TP	wird DIS	Legt Services für die Bearbeitung atomarer Einheiten fest, eine Gruppe von Updates muß entweder für alle oder gar nicht durchgeführt werden.
VT	2nd. DIS	Für die Übertragung Endgeräte-orientierter Nachrichten über das Netz, verschiedene Typen von Geräten
DIS	Draft International Standard	
DP	Draft Proposal	
DR	Draft Recommendation	
IS	International Standard	
R	Recommendation	

Stand der Standardisierung der Anwendungsschicht und assoziierter Elemente Anfang 1988

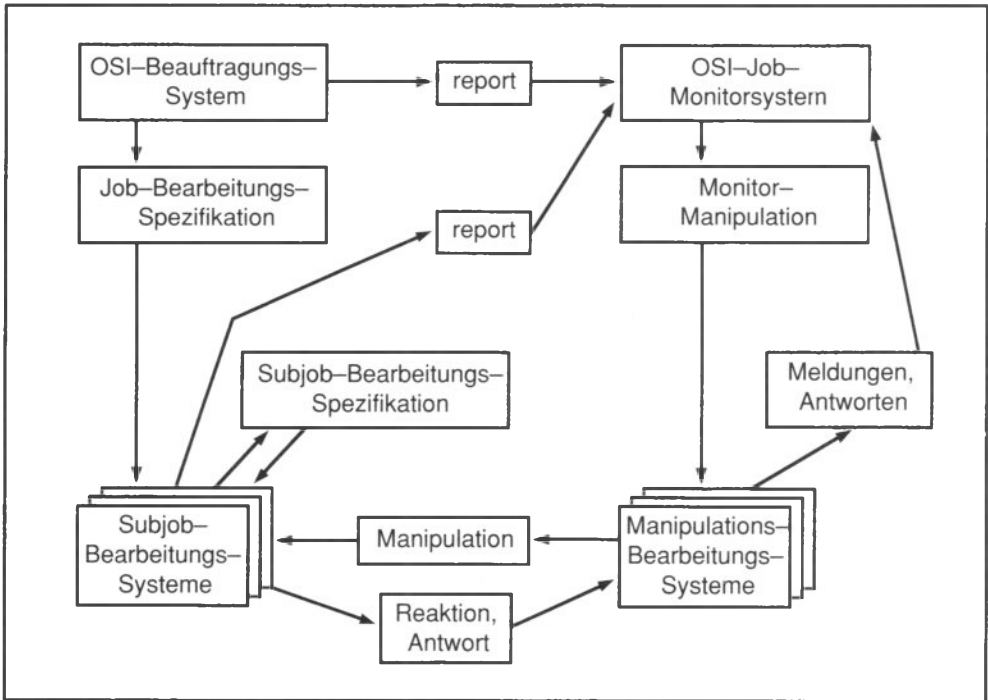
In den letzten zwei Jahren hat die Ausgestaltung der Schicht 7 erhebliche Fortschritte gemacht. Man betrachtet heute folgende Protokolle:

FTAM File Transfer, Access and Management  
VTP Virtual Terminal Protocol  
MHS Message Handling System  
TP Transaction Processing  
JTM Job Transfer and Management  
RDA Remote Database Access und einige mehr.

Die Anwendungsschicht ist die einzige, die eine Schnittstelle zum Anwendungsprozeß besitzt. Der Anwendungsprozeß selbst befindet sich außerhalb des Betrachtungsbereiches



**Bild 12.1:** Nutzung virtueller Datenspeicher im ISO-OSI-Umfeld.



**Bild 12.2:** Wesentliche Komponenten des RJE (JTM).

des Schichtenmodells. Die Verantwortung für die Struktur und Arbeitsweise des Anwendungsprozesses liegt beim Systembenutzer. Der Systembenutzer ist aus der Sicht der Schicht 7 irgendein Subjekt, welches die Services der Anwendungsschicht benutzt, also z.B. ein Mensch, ein Programm oder beides. Dies ist eine gewisse Abkehr von der früher vertretenen Auffassung, daß auch die Anwendungsprozesse und die gesamte Anwendung zur Schicht 7 gehören.

Die Diskussion über die Gestaltung und Realisierung der Anwendungsschicht und über die Definition entsprechender Standards ist noch in vollem Gange. Die Tafel auf der nächsten Seite gibt den Stand der Bemühungen für die wichtigsten Elemente an. Es werden nicht für alle Elemente der Schicht 7 die entsprechenden Standards vorgestellt.

Die Struktur der Anwendungsschicht wird derzeit bei ISO festgelegt. Um die verschiedenen Standards für diese Schicht untereinander in Beziehung zu setzen, wird ein konzeptionelles Modell für die Schicht 7 entwickelt. Dies wollen wir jedoch hier nicht weiter verfolgen, da es den Leser nicht weiterführt. Statt dessen werfen wir einen Blick auf die Standards, die schon am weitesten fortgeschritten sind.

### 12.1.3.1 File Transfer, Access and Management FTAM

FTAM dient nicht nur der Dateiübertragung, sondern erlaubt auch den Zugriff auf Inhalt und Attribute einer Datei auf einem über ein Netz erreichbaren offenen System.

Grundkonzept ist auch hier die Virtualisierung. Eine FTAM-Implementierung erzeugt im wesentlichen eine Abbildung des lokalen realen Dateisystems des betrachteten Rechen-systems auf eine virtuelle Beschreibung, den Virtual Filestore (VF). Der VF ist eine Abstraktion, die Transparenz im gesamten Netz ermöglicht.

Der VF besteht aus Files, die durch ihre Attribute und ihren Inhalt vollständig beschrieben sind. Das Modell benutzt eine Baumstruktur zur Beschreibung des Inhalts der Files. Zu jedem Knoten des Baumes kann es eine zugehörige Dateneinheit (Data Unit DU) geben. Die Einheiten, auf die zugegriffen und auf denen eine File-Operation ausgeführt werden kann, sind Unterbäume oder Endknoten der Baumstruktur mit den zugehörigen Data Unites. Sie werden als File Access Data Unit (FADU) bezeichnet.

Der Standard-FTAM sieht für die Realisierung ein Auftraggeber/Auftragnehmermodell (Initiator/Responder) vor. Ein Benutzer oder ein Anwendungsprogramm greifen als Auftraggeber auf das Dateisystem des Auftragnehmers zu. Auf der Auftraggeberseite werden die Dienste von FTAM deshalb als Benutzer- bzw. Anwendungsschnittstelle angeboten.

Die FTAM-Dienste stehen grundsätzlich als Service-Primitive zur Verfügung. Der Zugriff auf eine Datei darf jedoch aus verschiedenen Gründen wie Konsistenzsicherung, Datenschutz und Datenintegrität nicht unkoordiniert erfolgen. Vielmehr ist es erforderlich, sinnvolle Folgen von Service-Primitiven zu klammern. Dazu gibt es in FTAM das Konzept der »Regimes«, die den zeitlichen Rahmen zwischen zwei korrespondierenden Service-Primitiven darstellen. Das FTAM-Regime als äußerste Klammerung definiert den zeitlichen Abschnitt zwischen Initialisierung und Terminierung der gesamten FTAM-Aktivität. Üblicherweise muß man für den gesamten Vorgang des Zugriffs auf eine Datei mehrere Regimes schachteln:

- FTAM Regime
- Datei-Auswahl-Regime
- Datei-Öffnungs-Regime
- Daten-Transfer-Regime

Wie bei allen anderen Standards faßt man gewisse Service-Elemente zu Klassen zusammen, so gibt es Klassen für File Transfer, Zugriff auf Files, Management von Files, Transfer & Management von Files sowie eine offene Klasse.

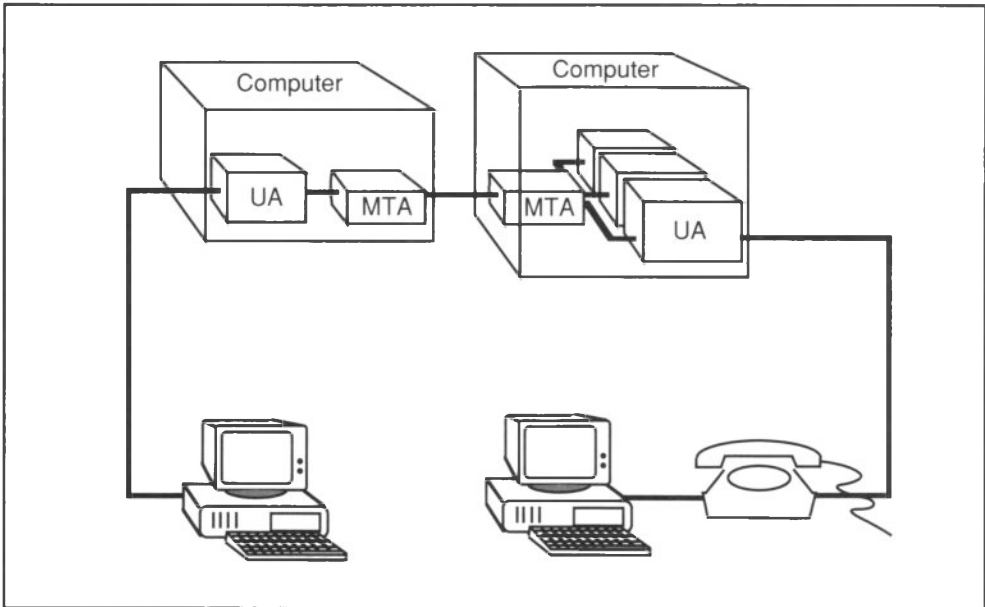
Weiterhin definiert man zwei Service-Level, bei denen einmal der Auftragnehmer für Wiederaufsetzen nach Fehlern zuständig ist (reliable service) und im anderen Fall der Auftraggeber (user correctable service).

Der FTAM-Standard ISO 8571 kann seit zirka Mitte 1987 als stabil betrachtet werden. Der Austausch von Dateien ist ein Dienst von fundamentaler Wichtigkeit. Von daher sind insbesondere die potentiellen Nutzer sehr an diesem Standard interessiert, was lange noch nicht auf alle Standards zutrifft.

### **12.1.3.2 Message Handling System nach X.400**

Die Message Handling Systems nach den CCITT-Empfehlungen der Reihe X.400 bis X.430 haben eine große Bedeutung für die herstellernerneutrale rechnergestützte Kommunikation zwischen Personen. X.400 beschränkt sich zunächst auf einen Standard für Mitteilungen, die von Personen stammen und für Personen bestimmt sind (interpersonelle Mit-

teilungen IPM). Für Inhalte von elektronischen Mitteilungen, die von Maschinen erstellt wurden, gibt es zunächst keine Standards. Die Empfehlungen sehen jedoch auch die Zusammenarbeit mit den vorhandenen Diensten wie Teletex, Telex, Btx, Telefax und weiteren vor.



**Bild 12.3:** Zusammenwirken zweier Mitteilungssysteme.

Fast alle großen Hersteller (inkl. IBM) bieten Produkte für X.400 an. Die X.400-Demonstration auf der TELECOM.'87 in Genf zeigte das Zusammenwirken von X.400-Benutzern in den USA, in Frankreich, Großbritannien, der Schweiz, der Bundesrepublik Deutschland und Japan. X.400 beseitigt vor allem die Schwierigkeiten, die üblicherweise mit Inkompatibilitäten in heterogener Rechnerumgebung bestehen.

Der IPM-Dienst ermöglicht es den Benutzern, Nachrichten zu versenden und zu empfangen. Die grundsätzliche Struktur ist eine Client/Server-Struktur.

Der Benutzer erstellt seine Nachrichten mit Hilfe eines User Agents (UA). Er bildet die bei herkömmlicher Posterstellung notwendigen Hilfsmittel wie Schreibtisch, Eingangskorb, Ausgangskorb oder Hausbriefkasten nach. Um bei diesem Vergleich zu bleiben: Die anderen bei der Übermittlung von persönlicher Post notwendigen Komponenten wie Briefträger, Postbriefkasten, Postschalter, Sortierstelle oder Hauspost werden im Message Transfer Agent (MTA) nachgebildet.

Der IPM-Dienst ist ferner in der Lage, Nachrichten von einer Codierungskonvention in eine andere zu überführen. Neben diesen mehr grundsätzlichen Funktionen werden Zusatzfunktionen wie automatische Umleitung empfangener Nachrichten zu einer anderen Adresse, Unsichtbarmachen von Verteilerlisten, verzögerte Auslieferung, Auslieferung nur in einem gewissen Zeitraum, Testnachrichten, Quittung angeboten.

### 12.1.3.3 Weitere Elemente der Anwendungsschicht

Der Virtual Terminal Service VTS ist anwendbar auf die terminalorientierte Kommunikation zwischen interaktiven Applikationen. VTS-Benutzer sind Anwendungen, von denen im allgemeinen die eine die Schnittstelle der Hostapplikation in Richtung Terminal realisiert, während die andere auf der Terminalseite das Mapping zum realen Terminal implementiert. Durch die Interaktion im Rahmen des VTS wird die Anwendung von dem Wissen über die konkreten physikalischen Eigenschaften des Terminals befreit.

Distributed Transaction Processing TP definiert die Mittel zur Steuerung und Überwachung von verteilten Transaktionen. Um dies in einer verteilten Umgebung zu gewährleisten, müssen verschiedene Synchronisationsmechanismen und Hilfsmittel zum Wiederaufsetzen nach Fehlern bereitgestellt werden.

Für Job Transfer and Manipulation JTM sieht der Standard im wesentlichen ein Dokumentenaustauschsystem vor, welches zum Laden der sog. Work Specifications auf entfernte Systeme benutzt werden kann.

Für alle diese Standards gibt es heute nur wenige Implementierungen.

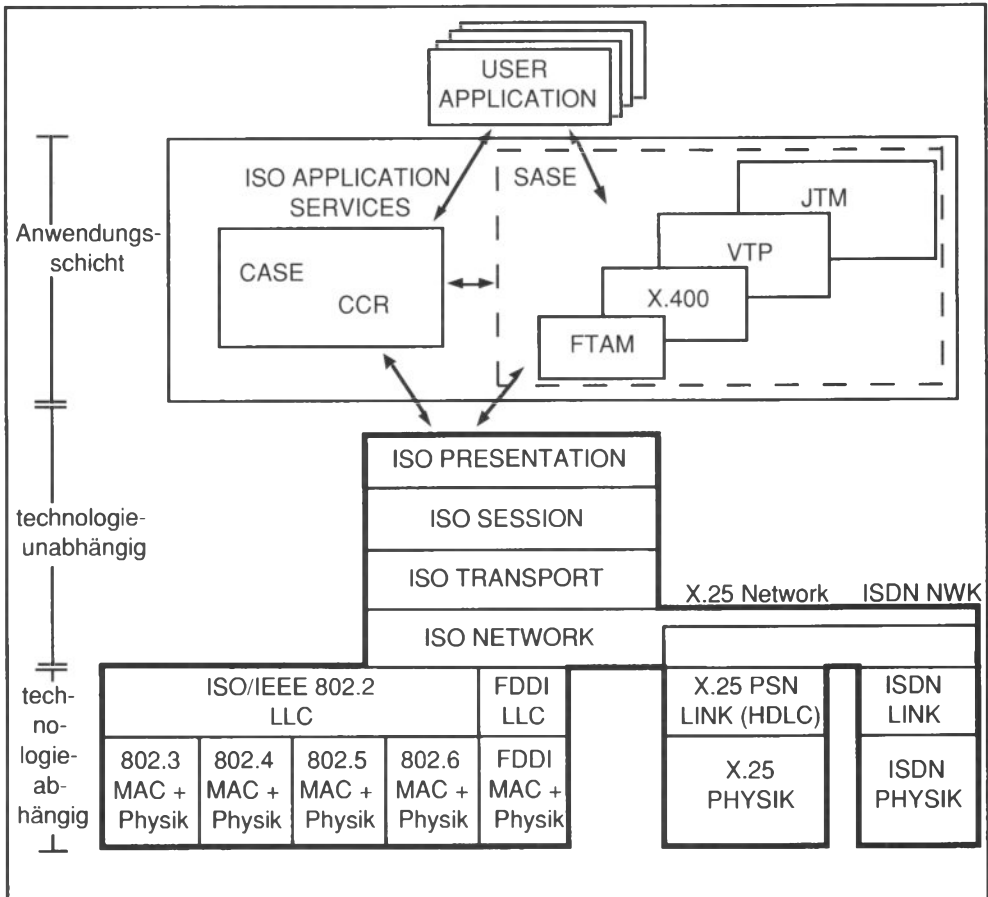


Bild 12.4: OSI-Gesamtszenario.

## 12.2 Schwachstellen der Informationssicherheit in lokalen Netzen

Lokale Netze sind ein vieldiskutiertes Thema. Während in der allgemeinen Diskussion rein technische Fragen zurücktreten zugunsten anwendungsbezogener Fragestellungen, so gibt es dennoch Punkte, die man nur durch Beachtung der internen Eigenschaften der Netze ausreichend diskutieren kann.

Zu diesen gehört auch das Spektrum der Fragestellungen bezüglich der Informationssicherheit, die man als Sicherheit gegenüber Ausfall, Sabotage und Spionage definieren kann.

Wir wollen hier systematisch Schwachstellen aufspüren und Lösungsansätze diskutieren. Als Systematik dient uns eine Schichteneinteilung gemäß dem ISO-Referenzmodell.

### Einführung

Bevor wir uns der Offenlegung der Schwachstellen der Informationssicherheit in lokalen Netzen zuwenden, wollen wir festlegen, durch welche Einflüsse wir die Informationssicherheit gefährdet sehen. Wir können folgende Kategorien unterscheiden:

- Gefährdung der Informationssicherheit durch das System selbst ohne Fremdeinwirkung: Ausfall oder interne Störungen von Systemkomponenten. Dieser Begriff korrespondiert mit dem Begriff der Zuverlässigkeit des Systems.
- Gefährdung der Informationssicherheit durch Manipulation Dritter an Systemkomponenten mit dem Ziel der Herabsetzung der Zuverlässigkeit: Sabotage.
- Gefährdung der Informationssicherheit durch Manipulation Dritter an Systemkomponenten mit dem Ziel des Sammelns originaler oder der Insertion falscher Nachrichten: Spionage.

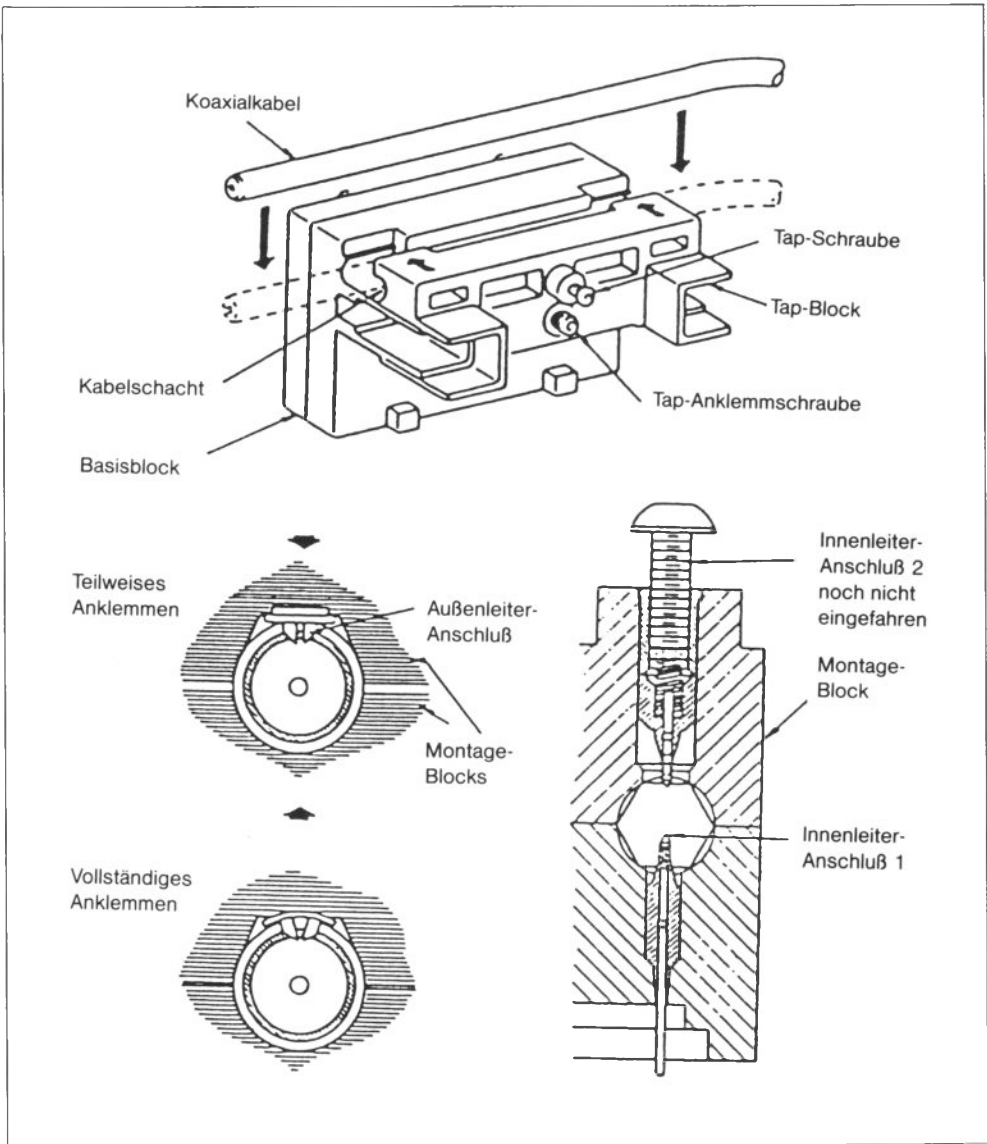
Um die Schwachstellen systematisch zu erfassen, wollen wir uns an einem Strukturmodell orientieren. Das ISO-Referenzmodell ist ein hervorragendes und allgemein bekanntes Instrument für die Gliederung verteilter Systemarchitekturen und Rechnernetze. Deshalb wollen wir auch die einzelnen Schichten, bezogen auf lokale Netze, hinsichtlich der Schwachstellen diskutieren. Wie in der LAN-Standardisierung üblich, führen wir noch eine Schicht 0 für das Übertragungsmedium ein.

### Schwachstellen in der Schicht 0, Medium

Die Schicht 0 umfaßt die Übertragungsmedien als solche. Für übliche LANs haben wir zu unterscheiden zwischen

- verdrehter Leitung,
- Koaxialkabel,
- Lichtwellenleitern.

Die Zuverlässigkeit dieser Medien gegenüber einem durch sie herbeigeführten Ausfall ist etwa gleichwertig. Verdrehte Leitungen und Koaxialkabel stehen jedoch durch die bei der Übertragung von Nachrichten auftretenden magnetischen Wechselfelder in Kontakt zur Umwelt, das Koaxialkabel in etwas vermindertem Maße. Durch gewollte Herbeiführung



**Bild 12.5:** TAP-Anschluß bei Koaxialkabeln.

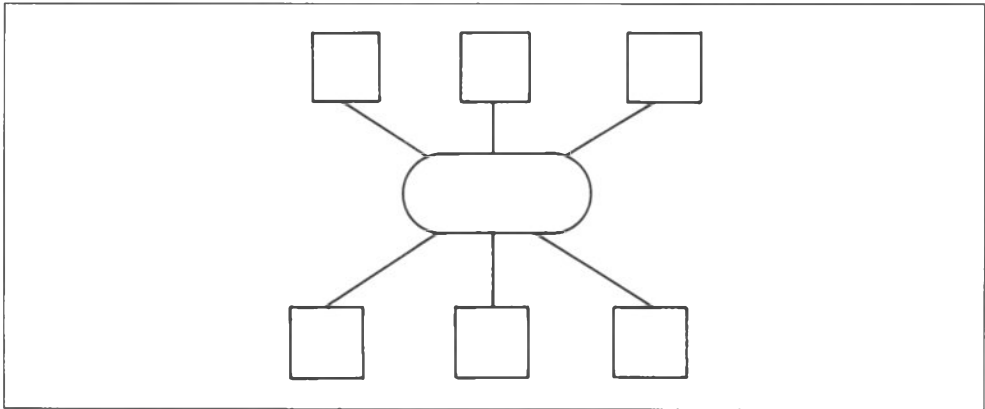
des Nebensprecheffekts können diese Medien leicht abgehört werden. Dies impliziert die Notwendigkeit des logischen Schutzes der Nachrichten auf einer höheren Schicht, etwa durch geeignete Verschlüsselung. Ebenso können unter gewissen Umständen Störungen bzw. Nachrichten von außen in diese Medien induziert werden.

Die Technik mancher LANs läßt es zu, daß die Kabel, insbesondere Koaxialkabel, während des laufenden Betriebs »angezapft« werden. Dies ist für die schnelle Installation

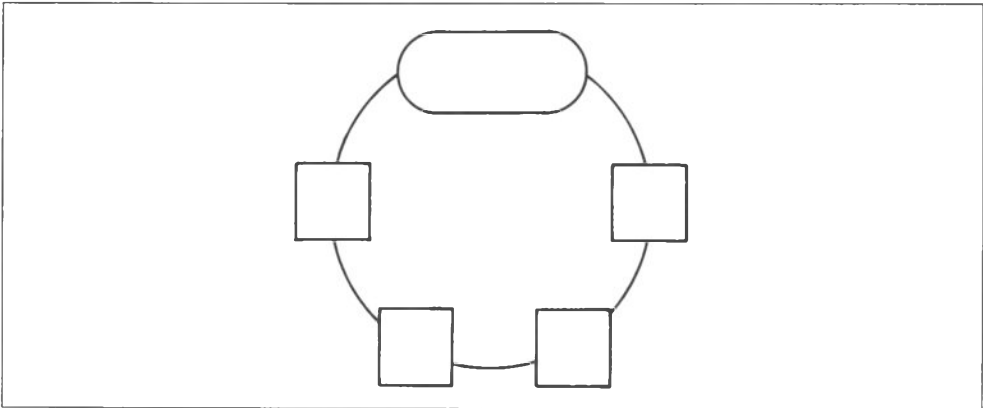


nützlich. Ein Gerät, TAP genannt, umklammert dazu das Koaxialkabel, so daß dieses fixiert ist. Dann wird ein Kontakt an den Innenleiter und ein anderer an den Außenleiter gebohrt, womit die Verbindung hergestellt wäre. Siehe dazu auch Bild 12.5. So nützlich diese Vorgehensweise im Normalbetrieb sein kann, so schädlich ist sie im Hinblick auf Spionage, da man ein Eindringen in das System auf diese Weise nicht bemerken wird.

Lichtwellenleiter kennen diese Probleme nicht. Sie haben keine auswertbaren Wechselwirkungen mit der Umwelt. Es ist wegen der ohnehin schwierigen Verbindungs- und Verzweigungstechnik nicht möglich, einen Lichtwellenleiter irregulär anzuzapfen bzw. Nachrichten oder Störungen zu induzieren, ohne die Dämpfungsbilanz des Lwl-Systems erheblich zu beeinflussen.



**Bild 12.6:** *Sterntopologie.*



**Bild 12.7:** *Ringtopologie.*

Alle Medien sind empfindlich gegenüber mechanischer Zerstörung. Es sind jedoch z.B. Lichtwellenleiter bekannt, die durch Stahlrossenmäntel weniger angreifbar gemacht werden.

**Fazit:** Bei höheren Anforderungen empfiehlt sich die Verwendung von Lichtwellenleitern, wo nur möglich. Die Durchsetzung dieser Forderung wird durch fallende Kosten erleichtert.

### **Schwachstellen in der Schicht 1 (Bitübertragungsschicht)**

In dieser Schicht kommen aktive Komponenten zum Tragen. Grundsätzlich sind diese als weniger zuverlässig anzusehen als passive. Es sind jedoch Methoden bekannt, die Zuverlässigkeit aktiver Komponenten zu steigern, z.B. durch mehrfach redundante Ausführung.

Bei den LANs interessieren in dieser Schicht vornehmlich die Topologien. Ein wichtiger Kennwert ist der Zusammenhangsgrad. Eine Topologie heißt *m*-zusammenhängend, wenn *m*-1-Leitungen ausfallen dürfen, ohne daß eine Teilnehmerstation von der Kommunikation ausgeschlossen würde. Die meisten LAN-Produkte haben den Zusammenhangsgrad 1, wenige können mehr bieten.

Wir wollen uns hier auf die gebräuchlichsten Topologien beschränken.

### **Stern**

Diese Topologie ist in Bild 12.6 dargestellt. Schwachpunkt ist hier eindeutig die vermittelnde Zentrale, z.B. bei PABX-Systemen. Ein aktiver Koppler im Stern ist der Punkt, an dem Sicherheitsmaßnahmen getroffen werden müssen. Die Kosten für solche Maßnahmen, wie z.B. redundante Ausführung, sind erfahrungsgemäß überproportional.

Aktive Komponenten wie Zentralen sollten gegen Spionage generell durch eine besondere elektrische Abschirmung in Art eines Bleipanzers geschützt werden. Leider sind solche Schutzmaßnahmen bei den bekannten LANs nicht vorgesehen.

Es sind passive Sterne bekannt, die als logischer Bus oder Ring verwaltet werden. Die Regelung des Nachrichtentransports ist distributiv. Der oder die Koppler sind dann passiv (zum Beispiel optische Sternkoppler) und von hoher Zuverlässigkeit.

Bei einem Sternsystem zieht der Ausfall einer Station keine weiteren Konsequenzen für das System nach sich.

Bei Sternsystemen ist das Anzapfen der Übertragungswege oder das logische Eindringen in die zentrale Grundlage für die Gefährdung der Informationssicherheit durch Manipulation Dritter.

Je umfangreicher eine Zentrale ist, desto schwieriger wird es sein, Schutzanforderungen durchzusetzen.

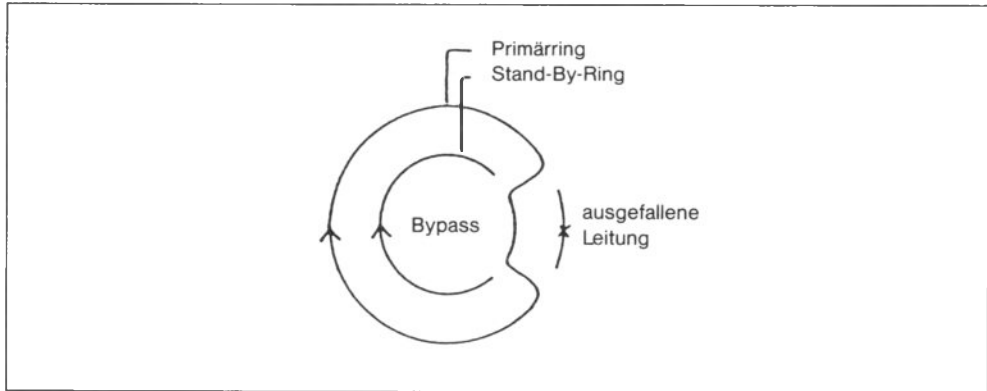
Ein gangbarer Weg ist die Distribution der Zentraleinheiten. Das verteilte System ist in seiner Gesamtheit die Zentrale. Dadurch können Teilausfälle abgefangen werden. Einige Anlagen der neuesten PABX-Generation haben diese Konstruktionsart.

### **Ring**

Ein Ringsystem wird in der Regel unidirektional betrieben. Siehe dazu Bild 12.7. Der Ausfall einer Leitung oder einer Station zieht den Gesamtausfall des Systems nach sich, da der Nachrichtentransport unterbrochen ist.

Den Ausfall einer Station kann man durch die Verwendung passiver Beipässe weniger gravierend machen.

Schwieriger ist der Leitungsausfall zu handhaben. Er kann durch Sabotage oder neutrale Beschädigung entstehen. Bei Ringsystemen bleibt nur, auf Topologien auszuweichen, die vorgefertigte Umwege besitzen, wodurch allerdings die Anzahl der Leitungen steigt. Wir wollen einige Beispiele besprechen.



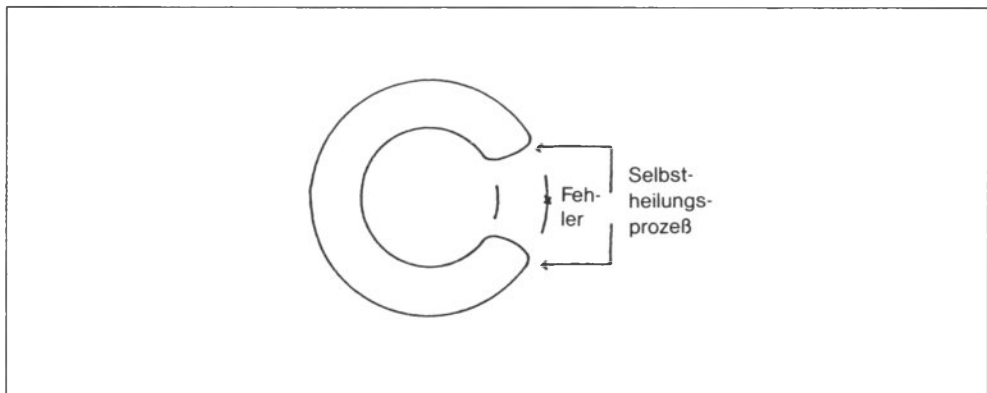
**Bild 12.8:** Bypass-Methode.

#### • Doppelring

Neben dem eigentlichen Ring existiert ein Ausweichring. Im Falle eines Einfachfehlers (Unterbrechung an einer Stelle eines Rings) wird auf den zweiten Ring ausgewichen. Siehe dazu Bild 12.8.

Einen einzigen Doppelfehler kann man auch noch beheben, wie Bild 12.9 zeigt, wobei jedoch die Auswahl der Stationen, an denen die Rückschaltung vorgenommen werden soll, durch einen verteilt realisierten Algorithmus nur mit hoher Verzögerung vorgenommen werden kann, wie Erfahrungen mit solchen Konstruktionen gezeigt haben. Ein solches Verfahren wird z.B. bei PLANET benutzt.

Der Doppelring ist nicht in der Lage, auf wesentlich mehr Fehler zu reagieren.



**Bild 12.9:** Selbstheilungsmethode.

- *Zopf*

Die Verzapfung eines Rings in unterschiedlichen Graden stellt ein probates Mittel dar, Fehlstellen zu überspringen. Leider werden den Fehlstellen unmittelbar folgende Stationen entweder isoliert oder sind nur indirekt erreichbar.

Es werden Routing-Entscheidungen notwendig, die jedoch mit angemessener Komplexität getroffen werden können. Die Verzapfung wird beim SILK-Ring angewendet.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß bei einer Erhöhung der Zuverlässigkeit von Ringsystemen ein nicht unerheblicher Aufwand getrieben werden muß.

Gegen Sabotage ist sicherlich ein auf mehrfacher Verzapfung beruhendes System am unempfindlichsten, da dem Gegner zunächst die Struktur bekannt sein müßte. Für alle Topologien gilt, daß sie gegen Spionage nur so geschützt sind, wie die Medien es zulassen. Bei einfachen Ringen wird es kaum auffallen, wenn sich ein Gegner zwischenschaltet.

- *Bus*

Die Bustopologie ist die bei LAN am weitesten verbreitete. Sie hat sich vor allem im Bereich der Bürokommunikation eine Vorrangstellung sichern können. Die bei Ringsystemen unterschiedlichen Nachrichtenverzögerungen treten hier nicht auf. Beim Bus sind alle Stationen gleichberechtigt an das wechselseitig zu benutzende Übertragungsmedium angeschlossen. Stationsfehler führen im allgemeinen nur zur Nichtadressierbarkeit der Station. Das passive Medium ist sehr zuverlässig. Bei Anschlag auf das Medium zerfällt dieses in zwei Teile, die jedoch eventuell noch autonom lebensfähig sind und auf den Anschlag angemessen reagieren können.

Wesentlich problematischer ist der Umgang mit der Spionage. Bei Bussystemen findet der bereits kritisierte Anschluß über TAPs hauptsächlich Verwendung.

- *Baum*

Baumsysteme gehen mit der Breitbandtechnik einher und werden logisch wie Bussysteme verwaltet. Zusätzlicher kritischer Punkt ist das Headend (Wurzel), welches bei der Mid-Split-Übertragungstechnik auch Frequenzumsetzer ist. Diese Elemente sind jedoch von der CATV-Technik her bekannt und leicht und billig redundant auszuführen. Doppelkabelsysteme haben von der Sicherheit keine besonderen Vorzüge gegenüber Mid-Split-Systemen, da je ein Kabel für Hin- und Rücksendung benutzt wird und schon der Ausfall eines Kabels einen eventuellen Totalausfall nach sich zieht.

Die Breitbandtechnik bietet die Möglichkeit der Verschlüsselung durch besondere Modulationsverfahren, die zusätzlich mit stochastischer Frequenzbandvergabe gekoppelt werden können. Solche Verfahren sind aus der militärischen Funkübertragungstechnik bekannt und besonders geeignet, Systeme auf dieser Ebene gegen Spionage zu schützen. Gegen Sabotage sind Breitbandsysteme ebenso anfällig wie Basisbandsysteme. Besondere Schutzmaßnahmen müssen im Hinblick auf den zentralen Frequenzumsetzer bzw. Verstärker getroffen werden.

Fazit: Welches System zu bevorzugen ist, hängt stark vom jeweiligen Anwendungsfall ab. Man kann hier keine allgemeingültigen Aussagen machen. Auf Fehlerquellen durch eventuell fehlerhafte Verbindungsstücke wollen wir hier nicht näher eingehen.

## Schwachstellen der Informationssicherheit in der Schicht 2

Die ersten etwas komplexeren Algorithmen in Rechnernetzen siedeln ab der Schicht 2. Wir können hier die wesentlichen Probleme nur anschnitten, und beschränken uns dabei auf gängige Verfahren.

### • CSMA-Protokolle

Das bekannteste Verfahren ist CSMA/CD. Hier kann es jedoch vorkommen, daß eine Station ihr Paket nicht an das Netz senden kann, wenn das Medium stark besetzt ist und dieses Paket mehr als 15mal kollidiert. Nach einer langen Wartezeit wird also das Paket an eine höhere Ebene zurückgegeben. Abgesehen davon, daß dieses Verhalten des Verfahrens das System für Echtzeitanwendungen unbrauchbar macht, ergeben sich hier erhebliche Probleme für die Zuverlässigkeit. Weiterhin ist es einem geschickten Spion möglich, sich in das System einzuschalten. Da die Spezifikation des Übertragungsprotokolls frei zugänglich und sogar als Standard veröffentlicht ist, kann er, wenn er sich an die Konventionen hält, nicht nur Nachrichten empfangen, sondern auch Pakete auf das Netz geben. Dadurch kann er bei weiterer Kenntnis der Systemstruktur erheblichen Schaden anrichten.

CSMA-Protokolle sind nicht in der Lage, ein durch Sabotage teilweise zerstörtes System zu rekonfigurieren.

### • Token-Protokolle

Bei Ringsystemen sind die Token-Zugangsprotokolle führend. Auch bei erheblicher (maximaler) Last des Gesamtsystems sind sie in der Lage, eine Durchsatzgarantie für jede Station und eine obere Schranke für die Wartezeit zu garantieren.

Wenn das System also nicht durch äußere Einflüsse beschädigt wird, ist sichergestellt, daß ein Paket auf das Netz kommt. Außerdem ist eine zuverlässige Kontrolle darüber gegeben, ob das Paket auch vom Empfänger aufgenommen wurde. Für Bussysteme wurde das Token-Übertragungsprotokoll adaptiert (Token-Bus). Ein Spion wird es nicht leicht haben, sich in das System einzuschalten, da das Einfügen eines neuen Mitglieds in den Ring zufällig von einer bereits im Ring befindlichen Station bewerkstelligt und initiiert wird. Man kann also in allen Stationen Informationen darüber ablegen, wer berechtigt zum Eintritt in den logischen Ring ist. Diese Informationen kann man geeignet schützen und so eine Fremdeinwirkung sofort aufspüren und lokalisieren.

Der Token-Bus ist das einzige Übertragungsprotokoll, welches auf nichttriviale Fehler reagieren kann.

### • HDLC-Protokolle und Verwandte

Für eine Gruppe der lokalen Netze werden HDLC-Prozeduren oder HDLC-ähnliche Prozeduren für die Kontrolle eines globaleren Informationsflusses auf Paketebene benutzt. Unter gewissen Situationen können diese Protokolle Fehlfunktionen aufweisen, die wir wegen ihres seltenen Vorkommens bei Inhouse-Netzen einerseits und der logischen Komplexität andererseits hier nicht näher besprechen können. Das Protokoll der Schicht 4 sollte jedoch in der Lage sein, derartige Fehler zu erkennen und zu unterdrücken. Ist dies gegeben, so ist von diesen Protokollen her keine Gefährdung der Informationssicherheit zu erwarten.

HDLC-Protokolle sind an logische oder tatsächliche Verbindungen zwischen Kommunikationsquellen bzw. Senken gebunden. Sie haben keine große Einflußmöglichkeit bei durch Sabotage entstandenen Ausfällen.

Es ist für einen Spion leicht möglich, eine Verbindung abzuhören, wenn er das Medium abhören kann, gleich welches Verbindungsprotokoll gefahren wird. Unter HDLC ist es jedoch sehr schwierig, Nachrichten in das System zu inserieren, da diese Nachrichten, wenn sie nicht in den allgemeinen HDLC-Ablauf passen, von den Empfängern als fehlerhafte Nachrichten zurückgewiesen werden.

In der Standardisierung wird von IEEE der Ansatz verfolgt, schon auf der Schicht 2 zuverlässige logische Verbindungen zur Verfügung zu stellen, bei denen in großem Umfang Fehler erkannt werden können und nach Fehlern wiederaufgesetzt werden kann. Im Zuge der Verbesserung der Informationssicherheit wird die Verwendung solcher fortgeschrittenen Protokolle dringend empfohlen. Die Protokolle können mit allen Zugangsprotokollen, die im Standard verankert sind, also sowohl Token-Bus und Token-Ring als auch CSMA/CD-Systeme, zusammenarbeiten. Die logische Verbindungskontrolle ist außerdem in der Lage, durch eine genau definierte Schnittstelle den Management-Einheiten höherer Schichten Fehlerfälle mitzuteilen und eventuell dort programmierte Reaktionen auszulösen.

Fazit: Die im IEEE 802 verankerte Kopplung von logischer Verbindungskontrolle zu einem zuverlässigen Zugangsprotokoll, wie es der Token-Bus darstellt, ist nur zu empfehlen. Für den Token-Bus sind Systeme bekannt bzw. in Entwicklung, die auf Lichtwellenleitern basieren. Sie können die Grundlage für wirklich zuverlässige Transportsysteme bilden.

Die Netzwerkschicht hat bei LANs nur eine untergeordnete Bedeutung. Mit dem Hinweis darauf, daß sich durch die Einbeziehung von Kopplungen zu externen Netzen erhebliche weitere Probleme auftun, wollen wir ihre Besprechung auslassen.

### **Sicherung der Information auf der Transportschicht**

Spätestens in der Ebene 4, die nach ISO einen abgeschlossenen Transportservice für die Prozesse in der Kommunikationsschicht und darüber anbieten sollte, müssen Mechanismen für das Aufspüren von Fehlern und das Wiederaufsetzen nach Fehlern in großem Umfang vorhanden sein. Schutz der Information vor Verlust oder Verfälschung kann hier durch Codierung im elementaren Sinne und ausgefeilte Zeitmechanismen erreicht werden. Eine Transportschicht kann um so effizienter arbeiten, je umfangreicher der Service ist, den die Schichten unter ihr der Ebene 4 anbieten. Eine gewisse Redundanz ist in diesem Zusammenhang sicher nicht schädlich. Der normale Trend zur Vereinfachung von Verbindungsaufbau, Verbindungsmanagement und Verbindungsabbau sollte im Zuge des Schutzes gegen unbefugtes Eingreifen in das System umgekehrt werden: Je komplizierter eine Kontrollstruktur ist und je mehr Fragen eine etwaige Zielstation stellt, um schließlich der Aufnahme einer Verbindung zuzustimmen, desto schwieriger wird es für einen Unbefugten, in das System einzudringen.

### **Der Schutz in den höheren Schichten**

In den höheren Schichten ist es immer so, daß irgendwelche Subjekte (aktive Komponenten wie Benutzer oder Prozesse) auf Objekten arbeiten. Der Schutz dieser Objekte, die letztlich die allgemeinen Ressourcen darstellen, ist ein allgemein bekanntes Problem.

Lösungen mit Pförtnern oder Schutzobjekten können zwar angegeben werden, sind jedoch in vielen Fällen höchst komplex.

Da diese Problematik die Konstruktion zuverlässiger verteilter Systeme betrifft, für die die lokalen Netze nur eine Basis bezüglich des Nachrichtentransports sein können, wollen wir hier nicht näher darauf eingehen.

### **Eigentliche Schwachstelle: der Anwender**

Wie bei den meisten Betrachtungen über die Informationssicherheit muß man feststellen, daß der Schutz eines Systems nur bis zu einer gewissen Grenze möglich ist. Die eigentliche Schwachstelle ist der Mensch, der über die Schutzmaßnahmen Bescheid weiß oder Teil von ihnen ist. Ein technisches System wie ein LAN ist schwerlich in der Lage, sich gegen alle Angriffe zu schützen, die von seiten des Menschen gegen es geführt werden. Gleichermaßen ist es auch nur bedingt gegen unerlaubte Eingriffe wie Abhören oder Einfügen von Nachrichten durch sich selbst zu schützen.

Welches System schließlich vorzuziehen ist, hängt von der Anwendung ab und von den Investitionen, die man bezüglich einer Sicherheitstechnik zu machen gewillt ist.

Bei der gesamten Diskussion um Datenschutz und Datensicherung in Verbundsystemen darf man natürlich nicht außer acht lassen, daß die externe Bedrohung durch Spione in Netzen nur einen ganz kleinen Bruchteil dessen ausmacht, was insgesamt an Schäden passiert.

Immer noch ist es die Dummheit oder Ungeschicktheit von Benutzern, die den Löwenanteil der Schäden mittelbar oder unmittelbar verursacht. Nach einer Untersuchung von IBM dürften diese Schäden zirka 80% ausmachen. Erst dann kommen »unzufriedene oder verärgerte Mitarbeiter«, »Wasser und Feuer« und, weit abgeschlagen, »externe Bedrohung«.

Eine fehlertolerante Benutzeroberfläche, wie zum Beispiel bei WordPerfect, ist die Basis jeden Schutzes.

In den vorangegangenen Kapiteln wurden die wichtigsten Konzepte für die Kommunikation im lokalen Bereich vorgestellt. Dabei wurde in den meisten Fällen der Standpunkt eingenommen, daß das LAN eine Menge von PCs miteinander vernetzt und höchstens noch mit einem anderen LAN über ein nicht näher definiertes Gerät namens Bridge oder Router in Verbindung steht.

Dies ist heute in Europa sicherlich auch die am häufigsten zu findende Installationsform.

Es zeichnet sich jedoch hier ein erheblicher Wandel ab, der mit der Integration von Kommunikationswegen, die es schon vor den LANs gab, in das neue Transportmedium zusammenhängt.

In jedem größeren Unternehmen existiert eine konventionelle Terminalverkabelung mit Multiplexern, Konzentratoren und Paketschaltern. Diese Verkabelung wird mittels einfacher, stabiler Protokolle im Hinblick auf dumme Endgeräte benutzt und das Zusammenspiel zwischen Hostrechnern und Terminals im Rahmen dieser zentralen Datenverarbeitung ist z.B. nach SNA organisiert (siehe Kapitel 9).

Die Mitnutzung von PCs als mehr oder weniger intelligente Endgeräte am Host ist nur ein Aspekt, der diese Welten näher zusammenrückt: Auch auf Jahre hinaus wird es noch einfache Terminals geben; diese nutzen dann aber immer weniger das konventionelle Leitungsnetz als vielmehr die LAN-Ressourcen.

Gleichermaßen sind aber die konventionellen Kabelnetze nicht nur auf den lokalen Bereich beschränkt, sondern nutzen vielmehr Postdienste oder andere Fernbereichs-Kommunikationswege. LANs leiden vielfach an ihrer räumlichen Beschränkung.

Die parallele Fortentwicklung von LANs und konventioneller Verkabelung ist für kaum ein Unternehmen wirtschaftlich. Also werden sich viele Unternehmen für die Strategie entscheiden, ihre Kommunikationswege mittelfristig auf einen »Wide Area«-Verbund von LANs umzustellen: LANs bilden Back-End und Front-End, größere Entfernungen werden mittels öffentlicher oder – wo juristisch möglich – privater Fernverbindungen überwunden.

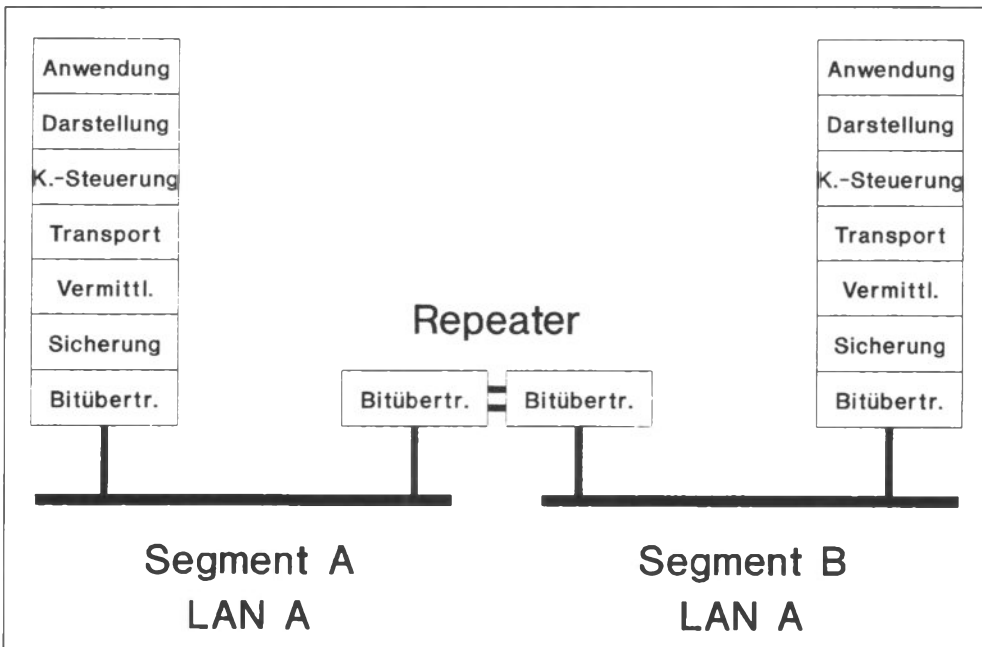
In der angelsächsischen Terminologie heißt so etwas dann »Internetwork of LANs«, die Technik dazu »Internetworking«. Und davon handelt dieses Kapitel.

In der Vergangenheit haben zentralistische Netzwerksystemarchitekturen wie IBMs SNA oder Siemens TRANSDATA das Bild der Datenverarbeitung mit einem bunten Gemisch von Geräten verschiedenster Kategorien bestimmt. In den neunziger Jahren werden vor dem Hintergrund der leistungsfähigen LAN-Transportressourcen alle Benutzer virtuell auf eine homogene Netzarchitektur zurückgreifen können, die ihre Workstations unter Berücksichtigung aus Datenschutz- und -sicherheitsgründen notwendigen Einschränkungen auf praktisch alle Geräte zugreifen läßt, die irgendeinen Service anbieten. Dabei werden Peer-to-Peer-Protokolle Verwendung finden, wie sie heute schon im Rahmen der



internationalen Standardisierung oder bei der DoD-Protokollfamilie zu finden sind. IBMs APPC ist ein weiteres Protokollgebilde in dieser Richtung. Man braucht also nicht zu befürchten, daß IBM einen derartigen Weg nicht ebenfalls nachvollzieht, was ja für viele Benutzer ein Grund sein könnte, nur sehr zögerlich an die Sache heranzugehen.

DEC hat aus seiner Philosophie der kooperativen Datenverarbeitung heraus schon länger das LAN zum integralen Bestandteil der Kommunikation gemacht. Der Übergang zwischen DEC und IBM gestaltete sich jedoch aus beiden Richtungen problematisch und mühsam. Auch heute gibt es hier und da Dinge, die einfach nicht funktionieren. Die neuesten Generationen von Verbindungselementen zwischen den Welten der Hersteller sind jedoch wesentlich leistungsfähiger als ihre Vorgänger und basieren allesamt auf LANs. Wir werden in diesem Zusammenhang ein einfacheres Beispiel besprechen.



**Bild 13.1:** Repeater-Architektur.

Zunächst müssen wir aber den unterschiedlichen Alternativen nachgehen, LANs miteinander zu verbinden. Dabei stoßen wir auch auf grundsätzliche Probleme der Wegbestimmung und der Flußkontrolle.

## 13.1 Repeater und Bridges

Es gibt unterschiedliche Möglichkeiten, LANs miteinander zu verbinden. Sie unterscheiden sich im wesentlichen konstruktiv und von der abzudeckenden Funktionalität, die in Relation zu entsprechenden Schichten des ISO-Referenzmodells ausgedrückt werden kann.

In diesem Abschnitt befassen wir uns zunächst mit den einfacheren Möglichkeiten Repeater und Bridge. Sobald man in einer größeren Installation den lokalen Bereich verläßt, muß man Grundprobleme von Wide Area Networks und deren Lösungen verstanden haben, da sich der LAN-Fernverbund wie ein WAN verhält, dessen Endstationen nicht individuell, sondern durch LANs kollektiviert sind.

Über diese Probleme kommt man zu Routern und Gateways, die den nächsten Abschnitt bilden.

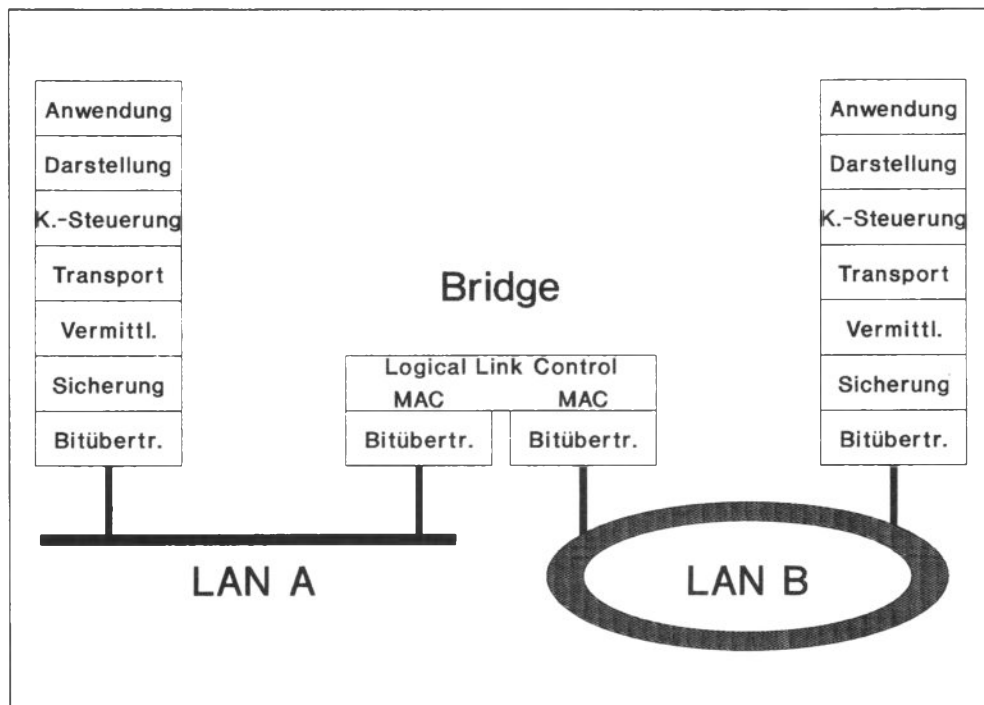


Bild 13.2: Bridge-Architektur.

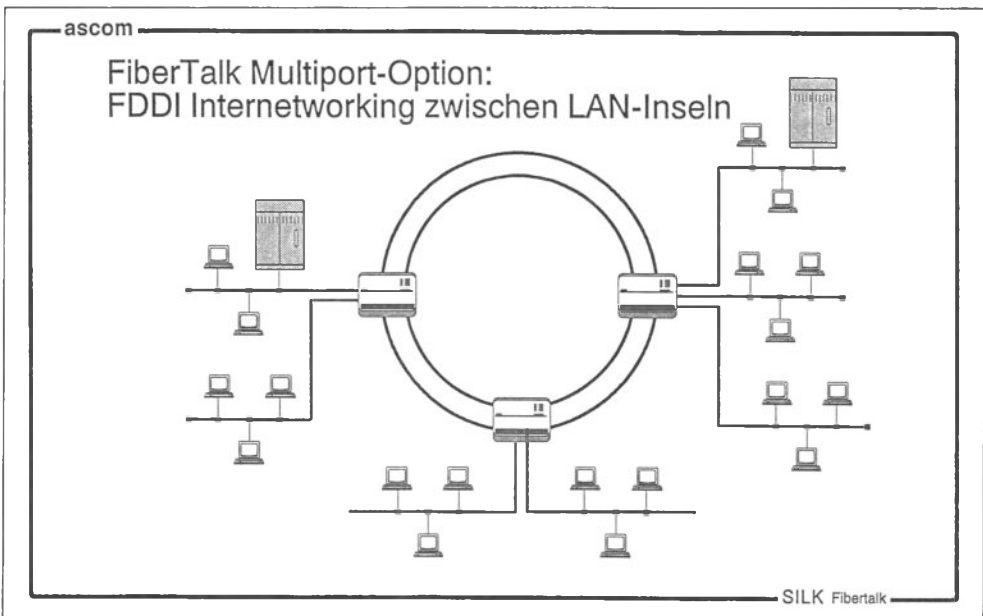
Ein *Repeater* ist ein einfaches, dummes Instrument der Schicht 1. Er ist lediglich in der Lage, zwei Segmente *ein und desselben* LAN miteinander zu verbinden. Er arbeitet auf der Bitübertragungsschicht und verstärkt die Signale in beiden Richtungen. Er verstärkt alles, was ihm unterkommt und ist nicht in der Lage, irgendwelche Unterscheidungen vorzunehmen. Ganz besonders gute Repeater erkennen abgebrochene Paketfragmente und behalten wenigstens diese für sich. Wird ein Repeater zwischen zwei Bussegmenten eingesetzt, dann wirkt z.B. ein CSMA/CD-Algorithmus transparent über den Repeater hinweg. Dies bedeutet, daß die Kommunikation zwischen Stationen im Segment A eine gleichzeitige Kommunikation der Stationen im Segment B ausschließt.

Ein *Remote Repeater* ist ein Repeater, der aus zwei Teilen besteht, die untereinander durch eine Leitung verbunden sind, und dient dazu, größere Entfernungen (ca. max. 2 km) zwischen den Segmenten zurückzulegen. Fernverbindungen kann der Remote Repeater

nicht bedienen, denn er unterliegt voll den Laufzeiteinschränkungen und Timeouts der LAN-Segmente.

Die Kopplung von LAN-Segmenten mit Repeatern gehört eigentlich der Vergangenheit an, da bei immer weiter fallenden Hardwarepreisen nicht einsichtig ist, wieso man diesem Repeater nicht etwas Intelligenz spendieren kann und im Gegenzug wesentlich mehr Flexibilität erhält.

So kommt man zur *Bridge*. Früher wurde der Begriff Bridge nur für Geräte zur Kopplung homogener LANs verwendet. Durch den Standard-IEEE 802 und die Möglichkeit des Übergangs zwischen heterogenen Netzen wie Token-Ring und Ethernet mittels der LLC auf der Schicht 2 ist die Bridge heute eher ein allgemeineres Instrument.



**Bild 13.3:** FDDI-Internetworking (Quelle: Master).

Bridges arbeiten auf den beiden unteren Schichten des ISO-Modells. Im Falle der Kopplung homogener Netztypen sind die Schichten vom Medium bis zur Oberkante der MAC (Medium Access Control) auf beiden Seiten der Bridge gleich, bei der Kopplung heterogener LANs sind sie verschieden. Bridges dienen zunächst einmal dazu, ein großes LAN zu zerlegen, um es effizienter und störunanfälliger zu machen. Bleiben wir bei obigem Beispiel: zerlegt man ein großes Ethernet mit einer Bridge in zwei Segmente, so kann der CSMA/CD-Algorithmus auf beiden Segmenten *jeweils unabhängig* laufen, das bedeutet, daß Stationen im Segment A und solche im Segment B parallel untereinander verkehren können. Lediglich die Kommunikation zwischen einer Station im Segment A und im Segment B muß durch die Bridge behandelt werden, sonst läßt sie nichts durch.

Dadurch erhöht sich die Gesamtleistung des LANs erheblich: alle Algorithmen zur Steuerung des wechselseitigen Ausschlusses beim Zugriff auf das gemeinsam nutzbare

Medium haben gemein, daß sie um so besser funktionieren, desto geringer die Last ist. Ein Netz mit schlechten Antwortzeiten wegen Medium-Hochlast kann durch eine Bridge wesentlich entlastet werden. Dabei gehen moderne Bridges sogar noch einen Schritt weiter: Man kann vielfach einstellen, daß nur Pakete, die einem bestimmten Protokollstack wie TCP/IP angehören, die Bridge passieren dürfen. Das ist in all den Fällen sinnvoll, wo die Kommunikation über die Bridge hinweg nur in bestimmten Fällen funktioniert.

Ein Beispiel hierzu wäre eine Bridge zwischen einem Ethernet mit Stationen, die NetWare fahren und einem Token Ring mit Stationen, die im wesentlichen PCLANP benutzen. Sowohl im Rahmen von NetWare als auch in der IBM-Umgebung gibt es die Möglichkeit, TCP/IP zu benutzen. Die Kommunikation über Netzgrenzen hinweg nutzt dieses Protokoll, andere Protokollstacks bleiben lokal begrenzt. Demnach braucht die Bridge auch nur TCP/IP-Protokolle »durchzustellen«.

Bridges benutzen üblicherweise Knotenadressen auf niedrigem logischen Niveau, sie sehen nur einen »flachen« Adreßraum ohne hierarchische Anordnung der Knoten und Teilnetze. Dies bedeutet aber auch, daß sie völlig unabhängig von über ihrem Wirkungsbereich liegenden Protokollen arbeiten können und von diesen nicht beeinflußt werden. Sie sind protokolltransparent. Sie brauchen lediglich den Teil des LAN-Datenpaketes auszuwerten, der als MAC-Level Header bezeichnet wird. Diese Funktion kann praktisch völlig in der Hardware ausgeführt werden. Brücken haben im Grunde nur zwei Funktionen: die Entgegennahme von solchen Datenpaketen, die von einem Segment auf ein anderes geleitet werden müssen und die Weiterleitung selbst. Sie sind daher tendenziell sehr schnell. Es kann allerdings noch weitere Anforderungen an eine Bridge geben, wie z.B. Protokollkonversionen bei der Zusammenarbeit zwischen IEEE-802-LANs und nichtstandardisierten LANs. Bei unserem zusammenfassenden Beispiel werden wir einen derartigen Fall behandeln.

Voraussetzung für eine generell erfolgreiche Kommunikation über eine Bridge ist natürlich, daß »links« und »rechts« die gleichen oder verträgliche Protokollstacks benutzt werden, denn sonst bekommen die Stationen zwar die Nachrichten, können jedoch nichts damit anfangen.

Die Leistungsfähigkeit einer Bridge hängt im wesentlichen davon ab, wie sie implementiert ist, und hier gibt es einen weiten Bereich von Möglichkeiten. Die einfachste ist sicherlich die aus der Abb. 8.14: zwei unterschiedliche LAN-Adapterkarten in einem PC mit etwas Software. Hiervon kann man nicht viel erwarten. Das High End bilden Geräte mit einem Durchsatz von mehreren zehntausend Datenpaketen pro Sekunde.

Bislang haben wir nur davon gesprochen, daß eine Bridge zwei »Segmente« miteinander verbindet. Eine andere Möglichkeit besteht darin, alle Brücken über einen leistungsfähigen Backbone wie FDDI zusammenzuschalten. Dies ist vor allem dann sinnvoll, wenn der Internetzwerk-Verkehr sehr hoch und/oder die Stationsanzahl insgesamt sehr groß ist.

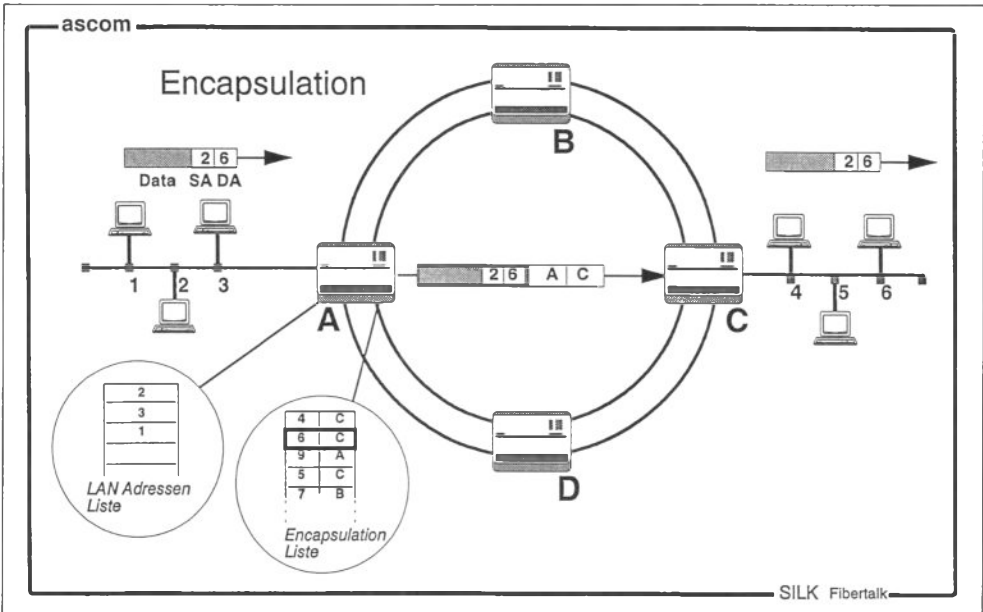
Wegen der Protokolltransparenz und dem breiten Leistungsspektrum sind Bridges sehr flexibel einzusetzen und benötigen wesentlich weniger Pflege in der praktischen Arbeit als z.B. ein Cluster-Controller oder Kommunikations-Vorrechner.

Es gibt jedoch auch Probleme, die vor allem dann entstehen, wenn das Netz eine gewisse Größe überschritten hat. Sie hängen mit der Wegfindung im Netz und mit dem Management zusammen.

Die Wegfindung, das *Routing*, ist dann unproblematisch, wenn es nur einen möglichen Weg gibt. Weiter unten in diesem Kapitel wird das Routing-Problem systematisch aufgegriffen.

Werden mehrere LAN-Teile über Bridges zusammengeschaltet, können verschiedene Effekte auftreten, die das Netz unnütz belasten, wie z.B. über einen Zyklus von Bridges endlos kreisende Pakete oder bei alternativen Wegen duplizierte Pakete.

Es gibt heute zwei wesentliche Routing-Verfahren für über Bridges verbundene LANs: Source Routing und Spanning Tree. Der erste Vorschlag wird von IBM favorisiert, der zweite von DEC und dem »Rest der Welt«.



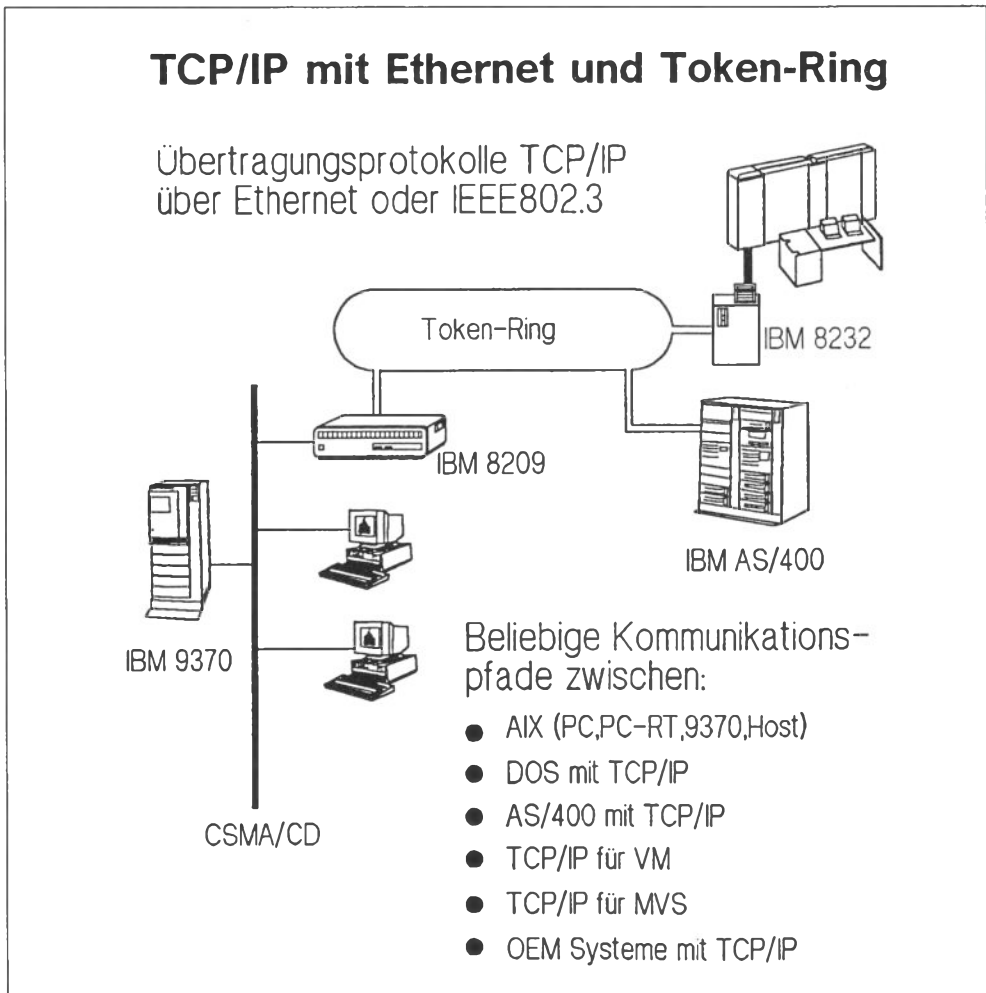
**Bild 13.4:** Der Encapsulations-Prozeß packt die Daten- und Info-Felder aus den LAN an A in ein FDDI-Paket von A nach C. C entpackt daraus das Paket für das LAN an C (Quelle: Master).

Der Spanning Tree-Algorithmus faßt das Gesamtnetz als Baum auf. Jede Station im Netz ist ein Blatt, jede Bridge eine Wurzel für wenigstens zwei »Äste«. Zwischen zwei Stationen in unterschiedlichen Segmenten gibt es demnach mindestens einen genau bestimmten Weg. Der Hauptzweck des Algorithmus ist aber nicht die Berechnung eines optimalen Weges, sondern die Verhinderung von Schleifen in der Internetwork-Umgebung.

Spanning Tree Bridges benötigen ein Wissen um ihre Rolle in der Internetwork-Umgebung und ihre relative Position im Baum. Es ist dazu aber nicht notwendig, daß sie die Topologie des ganzen Netzes kennen.

Es gibt auch hier durchaus unterschiedliche Realisierungsansätze. DEC verfolgt z.B. das Prinzip der *Learning Bridges*, die das Tabellenwissen von Zeit zu Zeit untereinander vervollständigen.

Der Spanning Tree entlastet die kommunizierenden Stationen praktisch völlig, für sie ist alles transparent, während die Bridges verschiedene Entscheidungen treffen müssen. Dadurch werden sie etwas aufwendiger.



**Bild 13.5:** IBM 8209 (Quelle IBM).

Der Source Routing Algorithmus setzt eigentlich gar nichts über die Struktur des Netzes voraus. Eine Station, die mit einer anderen Station, die nicht am lokalen Segment befindlich ist, kommunizieren möchte, muß diese entfernte Station »suchen«. Dazu schickt sie über alle (dummen) Bridges eine Suchnachricht aus. Jede Brücke fügt der Suchnachricht ihren Brückennamen zu. Aussenden und Namensergänzung werden beim Übergang in mehrere Teilnetze von den Bridges immer nachvollzogen. Irgendeine der Suchnachrichten (das können in der Zwischenzeit durch Replizierung an den Bridges ganz viele geworden

sein) kommt wegen des wechselseitigen Ausschlusses auf dem LAN-Medium als erste am Ziel an, wenn es die Zielstation überhaupt gibt. Die Zielstation schickt ein Antwortpaket an die Quellstation aus, in dem die durch das Suchpaket erzeugten Brückennamen enthalten sind. Diese Brückennamen kennzeichnen den Weg über die Teilnetze und die Quellstation kennt jetzt den Weg. Bei der nächsten Sendung zu diesem Ziel wird sie diese Information benutzen.

Der Source-Routing-Algorithmus erzeugt eine unnütze Last auf dem Netz. Die Brücken brauchen kaum etwas zu machen, dafür müssen sich die Stationen eine Menge merken. Die Weginformation ist starr, d.h., jedesmal, wenn sich die Verhältnisse im Internetz verändern, wird sie mit großer Wahrscheinlichkeit unnütz. Deshalb arbeiten verschiedene Token-Ring-Adapterkarten so, daß sie die Routing-Information »vergessen«, wenn sie ausgeschaltet werden, und sie wieder neu erarbeiten, wenn dies notwendig werden sollte.

IBM geht beim Source-Routing-Algorithmus vor allem von zwei Annahmen aus:

- Der Internetz-Verkehr ist generell relativ gering.
- Das Lokalitätsverhalten der Stationen ist auch im Hinblick auf Partner in entfernten Teilnetzen groß, d.h., eine einmal erarbeitete Routing-Entscheidung kann häufig genutzt werden, weil es nur eine geringe Fluktuation bei entfernten Partnern gibt.

Kritiker des Source-Routing sehen darin eine Übernahme überkommenen hierarchischen Gedankengutes aus SNA. IBM sagt, sie wollten die Bridges einfach und billig halten. Geht man aber in allen Komponenten mit der IBM-Gesamtstrategie, macht der Brückenpreis auch schon nichts mehr.

IBM hat seinen Standpunkt auch glücklicherweise etwas aufgeweicht und bietet eine Token-Ring zu Ethernet-Bridge an, die uns hier als Beispiel dienen soll.

Token Ring und Ethernet wachsen weiter zusammen. Nachdem IBM in den letzten zwei Jahren schon eine Reihe von Produkten mit und um Ethernet vorgestellt hatte, folgt jetzt die schon längst ausstehende Bridge.

Neben der reinen Nachrichtentechnik ist an diese Bridge vor allem interessant, wie das Problem des Übergangs von Source Routing zu Routing nach dem Spanning-Tree-Verfahren gelöst wird.

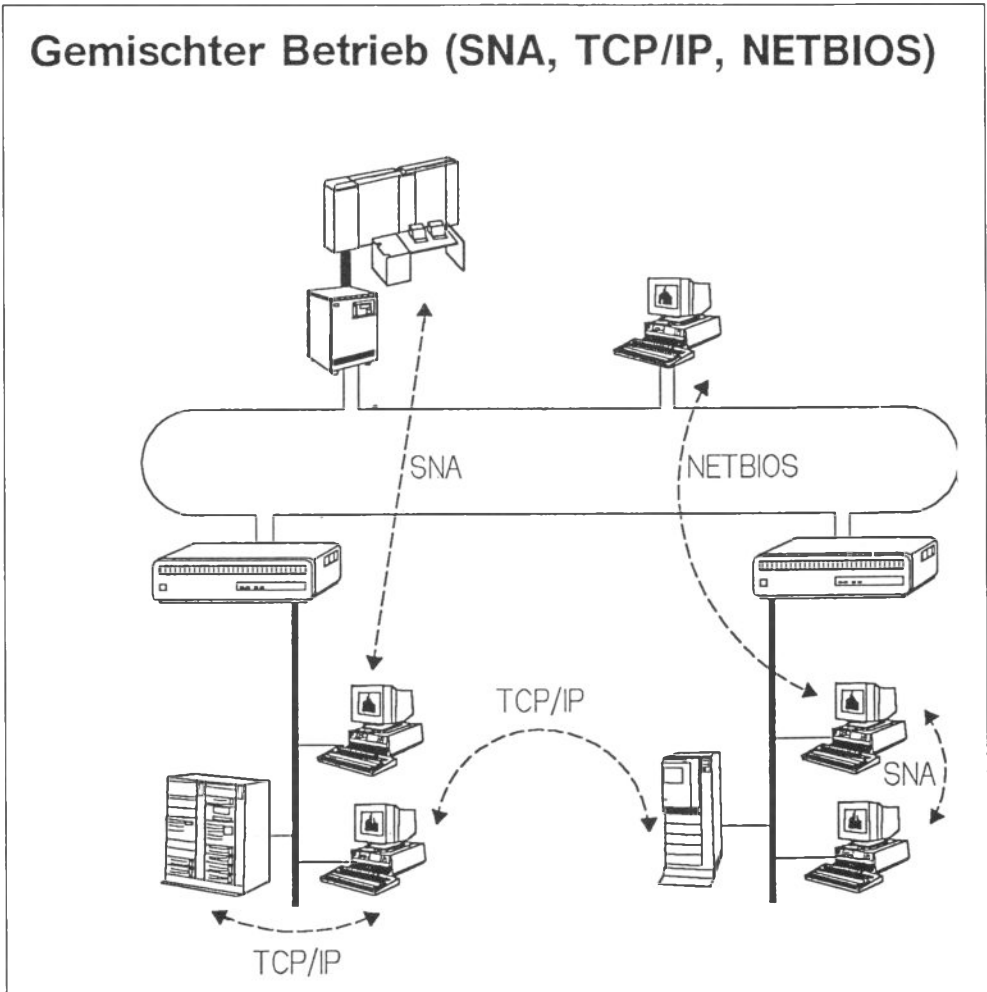
Die IBM-8209-Bridge verbindet ein IBM-Token-Ring-Netzwerk mit entweder 4 oder 16 Mbit/s mit einem Ethernet Version 2 oder IEEE 802.3 LAN. Systeme und Workstations mit kompatiblen Protokollstacks wie TCP/IP, OSI, SNA, NETBIOS oder IEEE 802.2 können über diese Verbindung transparent miteinander kommunizieren.

Die IBM 8209 sorgt für alle notwendigen Konversionen. Ethernet V.2 und IEEE 802.3 werden simultan unterstützt. Den Token-Ring-Stationen erscheint die Bridge wie eine Bridge zu einem anderen Token Ring, für die Ethernet-Stationen tritt sie nicht als gesondertes Verbindungselement in Erscheinung, sondern ist funktional transparent.

Die physikalischen Unterschiede zwischen den beiden anzuschließenden Netzen werden durch zwei LAN-Ports ausgeglichen. Der Token-Ring-Port arbeitet mit 4 oder 16 Mbit/s, bei 16 Mbit/s kann EARLY TOKEN RELEASE gewählt werden. Der andere Port bedient die unterschiedlichen Ethernet-Varianten. Es gibt eine Automatic Mode Detection, die abhängig vom eingehenden Datenstrom die für die jeweilige Variante angemessene Weiterverarbeitung wählt. Voraussetzung dafür ist jedoch, daß die angeschlossenen Ethernet-Stationen in der Datenbank der 8209 eingetragen sind. Für die Behandlung von

Sendungen nichteingetragener Stationen gibt es einen Hardware-Schalter, der entweder auf V.2 oder 802.3 eingestellt werden kann.

## Gemischter Betrieb (SNA, TCP/IP, NETBIOS)



**Bild 13.6:** 8209 im gemischten Betrieb.

Der Unterschied zwischen den beiden Versionen liegt im wesentlichen darin, daß Ethernet V.2 keine LLC-Funktionen und Frames kennt, während 802.3 und Token Ring verbindungslose und verbindungsorientierte LLC-Services besitzen. Beim Übergang zwischen Token Ring und Ethernet V.2 müssen die LLC-Frames um LLC-Protokollinformationen verarmt und in V.2-Frames umgeformt werden. Komplizierter ist der Übergang von V.2 auf Token Ring. Die fehlenden Informationen der LLC und des Routings holt die 8209 aus ihrer Datenbank und fügt sie in die entsprechenden Positionen der Token-Ring-Frames ein. Wesentlich einfacher ist der Übergang zwischen den genormten IEEE-802-Systemen.



Es bleibt das Problem des Routings: Token-Ring-Stationen benutzen Source Routing, um mit Stationen »jenseits« der Bridge zu kommunizieren. Diese Stationen sind aus der Perspektive der Stationen »diesseits« nichts fremdes, sondern auch Stationen in einem Token Ring. Dies erleichtert vor allem die Anwendung von Programmen, die für zwei oder mehr Token-Ringe gedacht sind. Das Token-Ring-LAN-Manager-Programm z.B. kann durch diesen Mechanismus Stationen in dem an die 8209 angeschlossenen Ethernet-Segment mitverwalten als seien dies Token-Ring-Stationen jenseits einer Bridge. Der Wirkungsbereich des LAN-Manager-Programms endet natürlich an der nächsten Ethernet-zu-Ethernet-Bridge abrupt.

Die Stationen im Ethernet halten die über die Bridge erreichbaren Token-Ring-Stationen einfach für weitere Stationen im gleichen Ethernet. Die 8209-LAN-Bridge verwaltet zwei Datenbanken: eine mit Stationsadressen für Ethernet/802.3-Stationen, eine für Token-Ring-Stationen-Adressen und Routing-Information. Die Ethernet-Datenbank besteht aus statischen und dynamischen Einträgen. Die Token-Ring-Datenbank kennt nur dynamische Einträge. Statische Einträge müssen konfiguriert und in nichtflüchtigem RAM geladen werden. Dynamische Einträge lernt die Bridge im Laufe ihrer Arbeit. Sie gehen verloren, wenn die Bridge ausgeschaltet wird.

Nach dem Einschalten wird die Bridge zunächst mit den statischen Einträgen initialisiert. Es folgt eine Lernphase, in der die Bridge alle Frames am Ethernet/802.3-Port abhört und sich jede neue Adresse merkt. In dieser Phase leitet sie keine Sendungen weiter. Nach einigen Sekunden verläßt sie die Lernphase und geht in die normale Operation. Jedesmal, wenn sie eine neue Adresse sieht, trägt die 8209 diese in ihre Datenbank ein. Token-Ring-Adressen werden nur dann in die Token-Ring-Datenbank aufgenommen, wenn Daten vom Token Ring an das Ethernet weitergegeben werden. Ein Alterungstimer sorgt dafür, daß die Datenbanken nicht wegen unnützer Information überlaufen und entfernt Adressen, die lange Zeit nicht mehr referenziert wurden.

Eine weitere nützliche Eigenschaft der Bridge sind konfigurierbare »Protokollfilter«. Zwei Stationen in Token Ring und Ethernet verstehen sich ja nur dann, wenn sie mit Ausnahme der unteren zwei Schichten vergleichbare Protokolle benutzen, wie z.B. TCP/IP. Man kann die Bridge nun so konfigurieren, daß nur Pakete bestimmter Protokollstacks weitergeleitet werden. Dies erhöht die Leistung und bewahrt die angeschlossenen Teilnetze vor unnötigen Paketen.

Die Bridge sorgt dafür, daß Datenpakete nicht über eine maximale Transit-Zeit hinaus festgehalten werden. Sollte es der Brücke nicht gelingen, die Weiterverarbeitung innerhalb dieser Transit-Zeit zu erledigen, wird dies gemeldet.

Die Bridge kommt in einer Table-Top-Konfiguration, kann aber auch in Racks eingebaut werden. Die Kontrolleinstellungen für den Betrieb werden durch den LAN-Manager vorgenommen, der in einer der Token-Ring-Stationen installiert ist. Weiterhin gibt es ein Utility-Programm unter DOS oder OS/2, welches es erlaubt, Filter, statische und dynamische Datenbankeinträge, Spanning-Tree-Parameter, Operationsmodi und weiteren Kleinkram einzutragen. Weitere Komponenten für die Schaffung eines Internetz-Environments sind Router und Gateways. Bevor wir uns jedoch mit ihnen befassen, stellen wir im nächsten Abschnitt grundsätzliche Probleme in Wide Area Networks vor, die auch dann Geltung

haben, wenn am WAN-Anschluß nicht nur eine Station, sondern ein LAN angeschlossen wurde.

In der Vergangenheit war es oft so, daß man die Lösung der WAN-Grundprobleme gerne dem Netzbetreiber, in der Bundesrepublik Deutschland also der Deutschen Bundespost, überlassen hat. Mit zunehmender Liberalisierung des Fernmeldewesens und damit auch des Datenverkehrs einerseits und immer weiterem Wachstum der durch die Anwenderorganisationen und Unternehmen in Eigenverwaltung betriebenen Fernnetzen auf der Basis transparenter Mietleitungsnetze, rücken diese Probleme näher zum Benutzer.

## 13.2 WAN-Grundprobleme

Die WAN-Struktur wurde bereits im ersten Kapitel angesprochen. IMPs bilden zusammen mit den Leitungen das Kommunikations-Subsystem, an das die Endstationen, die die Kommunikation benutzen, angeschlossen sind. Aus der Tradition begründet nennen wir diese Endstationen Hosts. WANs benutzen im Gegensatz zu den meisten LAN-Konzepten keine direkte Sendung von der Quelle zum Ziel, sondern befördern die Nachrichten über hintereinandergeschaltete Teilstrecken. Die Nachricht muß am Ziel einer Teilstrecke erst völlig empfangen werden, bevor sie auf die nächste Teilstrecke geschickt werden darf.

Solche Netze haben auch den Namen »Store-and-Forward-Netze«. Man kann sich leicht überlegen, daß es nicht besonders vorteilhaft ist, auf einem solchen Netz ganze Nachrichten, wie lang sie auch immer sein mögen, zu transportieren. Dann kann es nämlich leicht dazu kommen, daß eine Zwischenstation diese Nachricht nicht vollständig aufnehmen kann. Weiterhin ist es aufgrund einer inhomogenen Netzstruktur denkbar, daß ein Zwischenknoten mehrere Eingangsleitungen, aber nur eine Ausgangsleitung hat. Dann muß er insbesondere eine erhöhte Zwischenspeicherfähigkeit aufweisen, die jedoch durch eine unglückliche Akkumulation von Nachrichten ausgeschöpft werden könnte, bevor er von allen Leitungen Nachrichten abarbeiten könnte.

Unterschiedliche Länge von Nachrichten bringt es mit sich, daß kurze Nachrichten durch bereits in Übertragung befindliche oder wartende längere Nachrichten über Gebühr verzögert werden. Daher zieht man bei Store-and-Forward-Netzen die Packet-Switching-Technik vor: Nachrichten werden gegebenenfalls in kleinere Einheiten fester Größe zerlegt, die nacheinander in das Netz zur Übertragung geschoben werden. Als Probleme hierbei ergeben sich:

- Zerlegte Nachrichten müssen beim Empfänger wieder zusammengesetzt werden. Es kann vorkommen, daß Pakete auf dem Netz durcheinandergeraten. Es ist Aufgabe der Schicht-2-Protokolle, dies wieder in Ordnung zu bringen.
- Die Pufferplätze im Empfänger können eventuell mit unvollständigen Nachrichten gefüllt sein, so daß keine dieser Nachrichten mehr komplettiert werden kann. In diesem Fall kann im Empfänger keiner der Speicherplätze mehr freigemacht werden.

Diese Probleme lassen sich jedoch relativ leicht lösen. Wie auch bei den LANs, gibt es zwei verschiedene Möglichkeiten der Verbindungstechnik auf der Basis eines Paketnetzes:

- **Datagrammübertragung:** Jedes Paket bildet in sich eine abgeschlossene Einheit und wird unabhängig von anderen Paketen übertragen. Die Übertragung von aufeinanderfolgenden Paketen einer Nachricht erfolgt dann unter Umständen über unterschiedliche Wege; dies erschwert dem Empfänger den Zusammenbau erheblich.
- **Virtueller Schaltkreis:** Zwischen zwei Benutzern wird ein logischer Weg zum Zwecke des Datenaustauschs erstellt, benutzt, gemanagt und wieder abgebaut. Für die Dauer seiner Existenz spiegelt der virtuelle Schaltkreis den Benutzern die Existenz einer exklusiven Verbindung zwischen ihnen vor. Dies erreicht er durch geschickte Ausnutzung der zur Verfügung stehenden Übertragungsmittel.

Bei Store-and-Forward-Netzen ist es recht sinnvoll, die VS-Technik zu benutzen, auch wenn dadurch der Dienst, der durch den Betreiber des Netzes (im Gegensatz zu LAN ist dies in den seltensten Fällen der Benutzer selbst) an den Benutzer liefert, qualitätsmäßig komplexer und dadurch zwangsläufig teurer ist.

Ein Dienst dieser hohen Komplexität drängt die Benutzer in eine gewisse Abhängigkeit. Dies wird besonders bei Monopol-Netzbetreibern wie der Deutschen Bundespost deutlich. Wenn sich Benutzer nicht in eine solche Abhängigkeit vom Netz begeben wollen, aber auf die Benutzung einer solchen Verbindung angewiesen sind, werden sie sich in selbst-definierten Protokollen der höheren Schichten gegen Veränderungen ihrer übertragenen Nachrichten und sonstige Modifikationen schützen müssen.

## Routing

Bei Netztopologien mit indirekter Übertragung zwischen Quelle und Ziel sind Verfahren zur Wegbestimmung unter Randbedingungen notwendig, die sogenannten Routing-Verfahren.

Das Routing-Problem kann wie folgt charakterisiert werden: Wie läßt sich die vom Knoten  $i$  nach Knoten  $j$  zur Zeit  $t$  zu transportierende Nachrichtenmenge  $w_{ij}(t)$  unter Verwendung der Ressourcen des Netzes »am besten« transportieren. »Am besten« kann hier z.B. »minimale Verzögerungszeit«, »minimale Kosten«, »minimale Belastung des Netzes« oder ähnliches bedeuten. Für den Anwender sind normalerweise die Minimierung der Kosten bzw. der Übertragungszeit relevant. Durch eine Netzarchitektur, an die der Benutzer des Netzes angeschlossen ist, sind in den allermeisten Fällen bereits Routing-Verfahren vorgegeben, auf die der Anwender keinen Einfluß hat. Dies ist auch je nach Komplexität des Netzes nicht wünschenswert, denn je nach Verfahren braucht der Anwender Informationen, die er meist nicht hat. Die Verfahren lassen sich nach mindestens vier Kriterien charakterisieren:

- **Zentralisierte bzw. verteilte Techniken:** Bei der ersten Technik wird eine Zentrale die Wegwahlentscheidung vorbereiten und sie dem IMP zur Ausführung übersenden, bei dezentralen Techniken fällen die IMPs die Entscheidungen autonom. Bei größeren Netzen ist eine zentrale Technik nicht wünschenswert, da die Zentrale sehr groß sein müßte und außerdem in der Nähe der Zentrale die Nachrichtenwege mit Steuerinformationen stark belastet würden, geht man einmal davon aus, daß die Steuerinformationen über die selben Kanäle wie die normalen Nachrichten geschickt werden. Verteilte Techniken sind wesentlich flexibler, aber auch schwieriger zu implementieren.

- Statische bzw. dynamische Verfahren: Statische Verfahren berechnen die Wegwahl ein für allemal aus Vorgaben für das Verkehrsaufkommen und die Leitungskapazitäten des Netzes. Dies ist eine sehr starre Vorgehensweise, die man sich nur bei genauer Kenntnis des Verkehrsaufkommens und der übrigen Netzparameter leisten kann.

Adaptive (dynamische) Verfahren versuchen, die Wegwahl durch Anpassung an die aktuellen Gegebenheiten zu treffen. Dies ist deshalb nicht so einfach, weil die Kenntnis der an den einzelnen Knoten zu übertragenden Informationsmenge  $w_{i,j}(t)$  zur Zeit  $t$  nur am Knoten  $i$  vorhanden ist. Alle anderen Knoten müssen diese Menge aus »vergangenen« Werten  $w_{i,j}(t-a)$  schätzen, die ihnen entweder durch eine Zentrale oder von dem betroffenen Quellknoten  $i$  eventuell über Zwischenknoten mitgeteilt wurde. Diese Methode verschlingt eine gewaltige Menge Rechenzeit, wenn für jedes abgehende Paket eine Wegbestimmung in dieser Art vorgenommen werden soll. Man kann sich dadurch helfen, daß man das Verfahren nur im Hinblick auf einige wenige Nachbarn durchführt und dabei eine höhere Ungenauigkeit in Kauf nimmt. Die Übermittlung der Parameter sollte auch keinen allzu großen Raum einnehmen, da sonst das Netz auch durch diese stark belastet wird.

Einen guten Kompromiß zwischen diesen beiden Alternativen bieten die quasistatischen Verfahren, in denen eine Adaption von Zeit zu Zeit vorgenommen wird, zwischen diesen Adaptionen jedoch mit einem statischen Verfahren gearbeitet wird. Die Adaptionen brauchen nur bei erheblichen Änderungen der Netzparameter (Verkehrsaufkommen, Überlassung von Leitungen, Ausfall von Leitungen und/oder Zwischenknoten etc.) vorgenommen werden.

- Lokales oder globales Routing: Lokale Verfahren benutzen nur die lokal an den einzelnen IMPs verfügbare Information zur Wegfindung bzw. zur Anpassung des Wegwahlverfahrens. Globale Methoden berücksichtigen den gesamten Netzzustand. Auch hier liegt die Wahrheit sicherlich irgendwo in der Mitte, da die permanente Bereitstellung eines aktuellen Netzzustandes durch die dazu notwendigen Proben und die anschließende Berechnung eines Ergebnisses vor allem bei komplexen Netzen mit mehreren tausend Teilnehmern erhebliche Nachrichtentransport- und Rechenzeiten verschlingt.
- Deterministische bzw. stochastische Verfahren: Zur Bestimmung der Ausgangsleitung, die verwendet werden soll, kann man deterministisch vorgehen, indem man Ergebnisse solange auswertet, bis die Ausgangsleitung eindeutig feststeht. Bei stochastischen Verfahren »würfelt« man die Ausgangsleitung, wobei man das Ergebnis in Grenzen beeinflussen kann. Beide Verfahren haben Vor- und Nachteile, bei stochastischen Verfahren, die völlig frei laufen, kann es vorkommen, daß eine Nachricht nie beim Empfänger ankommt. Sinnvolle deterministische Verfahren hingegen müssen schleifenfrei sein.

Bei den allgemeinsten Verfahren, die man sich denken kann, hängt die nächste Teilstrecke, die eine Nachricht zu durchwandern hat, vom Ziel und von der Quelle der Nachricht ab. Dies zieht jedoch einen erheblichen Aufwand nach sich, da die Entscheidungen nicht nur in Abhängigkeit von allen Zielen, sondern auch noch von allen Quellen gemacht werden müssen. Dies ist meist wenig sinnvoll. Man versucht daher, die Berechnung ausschließlich vom Ziel abhängig zu machen, und unterdrückt die Vergangenheit des Pakets. Dadurch

verschenkt man natürlich Information, andererseits kann man dies durch geeignete Methoden auffangen.

Generelle Aufgaben einer Routing-Strategie sind also:

- Vermeidung von lokalen Netzüberlastungen durch lokale Umleitung des Verkehrs bei Eintreten bestimmter Situationen
- Garantie einer relativ niedrigen mittleren Verzögerungszeit (Zeit von der Übergabe des Pakets zum Netz bis zur korrekten Zustellung beim Empfänger, also inklusive aller internen Warte- und Abfertigungszeiten)
- Erzielung eines möglichst großen Gesamtdurchsatzes (= Zahl der Pakete bzw. Bits pro Sekunde, die korrekt beim Empfänger ankommen).

Diese Ziele können, wie die Erfahrung gezeigt hat, nur durch adaptive oder quasiadaptive Strategien erreicht werden. Wenn wir einen Blick zurück auf die LANs werfen, dann wurden ähnliche Ziele dort auch nur mit adaptiven Maßnahmen erreicht.

Die mit diesen Aufgaben betreuten Schichten, also insbesondere die Netzwerkschicht, müssen folgende Funktionen leisten bzw. unterstützen:

- Mitteilung des lokalen Zustands an die direkten Nachbarn oder an ein zentrales Netzsteuerungszentrum
- Zusammenstellung eines möglichst aktuellen und vollständigen Gesamtzustandes des Netzes
- Bestimmung optimaler Wege auf der Basis dieses Zustands
- Anpassung der Wegentscheidungen aller Knoten an die Neuberechnungen

Es gibt viele sehr interessante Verfahren für das Routing, auf die wir an dieser Stelle leider nicht mehr eingehen können. Dafür wenden wir uns noch einem anderen Problem zu, welches in allen Netztypen, speziell jedoch bei WAN auftritt:

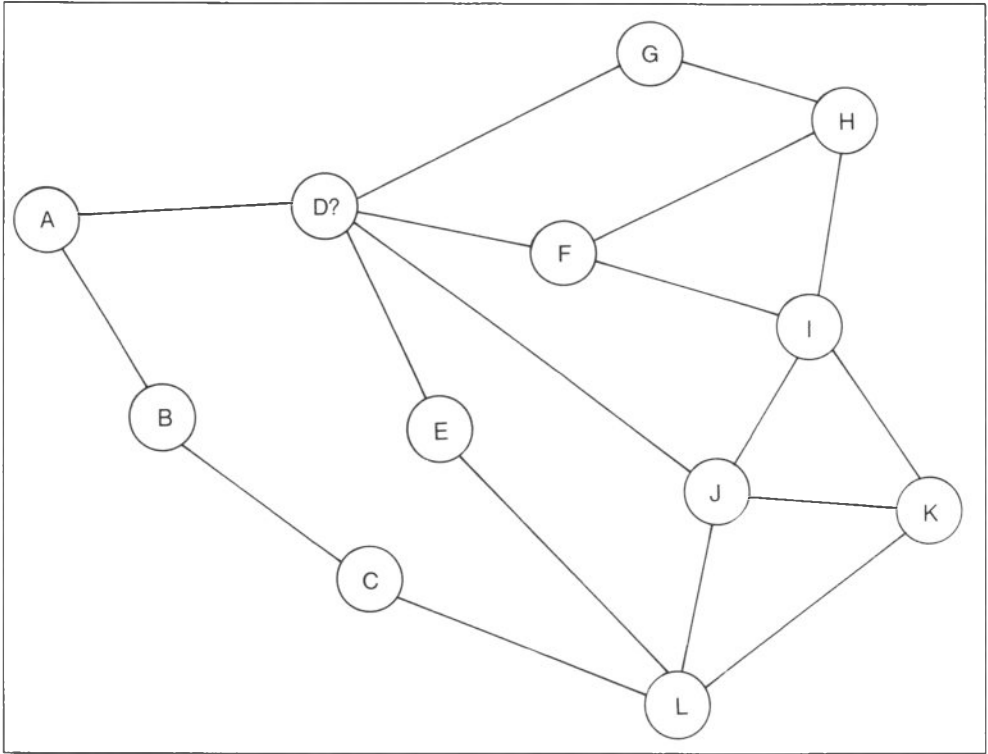
- *Datenflußsteuerung (Flow Control)*

Ein paketvermittelndes Netz nimmt im Gegensatz zu einem Netz, welches mit festgeschalteten Leitungen arbeitet, erst einmal jedes Paket, welches ihm von außen mit dem Wunsch nach Übertragung übermittelt wird, an. Das Netz hat in seinen untersten Schichten zunächst keine Kenntnis der virtuellen Schaltkreise; außerdem können sich diese dynamisch ändern.

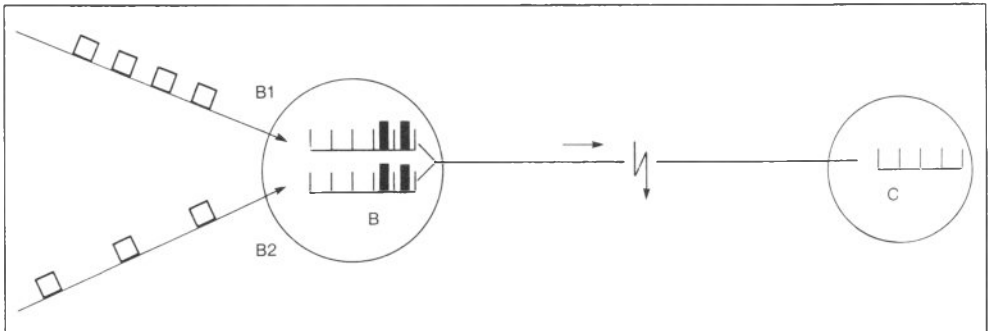
Das Netz kann durch die in ihm befindlichen Pakete lokal oder global überlastet werden. Gegen lokale Überlastung hilft in den allermeisten Fällen eine Umleitung des Verkehrs auf weniger belastete Wege im Rahmen der Routing-Strategie.

Eine globale Überlastung kann nur durch andere Maßnahmen aufgehoben werden:

- Vorbeugende Maßnahmen: Steuerung des Zugangs von Nachrichten zum Netz zum Beispiel durch Begrenzung der Gesamtzahl von Paketen im Netz oder durch Verlangen einer erfolgreichen Pufferplatzreservierung in der Empfängerstation vor Freigabe der eigentlichen Übertragung.
- Heilende Maßnahmen: Aufheben von Überlastung durch Eliminierung von Paketen, die offensichtlich außerhalb einer gültigen Übertragung liegen, wie solche, die schon sehr lange im Netz herumirren.



**Bild 13.7:** Routing-Problem: A sendet ein Paket nach K. Dieses Paket kommt bei D an. Wohin soll D es als nächstes schicken?



**Bild 13.8:** Flußkontroll-Problem: Durch einen kurzzeitigen Fehler in seiner einzigen Ausgangsleitung ist B gezwungen, Pakete längere Zeit zwischenspeichern. Es gibt daher in B zu wenig freie Plätze. Das vierte Paket auf B1 geht verloren. Durch Sperren von B1 und B2 lassen sich weitere Verluste vermeiden.

Einen durchschlagenden Effekt wird man auch hier nur wieder durch eine Kombination dieser beiden Techniken erreichen, da beide Vor- und Nachteile haben, die man sich leicht überlegen kann.

Es gibt drei wesentliche Flußsteuerungstechniken:

- *Isarithmische Flußsteuerung*

Die maximale Anzahl von Paketen, die sich zu einem Zeitpunkt im Netz aufhalten dürfen, ist nach oben hin begrenzt. Ein Paket darf nur dann ins Kommunikations-Subsystem eintreten, wenn ein sogenannter Credit vorhanden ist. Diesen belegt es beim Eintritt ins Netz und gibt ihn beim Verlassen des Netzes wieder frei.

Problematisch bei dieser Technik ist die Vergabe von Credits in definierten Anfangs- bzw. Zwischenzuständen und die Elimination von Paketen, die nirgendwo ankommen, jedoch einen der begehrten Credits belegen.

- *Ende-zu-Ende-Flußsteuerung durch Sender- bzw. Empfängerfenster*

Eine Überflutung des Netzes durch zu viele Nachrichten sowie eine Überlastung des Empfängers infolge zu schnell angelieferter Nachrichten kann man durch Angabe eines Sende- bzw. Empfangsfensters vermeiden. Die Fenstergröße gibt an, wie viele Nachrichten zu einer gegebenen Zeit vom Sender zum Empfänger unterwegs sein dürfen, ohne daß der Sender eine Quittung dafür erhalten hat.

Wegen der großen Bedeutung dieser Verfahren in öffentlichen Netzen werden wir in einem der nächsten Kapitel hierauf noch näher eingehen.

- *Flußkontrolle auf Retransmissions-Basis*

Wenn eine Zielstation (dies kann natürlich auch eine Zwischenstation sein) keine Nachrichten mehr aufnehmen kann, akzeptiert sie einfach keine Pakete mehr. Dies wird den sendenden Stationen durch das Ausbleiben von Quittungen bekannt. Wenn die Stationen vernünftig sind (und das kann man voraussetzen), werden sie alle ihre Sendegeschwindigkeit verringern, bis der Ziel- oder Zwischenzielknoten seinen Stau aufgelöst hat. Das genannte Verfahren arbeitet zwar »mit der Brechstange«, jedoch recht zuverlässig. Man kann die Retransmission entweder auf IMP-Basis oder auf Host-Basis ansiedeln. In der Praxis trifft man Mischungen an. Man kann generell zu keiner der Techniken sagen, daß sie unter allen Umständen die »richtige« sei. Auch hier kommt es stark auf den jeweiligen Fall an. Meist wird man mehrere Verfahren zusammen anwenden.

Diese Grundprobleme lassen sich leicht auf ein LAN-Internetz übertragen. Die IMPs sind jetzt Rechner, an die ganze LANs angeschlossen werden und nicht nur einzelne Hosts. Diesen Aufgaben sind Bridges nicht gewachsen. Bevor wir auf Router und Gateways eingehen, wollen wir die wichtigste Protokollempfehlung für private und öffentliche Fernnetze, X.25, kurz vorstellen. Wer sich gar nicht für Fernnetze interessiert, kann den nächsten Abschnitt überspringen.

## 13.3 Die Empfehlung X.25 – Basis für internationale Kommunikationsnetze

Wir haben im letzten Abschnitt grundsätzliche Probleme bei WAN besprochen. Anstelle eines Beispiels für ein konkretes Netz wollen wir die wichtige Empfehlung X.25 des CCITT betrachten, da viele öffentliche, aber auch private Netze gemäß dieser Empfehlung oder ähnlich arbeiten.

Diese Empfehlung betrifft die Regelung des Datentransports zwischen Benutzerstation und Kommunikationssystem und legt gleichzeitig fest, in welcher Weise sich eine Station, die mit einer anderen kommunizieren möchte, an dieses System wendet. Folgende sind die wesentlichen Eigenschaften dieser Empfehlung:

- Die Empfehlung unterstützt die offene Kommunikation verschiedener Endgeräte durch genormte Protokolle für den Datenaustausch.
- Die Empfehlung wird am ISO-Referenzmodell orientiert.
- Innerhalb des Datennetzes wird eine Geschwindigkeitstransformation unterstützt. Dadurch können Geräte verschiedener Leistungsklassen miteinander kommunizieren. Es werden genormte Bitraten konvertiert. Diese Regelung ist für PC-Benutzer besonders wichtig.
- Eine Anschlußleitung kann durch Adressenmultiplex mehrfach ausgenutzt werden.
- Durch die Empfehlung wird eine sichere Übertragung mittels Fehlerkontrollen im Netz gewährleistet.
- Es werden Gateways von und zu anderen öffentlichen nationalen und internationalen Datennetzen unterstützt.
- Durch die Benutzung virtueller Schaltkreise kann ein Netzanschluß mit bis zu 4096 logischen Kanälen gefahren werden.

Die Empfehlung X.25 bezieht sich auf die untersten drei Schichten im ISO-Modell: Regelt wird der Datenverkehr zwischen Datenendeinrichtungen (DEE), also Hosts, Terminals, PCs, benutzerseitig und Datenübertragungseinrichtungen (DÜE). Die Kommunikation zwischen DÜEs innerhalb des Kommunikationssystems wird durch diese Empfehlung nicht geregelt. Dadurch ergibt sich der Vorteil, daß durch verschiedene Kommunikationssysteme, die gewissen Randbedingungen genügen, nach außen hin für die Benutzer die gleichen Schnittstellen zur Verfügung gestellt werden, so daß der Benutzer vom verwendeten System abstrahieren kann. Außerdem wird ein Benutzer in der Regel keine Kenntnis von der Struktur dieses Netzes haben oder haben wollen. DEE haben auch den englischen Namen DTE (Data Terminating Equipment), DÜE heißen auch DCE (Data Circuit Terminating Equipment). Diese abstrahierende Vorgehensweise ist uns bereits vom IEEE-802-LAN-Standard her bekannt.

### Die physikalische Schicht

Hier gelten für den Anschluß der Geräte die Vereinbarungen X.21. X.21 hat große Ähnlichkeit mit der weltweit verbreiteten Schnittstelle V.24. Gegenüber V.24 hat X.21 jedoch einige Vorteile, wie z.B. höhere Übertragungsgeschwindigkeit, die unterstützt wird. Weiterhin ist X.21 nicht so aufwendig geschaltet, es entfallen eine Anzahl Leitungen.



Diese sind auch offensichtlich überflüssig, denn X.21 leistet mehr als V.24. Wir wollen die Unterschiede nicht weiter vertiefen. X.25 unterstützt für eine Übergangszeit auch die V.24-kompatible X.21-bis-Schnittstelle, so daß Geräte, die noch nicht mit der besseren Schnittstelle ausgerüstet sind, an der Kommunikation teilnehmen können, wenn auch mit einer geringeren Übertragungsgeschwindigkeit.

Nähere Daten möge der Interessent den einschlägigen Publikationen, z.B. denen der DBP entnehmen.

### Die Sicherungsschicht

Das HDLC-Protokoll (High Level Data Link Control) ist eines der interessantesten und weitverbreitetsten Protokolle der Ebene 2. Nicht nur in der Empfehlung X.25 wird es verwendet, sondern auch auf vielen anderen Netzen, auch LANs, wo wir die »HDLC-ähnlichen« Prozeduren schon des öfteren erwähnt haben.

Merkmale von HDLC:

- Codeunabhängige, bitorientierte, synchrone Datenübertragungsprozedur
- Gesicherte Übertragung durch Numerierung der Datenblöcke und Frame Checking
- Voll-Duplex-Betrieb möglich
- Flußkontrolle durch einen Quittierungsfenstermechanismus wird unterstützt
- Punkt-zu-Punkt- und Punkt-zu-Mehrpunkt-Verbindungen.

Bevor wir auf Einzelheiten eingehen, wollen wir den verwendeten Flußsteuerungsalgorithmus beschreiben: Die Fenstergröße, die vereinbart wurde, gibt die Anzahl der Pakete an, die zwischen Sender und Empfänger auf dem Netz unterwegs sein dürfen, ohne daß der Sender eine Quittung dafür erhalten hat. Die Fenstergröße sei  $W$ . Der Sender numeriert seine Pakete modulo  $A$ ,  $\geq W$ . Der Empfänger quittiert das Paket höchster Nummer modulo  $A$ , dessen sämtliche Vorgänger korrekt eingetroffen sind. So kann man mehrere Quittungen zu einer zusammenfassen und spart eine Menge Übertragungskapazität. Außerdem geht die Kommunikation schneller vonstatten, als wenn der Sender für jedes einzelne Paket die Quittung auf das vorige abwarten müßte. Empfängt nun der Sender eine Quittung für  $x+b \bmod A$  ( $b \geq W$ ), wobei  $x$  die Nummer des im letzten »Zyklus« quittierten Pakets sei, dann verschiebt er den Beginn seines Fensters um  $b$ -Stellen, was ihm die Berechtigung gibt, wieder  $b$  neue Pakete zu senden.

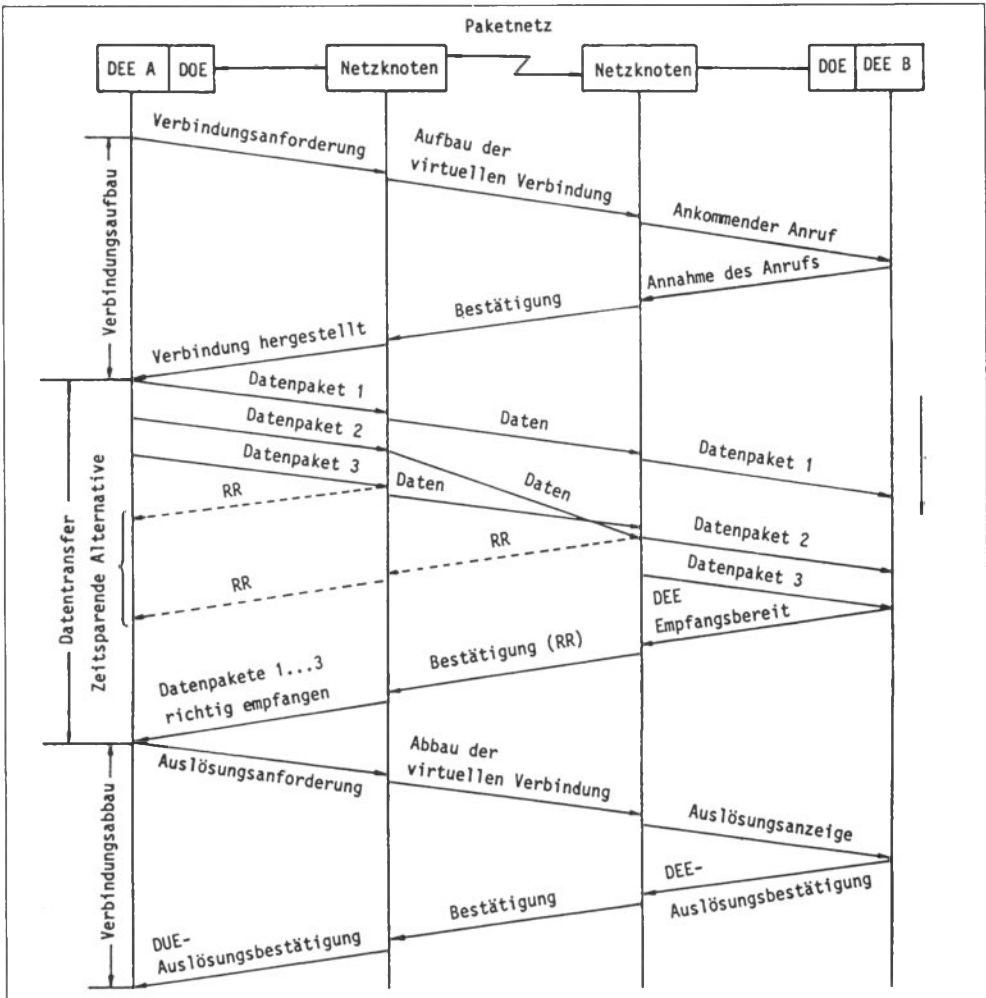
Sind  $W$  Pakete unquittiert unterwegs, so muß der Sender anhalten und Quittungen des Empfängers abwarten. So wird eine Überlastung des Empfängers vermieden. Sender und Empfänger halten jeweils  $W$  Puffer für die Kommunikation frei. Der Sender kann in diesen Pakete speichern, die er schon ausgesandt hat und im Falle einer Nichtquittierung wiederholen muß. Der Empfänger braucht die Speicherplätze zur Aufnahme der im Pipelining-Verfahren abgesandten Pakete. Nicht erhaltene Pakete oder fehlerhaft empfangene Pakete können durch eine negative Quittung dem Sender mitgeteilt werden.

Nach dem Auftreten eines Fehlers kann man auf zwei Arten vorgehen, die zwischen den Partnern vereinbart werden müssen:

- Alle Pakete, beginnend mit dem durch die negative Quittung bezeichneten, werden wiederholt.
- Nur die durch das negative Acknowledgement bezeichneten werden wiederholt.

Es können bei dieser Art Fenstermechanismus eine Reihe von kritischen Situationen auftreten, von denen wir nur eine besprechen wollen:

Das negative Acknowledgement bezeichnet ein Paket mit der Nummer innerhalb des Fensters. Wenn wir uns vorstellen, daß ein Paket sehr lange verzögert wurde und dabei von allen Paketen seines Fensters überholt wurde, dann wird der Empfänger das Fehlen dieses Pakets monieren. Der Sender wiederholt das Paket, und der Konflikt sei gelöst. Es kann aber jetzt passieren, daß das ursprünglich aufgehaltene Paket doch noch beim Empfänger ankommt, und zwar in einem späteren Fenster. Es gelangen dann zwei Pakete mit derselben Nummer zum Empfänger, der dann nicht sicher entscheiden kann, welches nun das



**Bild 13.9:** Aufbau, Benutzung und Abbau einer virtuellen Verbindung nach X.25.  
Hinweis: Bild 13.9 stammt aus dem empfehlenswerten Markt&Technik-Buch »Datenkommunikation und lokale Computer-Netzwerke« von H. P. Blomeyer-Bartenstein und Dr. R. Both.

aktuelle und welches das überaltete ist. Die Wahrscheinlichkeit für einen solchen Konflikt steigt mit fallender Fenstergröße. Das Ende-zu-Ende-Protokoll einer höheren Ebene muß in der Lage sein, solche Konflikte abzufangen.

Als Basis für die Kommunikation wird ein genormtes Rahmenformat verwendet. Bestandteile des Frames:

*Flag:* Jeder Frame beginnt und endet mit einer Blockbegrenzung. Sie kann gleichzeitig Ende des einen und Anfang des nächsten Frames sein. Der Sender einer Station muß innerhalb eines Frames das Auftreten einer Bitkombination, die dem Flag entspricht, vermeiden. Deshalb fügt er automatisch nach fünf aufeinanderfolgenden »1« eine »0« ein. Der Empfänger decodiert entsprechend.

*Adreßfeld:* Es gibt in HDLC verschiedene Arten von Stationen, nämlich Leitsteuerungs-, Folgesteuerungs- und kombinierte Stationen. Leitsteuerungsstationen tragen die Verantwortung für die Organisation des Datenflusses und der Fehlerbehandlung. Je nachdem, ob Leit- und Folgestationen bzw. kombinierte Stationen miteinander kommunizieren, spricht man von unbalancierten bzw. balancierten Kommunikationsprozeduren zwischen diesen Stationen. Jede Station besitzt eine Adresse. Zwei Arten von Frames können ausgetauscht werden: Kommandoframes, die die Adresse der entsprechenden Gegenstation enthalten, und Responseframes, die die Adresse der eigenen Station enthalten.

*Kontrollfeld:* Hier befindet sich die Codierung für Kommandos und Responses, die in Zusammenhang mit dem Inhalt des Adreßfelds interpretiert werden muß, denn nur hieraus wird ersichtlich, ob es sich um ein Kommando oder eine Response handelt. Bei Frames, die zu übermittelnde Informationen enthalten, befindet sich in diesem Feld auch die Folgenummer. Als Fenstergröße ist 8 zugelassen.

*Informationsfeld:* Das Feld enthält die eigentlichen Daten, die übermittelt werden sollen. Frames, die nur Steuerungsfunktionen haben, haben ein leeres Feld.

*Blockprüfzeichen (FCS):* Nach dem bei Ethernet besprochenen Verfahren wird mit dem Generatorpolynom  $x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$  eine Frame-Check-Sequence erzeugt, die der Fehlererkennung gegenüber Übertragungsfehlern dient.

Durch die Kommandos werden innerhalb der Prozeduren die festgelegten Funktionalabläufe initiiert, durchgeführt und terminiert. Wir wollen auf diese Befehle nicht mehr näher eingehen. Statt dessen betrachten wir in Bild 13.4 ein Beispiel für die Kommunikation unter HDLC, wobei das Zeitdiagramm im Zusammenhang mit dem bisher Gesagten selbsterklärend ist.

Wichtig ist, daß die Prozeduren nach gewissen Zeitintervallen Ereignisse erwarten, auf die sie reagieren können. Treten diese Ereignisse nicht in der angemessenen Zeit ein, so muß die Prozedur versuchen, einen definierten Grundzustand zu erreichen. Schafft sie dies nicht in Zusammenarbeit mit der Partnerstation, so muß sie notfalls die Verbindung abbrechen.

## Die Vermittlungsschicht

Der Verkehr zwischen DEE und DÜE stellt nur die äußere Klammer für die Kommunikation dar. Real geht der Verkehr über das Netz den Weg DEE – DÜE – Netzknoten – Paketnetz – Netzknoten – DÜE – DEE. Wie bereits gesagt, unterstützt die Empfehlung X.25 virtuelle Verbindungen zwischen DÜEs. Über eine einzelne physikalische Verbindung aus-

reichender Leistungsfähigkeit kann eine ganze Reihe virtueller Verbindungen quasisimultan ablaufen, sofern jedes Datenpaket der unterliegenden Paketressource entsprechend adressiert ist. An der Schnittstelle zwischen DEE und DÜE können bis zu 16 logische Kanalgruppennummern und 256 logische Kanalnummern gebildet werden. So ergeben sich die schon eingangs erwähnten 4096 möglichen virtuellen Verbindungen. Die Kommunikation wird nunmehr über einen Satz Kontroll- und Datenpakete abgewickelt. Ein Paket besteht aus mindestens drei Oktetten. Die maximale Länge liegt bei 128 Byte. Ein Paket enthält verschiedene Angaben, wie Format, Kanalgruppennummer, Kanalnummer, Kennzeichen für Pakettyp, Adressen des rufenden und der gerufenen DEE, Länge des Felds zur Angabe von Leistungsmerkmalen (insbesondere Pakete zum Verbindungsaufbau), Benutzerangaben, Daten usw.

Bild 13.3 zeigt, welche Pakete bei Verbindungsaufbau, Datentransfer und Verbindungsabbau z.B. benötigt werden. Die Darstellung ist selbsterklärend. Die wichtigsten Steuerpakete sind:

- **Verbindungsanforderung:** Eine DEE wünscht über einen ausgewählten logischen Kanal eine Verbindung zu einer anderen DEE.
- **Ankommender Anruf:** Eine DEE merkt durch die DÜE, daß eine andere DEE mit ihr kommunizieren möchte.
- **Annahme des Anrufes:** Die gerufene DEE antwortet auf demselben logischen Kanal mit diesem Paket und versetzt den Kanal in den Zustand des Datentransfers.
- **Verbindung hergestellt:** Die rufende DEE erhält durch ihre DÜE dieses Paket als Reaktion auf das vorige. Jetzt weiß auch der Verbindungsrufer, daß der Kanal im Zustand des Datentransfers ist.
- **Auslösungsanforderung:** Eine DEE kann den Wunsch nach Auslösung einer virtuellen Verbindung mit diesem Paket anzeigen. Die Antwort darauf ist:
- **Auslösungsanzeige.**

Darüber hinaus gibt es noch sehr viele andere Pakete für die Diagnose einer fehlerhaft gewordenen Verbindung, für das Management und für andere Reaktionen auf die oben genannten Pakete. Es wird jedoch kein hundertprozentiger Transportservice, wie wir ihn auf der Ebene 4 erwarten, zur Verfügung gestellt.

Wir haben die Empfehlung X.25 überblickhaft besprochen. Mehr Einzelheiten sind für den durchschnittlichen Benutzer sicher nicht interessant, zumal er über den X.25-Schichten weitere Schichten bis zum Benutzer-Interface hat.

## 13.4 Router und Gateways

Router stellen einen zu Bridges komplementären Ansatz dar. Sie arbeiten auf der Schicht drei des OSI-Modells, der Vermittlungs- oder Netzwerkschicht. Router sind nicht protokolltransparent wie Bridges, sondern gehören einer bestimmten Protokollfamilie wie OSI, DECnet, TCP/IP oder XNS (Xerox Network Systems) an. Router tauschen im Rahmen von eigenen Management-Protokollen Informationen unter sich aus, um Wege durch die sie verbindenden Netze zu schalten. Erst sie formen ein richtiges Internetz, ein Netz zwischen

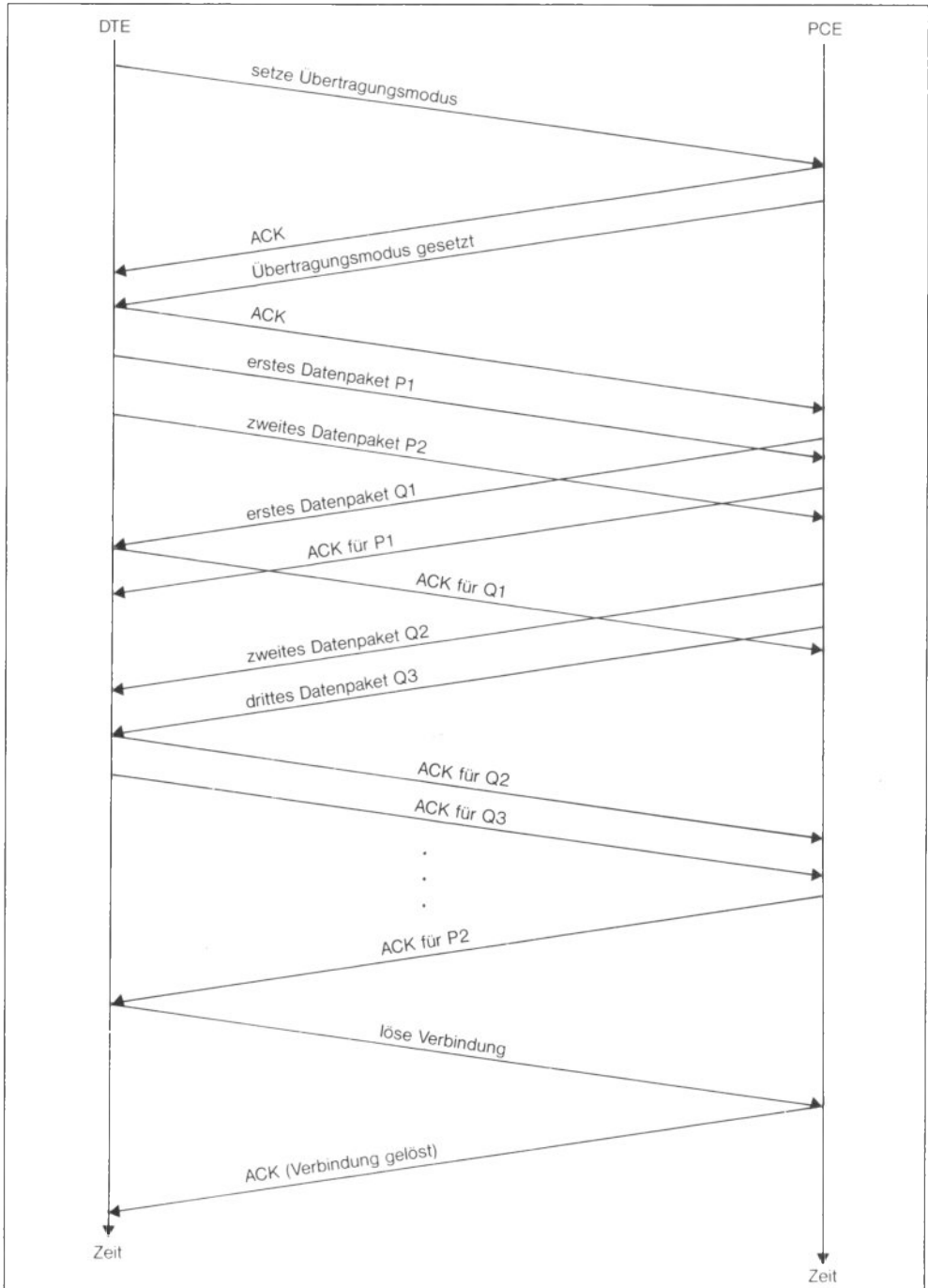
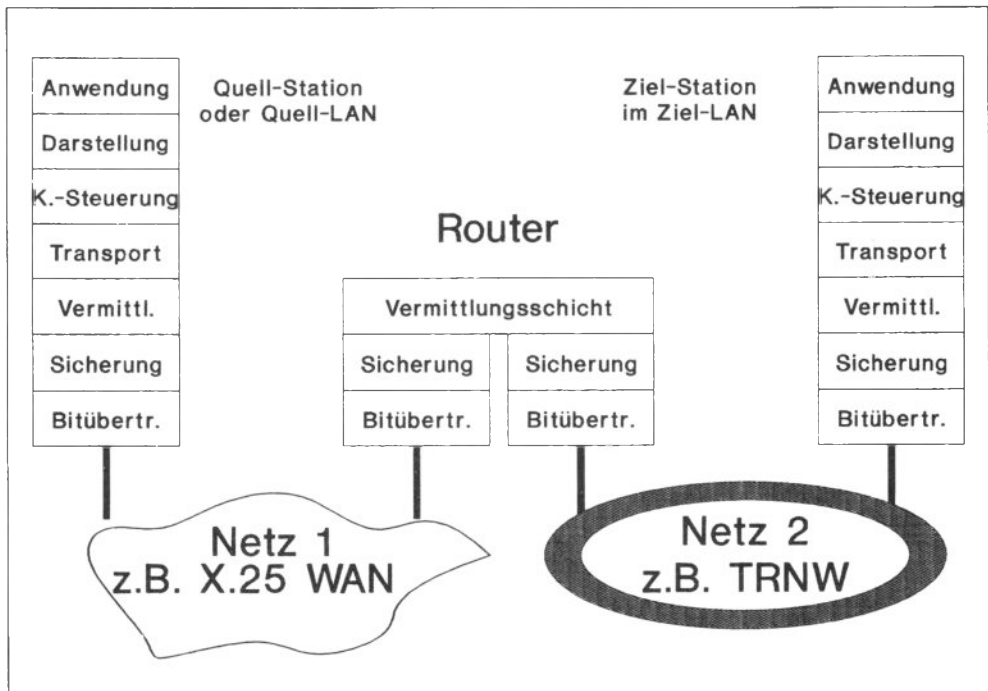


Bild 13.10: Vereinfachte DTE-DCE-Kommunikation mittels HDLC.

LANs. Sie erhöhen die Gesamt-Zuverlässigkeit der Internetz-Umgebung, da sie adaptive Routing-Algorithmen, intensive Filter und einige zusätzliche Sicherheitsmerkmale besitzen.

Eine Vorbedingung für die Benutzung von Routern ist die Festlegung von Standardprotokollen, die einheitlich im ganzen Netz benutzt werden, oder für den Teil des Netzes einheitlich relevant sind, der durch die Router verbunden werden soll. Für große Netzumgebungen ist es wichtig, daß dieser Protokollstack auf einer hierarchischen, statt einer flachen Adressierung beruht. Üblicherweise arbeiten Router bereichsorientiert. In Analogie zum Telefonnetz bearbeiten sie im Internetz die »Ortsnetzkennzahl«, leiten die Nachrichten weiter über einen geeigneten Weg zu dem Router, der dem Bereich entspricht, den die Vorwahl anspricht, und übergeben dann die weitere Verantwortung dem Zielbereich, der mit der einfachen »Teilnehmeranschlußnummer« das Zielgerät anspricht.

Router können mit äußerst unterschiedlichen Medien und Netzen zusammenarbeiten. TCP/IP-Router des US-ARPANET benutzen z.B. Ethernet, X.25, Radio- und Satellitenverbindungen.



**Bild 13.11:** Router-Architektur.

Nachteilig am Einsatz von Routern ist, daß alle Teilnetze nicht nur den gleichen Protokollstack haben müssen, sondern auch globalen Namens- und Adressierungskonventionen unterliegen. Das kann zu Problemen bei der Integration bestehender LANs führen. Bricht man große LANs in Teile, geht das nicht so einfach wie mit einer Bridge. Vielmehr müssen praktisch alle Geräte umnummeriert werden.

Andererseits gibt es aber auch eine Reihe von Vorteilen, die diese Nachteile oftmals völlig kompensieren. Dazu gehört z.B. die fast völlige Zeitentkopplung durch die hohe Speicherfähigkeit der Router, die bei Bridges nicht immer so gegeben ist. Man kann Netze mit Hunderten von Routern bauen, jedoch kaum mit sovielen Bridges.

Die Beschränkung auf einen Protokollstack ist sicherlich nicht mehr zeitgemäß. Sogenannte *Multiprotokoll-Router* können die wichtigsten Protokollstacks gleichzeitig behandeln.

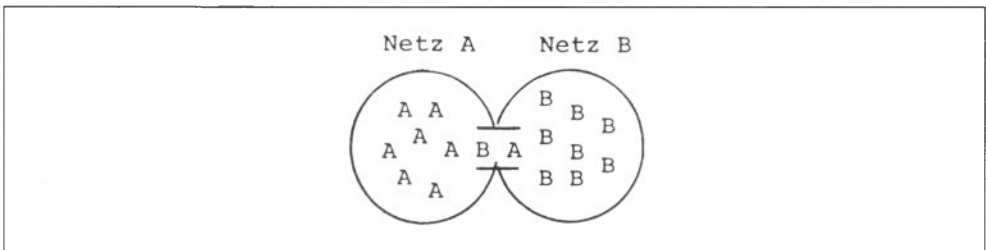
Router kosten in der Regel nur wenig mehr als Bridges, sind aber langsamer. Dafür sind sie intelligenter und können oftmals den Geschwindigkeitsnachteil dadurch ausgleichen.

Das PC-LAN-Welt-Terminologiegärtchen hat noch eine weitere Blüte herausgebracht: der *BROUTER*. Es ist dies eine Bridge mit Routing- Fähigkeiten bzw. ein kombiniertes Gerät.

Durch ein Gemisch von Routern und Bridges ist es also möglich, ein Internetz-Environment aus untereinander verbundenen LANs aufzubauen. Dabei müssen jedoch die Implementierungen der Schichten 3 bis 7 bzw. 4 bis 7 in den kommunizierenden Stationen gleichen Protokollstacks angehören.

Die Härte sind jedoch unterschiedliche Protokollstacks, also z.B. die Kommunikation zwischen einem SNA- und einem DECnet-Gerät. Da helfen nur noch *Gateways*.

Internetworking stellt in diesem Falle im wesentlichen ein »Interface«-Problem dar: Gegeben sind zwei disjunkte heterogene Netze, die bidirektional zu verbinden sind. Eine Lösung des Problems ist die Schaffung eines gemeinsamen (virtuellen) Knotens, des Gateways, der beiden Netzen gemeinsam ist. Er repräsentiert die gemeinsame Hard- und Software, die zur effizienten Abwicklung von netzübergreifendem Nachrichtentransport vonnöten ist. Daten, die von einem der beiden Netze in diesen Knoten geschickt werden, erscheinen durch diese »Tür« im anderen Netz. Zum Gedanken des Gateways siehe Bild 13.12.



**Bild 13.12:** Das Gateway, Tür zwischen Netzen.

Ein Gateway stellt einen intelligenten, aktiven Netzknoten dar. Bezüglich der Anzahl der Netze, die ein Gateway miteinander koppeln kann, besteht konzeptionell keine Beschränkung. Aus praktischen Gründen beschränkt man sich in der Regel auf zwei Netze.

Gateways haben mit unterschiedlichen Protokollen der einzelnen Netzarchitekturen zu kämpfen. Es obliegt ihnen also die Aufgabe, diese Differenzen auszugleichen. Als Gateway-Typen kommen im wesentlichen zwei in Frage:

- Medien-konvertierende Gateways (Translatoren), die die Lücke zwischen unterschiedlichen Protokollen der unteren zwei Schichten bei unterschiedlichen Transportmedien schließen, und
- Protokoll-konvertierende Gateways, die bei gleichen Übertragungsverfahren verschiedenartige Protokolle auf Netzwerkebene oder darüber abwickeln und ineinander abführen.

Meist wird man beide Typen zu einem Gateway zusammenfassen müssen, nämlich dann, wenn weder Medien noch höhere Schichten übereinstimmen. Gateways können technisch auf mehrere Arten realisiert werden:

- Das Gateway befindet sich real in einem der beteiligten Netze.
- Jedes der Netze hat Teil-Gateways, die miteinander kommunizieren.
- Das Gateway befindet sich in keinem der beiden Netze, sondern ist eine auftragsgesteuerte autonome Einheit, die Zugriff auf beide Netze hat und somit Nachrichten netzübergreifend austauschen kann.

Das Gateway sollte, wie die bereits besprochenen, Netze, und für diese zwei Services unterstützen:

*Datagram:* Übertragung aufeinanderfolgender Nachrichten zwischen Quelle und Ziel als unabhängige Einheiten mit allen Konsequenzen.

*Virtueller Schaltkreis:* Aufbau und Wartung einer logischen Verbindung zwischen Quelle und Ziel.

Bei der letzten Technik fällt für das Gateway eine Menge Arbeit an, muß es doch den logischen Kanal nach zwei Seiten derart unterstützen, daß dieser den Endbenutzern in beiden Netzen als transparenter Durchgriff erscheint. Dazu muß das Gateway insbesondere die verschiedenen Vorstellungen der beteiligten Netze von einem solchen VC berücksichtigen.

Wir besprechen die hierbei auftretenden Probleme der Reihe nach:

*Flußkontrolle:* Das Gateway sollte in der Lage sein, auf verschiedene Flußkontrollanforderungen in beiden Netzen eventuell durch Zwischenspeicherung von Nachrichten zu reagieren. Die letzte Verantwortung fällt jedoch den Ende-zu-Ende-Protokollen der höheren Schichten zu. Weiterhin muß das Gateway erkennen, wenn Nachrichten aus einem (leistungsfähigeren) Fremdnetz eine Überlastung auf einem (weniger leistungsfähigen) Zielnetz hervorrufen. In diesem Fall sollte es in der Lage sein, zu bremsen.

*Adressierung:* Ist ein weiterer wichtiger Punkt. Das Problem der Namensgebung für alle Teilnehmer am Kommunikationsverbundsystem sollte zum Aufbau eines praktikablen Verbunds im Hinblick auf die Möglichkeit einer eindeutigen Identifikationsmöglichkeit für jede Station im System gelöst werden. Hierfür gibt es im wesentlichen drei Konzepte:

- *Hierarchische Adressierung:* Die Zieladresse wird unterteilt in einzelne Teiladressen fester Rangfolge wie z.B. Ziel-Netz, Ziel-Adapter, Ziel-Port. Lokale Namen bleiben hierbei unverändert, jedoch können einem einzigen logischen Namen mehrere Adressen zugeordnet werden. Diese Verfahren findet man in der Praxis oft.



- **Flache Adressierung:** Alle beteiligten Stationen werden linear durchnummeriert. Durchsetzungsschwierigkeiten sind ein hauptsächlichlicher Hinderungsgrund für dieses Konzept. Nachteilig ist auch, daß man aus Teilen der Adresse z.B. nicht mehr das Zielnetz lokalisieren kann.
- **Wegbeschreibende Adressierung:** Mittels Aneinanderreihung partieller Wegadressen erfolgt durch den Sender eine komplette Festlegung des Datentransportweges. Hier werden die Grenzen zwischen Routing und Adressierung verwischt. Das Verfahren wird Anwendung finden bei der Kopplung über mehrere Netze hinweg. Es erinnert an das Telefonnummernschema.

Das Routing über Netzgrenzen hinweg ist wie bei Routern eine weitere wichtige Aufgabe des Gateways. Wie wir bereits gesehen haben, ist die Frage der Adressierung mit dem Routing-Problem verknüpft. So verlangt flache Adressierung von jedem mit Routing-Aufgaben betrauten Knoten, daß er selbst den besten Weg zu jedem denkbaren Bestimmungsort ermitteln kann. Hierarchische Adressierung gestattet den Routing-Knoten, nur über die optimalen Wege zu Zielen innerhalb der Local Area und zu anderen Areas Bescheid zu wissen. Diese Aufgabe ist in der Regel jedoch bereits komplex genug.

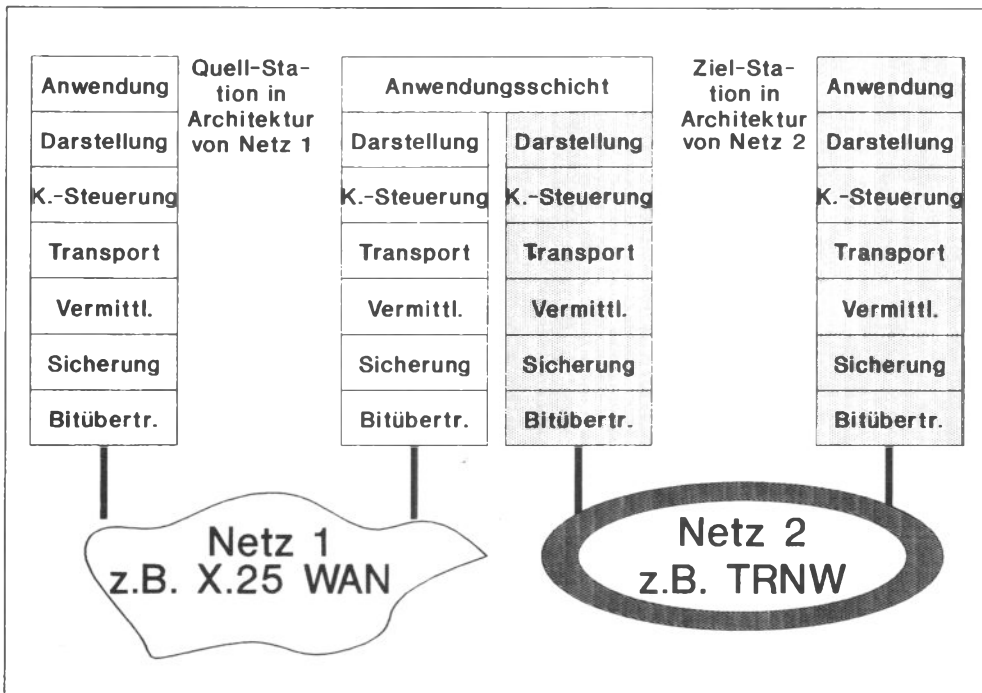


Bild 13.13: Gateway-Architektur.

Oberstes Ziel bei der Lösung von Problemen im Bereich Routing und Adressierung ist die Wahrung der Unabhängigkeit der lokalen Teilnetze, in denen jeweils individuelle Techniken stattfinden. Zum Routing selbst sind einerseits Datenstrukturen zu implementieren, die

Informationen über Existenz und relative Vorzüge von Nachrichtenübertragungswegen speichern, und andererseits Kontrollstrukturen, die beschreiben, wie diese Informationen zu gewinnen sind und welche Schlüsse aus ihnen zu ziehen sind.

*Fragmentierung:* Es treten Probleme auf, wenn die beteiligten Netze mit unterschiedlichen Paketgrößen arbeiten. Dann nämlich müssen die Pakete gegebenenfalls zerlegt und wieder zusammengesetzt werden. Dafür gibt es zwei wesentliche Strategien:

- *Internetz-Fragmentierung:* Pakete, die ein Teilnetz passieren wollen und dessen Maximal-Paketgröße überschreiten, werden in kleinere Pakete aufgespalten, unabhängig voneinander im Netz transportiert und erst an ihrem Bestimmungsort wieder zusammengesetzt. Dies verlangt für jede Empfangsstation geeignete Mechanismen.
- *Intranetz-Fragmentierung:* Wird dem netzwerkspezifischen Treiber ein zu großes Paket präsentiert, so übernimmt er es, es in dem Netz angepaßter Weise zu zerlegen, und der entsprechende Treiber am »Ausgang« dieses Netzes übernimmt das Zusammensetzen. Nachteilig hierbei ist, daß alle Teilpakete dasselbe Gateway als Ausgang aus dem Netz benutzen müssen, da sonst kein Gateway in der Lage ist, das ursprüngliche Paket zu rekonstruieren. Dieser Nachteil ist jedoch eher akademischer Natur. Bei VCs geht ohnehin alles über eine Zielstation. Eine weitere Möglichkeit wäre natürlich die Festsetzung von Standard-Paketgrößen. Dieser Vorschlag hat sich jedoch bis heute nicht durchsetzen können. Alleine die LAN-Konzepte haben alle unterschiedliche Paketformate.

*Gebührenberechnung* ist der letzte Punkt, auf den wir eingehen wollen. In einem autonomen LAN fallen in der Regel keine Gebühren an. Wird jedoch z.B. ein öffentliches Netz als Koppelement zwischen LANs verwendet, so taucht die Gebührenfrage plötzlich auf. Kriterien für Gebühren sind z.B.e Paketanzahl, Bitanzahl, Entfernung, VC-Zeit, Dienstqualität. Gateways stellen eine neue Quelle für den Nachrichtenverkehr dar. Man muß die Herkunft einzelner Nachrichten unterscheiden können und verkehrsanteilige Raten jeder gewünschten Quelle aufzeichnen. Für jede beteiligte Station muß eine separate Berechnung für ankommende und abgehende Daten durchgeführt werden können.

Bisher haben wir uns in diesem Buch vorwiegend mit der Kommunikation aus dem Blickwinkel der DOS-Rechner befaßt. Neben DOS gibt es jedoch noch mindestens ein anderes Betriebssystem, welches auch auf dem PC-Sektor eine hohe Verbreitung hat, die sich in Zukunft weiter steigern wird: Unix und seine Derivate.

Unix ist prinzipiell ein Mehrbenutzerbetriebssystem. Dies ist jedoch nicht so zu verstehen, als könne man es nicht auf entsprechend gut ausgestatteten Einplatzsystemen einsetzen.

In vielen Bereichen ist die Diskussion über die Notwendigkeit von Abteilungsrechnern (Superminis) nicht abgeschlossen, insbesondere wenn man einen gemischten Verbund aus Ein- und Mehrplatzsystemen betrachtet.

Die meisten Minis und Superminis (zum Beispiel AT/T 3B, IBM 6150, IBM 9373, PCS, Siemens,...) arbeiten entweder ausschließlich unter Unix oder verwenden Unix neben anderen, eher maschinengebundenen Betriebssystemen.

Gerade für einen gemischten Betrieb ist Unix ideal, weil Betreiber und Anwender nur ein Betriebssystem kennen müssen. In vielen Fällen steht den Anwendern auch eine ergonomische Benutzeroberfläche zur Verfügung.

Ein weiteres Anwendungsfeld ergibt sich durch Unix-Workstationverbünde (zum Beispiel SUN), bei denen die Leistung der Workstations mindestens in der AT-Klasse liegt, die im Verbund eingegliederten Server noch einiges mehr können.

Schließlich sind für die gängigsten Großrechnersysteme Unix-Implementierungen verfügbar (IBM /370, DEC VAX), die entweder unmittelbar auf den Möglichkeiten der Maschine agieren oder im Rahmen eines Großrechnerbetriebssystems durch z.B. eine virtuelle Maschine emuliert werden.

Es gibt auf verschiedenen Ebenen vielfältige, leistungsfähige und bequeme Kommunikationsmöglichkeiten zwischen Unix-Systemen. Wir wollen sie in diesem Kapitel vorstellen.

## 14.1 Unix – Einführung und Historisches

Unix ist

- dialogorientiert, das heißt, der Benutzer arbeitet interaktiv mit dem Rechner,
- multiuserfähig, das heißt, mehrere Benutzer können gleichzeitig mit einem Rechner arbeiten und

- multitaskingfähig, das heißt, ein Benutzer kann mehrere Prozesse parallel ablaufen lassen.

Man kann die Software, die Unix ausmacht, in drei große Bereiche einteilen:

Der erste Bereich ist der des klassischen Betriebssystems. Dieser kontrolliert und verwaltet den Computer. Dazu gehören die Aufteilung des Speichers, die Erzeugung, Verwaltung und Auflösung von Prozessen, die Regelung des Zugriffs auf Ein-/Ausgabegeräte und der Schutz vor unberechtigtem Zugriff auf Dateien.

Der zweite Bereich ist der Teil von Unix, der den Dialog zwischen dem Benutzer und dem Rechner ermöglicht. Dieser Kommunikationsprozessor heißt in Unix »Shell«. Die Shell wartet auf Eingaben des Benutzers. Diese Eingaben werden dann auf Korrektheit überprüft und danach die angeforderten Operationen ausgeführt. Dazu hat die Shell z.B. auch die Möglichkeit, neue Prozesse zu starten. Die Aufgabe der Shell ist in den meisten anderen Betriebssystemen in den ersten Teil integriert. Die bei Unix vorgenommene Aufteilung hat den Vorteil, daß die Schnittstelle Benutzer/Rechner leicht speziellen Bedürfnissen angepaßt werden kann, ohne das eigentliche Betriebssystem manipulieren zu müssen. Es gibt z.B. Shells, die mit einem Grafik-Terminal arbeiten und dessen Möglichkeiten ausnutzen (Window-Technik).

Der dritte Teil ist eine große Anzahl von sogenannten »Tools«, die die Arbeit mit dem Rechner erleichtern. Dazu gehören u.a. verschiedene Editoren (ed, vi), Compiler (C, Pascal, Lisp), Programme zur Unterstützung der Entwicklung neuer Compiler (lex, yacc), zur Kommunikation (mail, uucp) und zur Softwarewartung (SCCS).

Unix entstand als Ableger des von den Bell Laboratories, MIT und General Electric entwickelten großen Betriebssystems Multics. Als Konsequenz aus den bei der Konzeption von Multics gemachten Fehlern entwickelte Ken Thompson Anfang der 70er Jahre in den Bell Labs die erste Version von Unix. In ihr waren schon viele grundsätzliche Vorzüge von Unix enthalten. Zu Ken Thompson stieß bald darauf Dennis Ritchie, der kurz davor die Programmiersprache »C« entwickelt hatte. Zusammen schrieben sie eine Version von Unix, die bis auf einen ganz kleinen Teil (ca. 1000 Assemblerzeilen) in C erstellt war. Diese auf einer PDP 11/70 von DEC laufende Version war auch die erste, die zu Testzwecken an mehreren amerikanischen Universitäten eingesetzt wurde. Durch den mittels C erreichten hohen Grad an Portabilität von Unix wurde seine Verbreitung und Implementierung auf vielen verschiedenen Rechnern entscheidend unterstützt.

Zur Zeit gibt es zwei aktuelle Versionen von Unix. Die erste, Unix 4.3BSD, stammt von der Berkley-Universität in Kalifornien. Sie wurde im Rahmen eines Regierungsprogramms des DoD (Departement of Defence) entwickelt. Auf den meisten VAX-Rechnern mit Unix läuft diese oder eine der vorangegangenen Versionen (4.1BSD, 4.2BSD). Die zweite Version ist das Unix-System V (Release 2) von AT&T, dem Eigentümer der Bell Labs. Sie ist die von einer Abteilung im AT&T, der Unix-Support-Group (USG), entwickelte Version für den kommerziellen Markt. Leider sind die beiden Versionen nicht voll kompatibel, dies soll sich aber in der nächsten Zeit ändern.

Daneben gibt es noch eine Vielzahl von Eigenentwicklungen, die sich aber in den allermeisten Fällen nur durch den Namen von einer der beiden Hauptvarianten unterscheiden (Ultrix von DEC, Xenix von Microsoft, Sinix von Siemens, AIX von IBM, ...).

Neben internationalen Standardisierungsbestrebungen bemüht sich insbesondere die sogenannte X/OPEN-Gruppe, eine Initiative bedeutender europäischer Computerhersteller mit engem Kontakt zu AT & T sowie IBM, den Austausch von unter Unix portierbarer Anwendungssoftware zu intensivieren. Neben einer Straffung der Software-Entwicklungskosten durch die Vermeidung von Parallelentwicklungen werden Software-Interfaces erarbeitet, die eine transparente Nutzung der bestehenden und zu entwickelnden Software ermöglichen.

## **14.2 Die Basis für die Kommunikation**

Unix-Systeme brauchen natürlich auch eine nachrichtentechnische Basis für ihre Kommunikation. Diese Basis hat hier ebenfalls hohen Einfluß auf Flexibilität und Leistungsfähigkeit.

Die einfachste Kommunikation geschieht unter Zuhilfenahme der Standardschnittstellen wie V.24. Hierfür existieren entsprechende Programme und Mechanismen, die den Austausch von Informationen auf der Benutzer- und Prozeßebene ermöglichen. Die Verbindungen zwischen den Standardschnittstellen können dabei entweder real über kurze Distanzen mit Kabeln oder virtuell über größere Distanzen mittels lokalen oder öffentlichen Netzen realisiert werden.

Eine andere Möglichkeit ist die schnelle Kommunikation auf der Basis lokaler Netze, die auch höherwertige logische Verbunde ermöglicht. Das Standardsystem hierbei ist, wie aus der historischen Entwicklung nicht anders zu erwarten, das Ethernet. Andererseits besteht kein Grund dafür, nicht irgendein anderes System nach IEEE 802 einzusetzen, also zum Beispiel Token-Ring.

Wir besprechen zunächst die generell auf den Standardschnittstellen zur Verfügung stehenden Möglichkeiten. Danach wenden wir uns wichtigen Schicht-3/4-Konstrukten zu, die sowohl für langsamen als auch für schnellen Verbund auf vielen Rechnernetzen benutzt werden können. Schließlich betrachten wir höherwertige Verbunde auf dieser Basis.

## **14.3 Kommunikationsmöglichkeiten auf Standardschnittstellen**

Eines der vielen Hilfsmittel, die Unix zur Verfügung stellt, ist das der Benutzerkommunikation. Dieses Hilfsmittel kann man grob in zwei Gebiete aufteilen. Der erste Teil ist der der Interprozeßkommunikation. Dieser ermöglicht es, Programme zu schreiben, die mit anderen Programmen kommunizieren. Das kann über einen gemeinsamen Speicherbereich geschehen oder z.B. dadurch, daß Nachrichten verschickt werden. Ein durchschnittlicher Benutzer wird dieses Hilfsmittel seltener verwenden.

Der zweite Teil umfaßt Programme, die es dem Benutzer gestatten, interaktiv Texte oder Mitteilungen an andere Benutzer zu senden.

### **Interprozeßkommunikation**

Bei der Interprozeßkommunikation ergeben sich weitreichende Differenzen zwischen Unix-System V und Unix 4.2BSD. Dies liegt daran, daß die Interprozeßkommunikation in den gemeinsamen Wurzeln der beiden Unix-Derivate noch nicht implementiert war. Da Unix 4.2BSD im Auftrag des Verteidigungsministeriums (DoD) entwickelt wurde und es dort zu dieser Zeit schon ein Protokoll für die Kommunikation zwischen zwei Unix-Rechnern gab, sollte es auch zur Grundlage der Interprozeßkommunikation werden. Diese Forderungen lagen bei der Entwicklung des Unix-System V nicht zugrunde.

Bedingt durch diese großen Differenzen wird die Interprozeßkommunikation im folgenden in zwei Abschnitten für die beiden Varianten dargelegt.

### **Interprozeßkommunikation bei Unix 4.3BSD**

Im Auftrag der Defence Advanced Research Projects Agency (DARPA) waren von der Berkeley-Universität in Kalifornien Internetkommunikationsprotokolle wie TCP/IP und Internet entwickelt worden. Eine Forderung bei der Entwicklung von Interprozeßkommunikations-Konstrukten von Unix 4.3BSD war, daß diese Kommunikation auch unter Benutzung der DARPA-Protokolle stattfinden können sollte.

Der zugrundeliegende Mechanismus bei der Interprozeßkommunikation in Unix 4.3BSD sind »sockets«. Diese »Sockel« sind die Endpunkte von Kommunikation zwischen zwei Prozessen. Jeder »socket« hat eine ihm zugeordnete Adresse. Um die Interprozeßkommunikation möglichst protokollunabhängig zu halten, gibt es verschiedene Kommunikationsbereiche. Eine charakteristische Eigenschaft solcher Bereiche ist es, daß die Interprozeßkommunikation in einem Bereich das gleiche Adressenformat benutzen. Ein einzelner »socket« kommuniziert normalerweise nur in einem Bereich.

Zwei der in Unix 4.3BSD implementierten Kommunikationsbereiche sind der Unix-Bereich und der Internet-Bereich.

Im Unix-Bereich werden die Adressen durch die Angabe eines Dateinamens im Dateisystem eines Rechners gebildet. Dadurch wird die Adresse des »sockets« eindeutig festgelegt. Der Vorteil dieses Kommunikationsbereichs ist die einfache Bildung solcher Adressen. Der Nachteil ist, daß damit die Interprozeßkommunikation nur zwischen Prozessen auf einem Rechner möglich ist.

Im Internet-Bereich werden als Adressen für »sockets« Internet-Adressen verwendet. Diese bestehen aus einer 32-Bit-Rechnernummer und einer 16-Bit-Kanalnummer auf dem Rechner. Jeder Rechner, der mit einem anderen Rechner mittels der DARPA-Internet-Protokolle kommuniziert, hat eine eindeutige Rechnernummer. Durch die 32 Bit lange Adresse können also maximal  $2^{32}$  (ca. 4 Milliarden) Rechner spezifiziert werden. Über die 16 Bit lange Kanaladresse können für jeden Rechner  $2^{16}$  (= 65.536) verschiedene Adressen gebildet werden.

Der Vorteil dieses Kommunikationsbereiches liegt in der rechnerübergreifenden Adressierung. Der Nachteil ist die im Vergleich zum Unix-Bereich schwierigere Adressenbildung, da dazu die Rechnernummer bekannt sein muß und über spezielle Aufrufe eine freie Kanalnummer erzeugt werden muß.

Es gibt für die verschiedenen Bedürfnisse der IPC verschiedene Varianten der »sockets«. Nicht alle dieser Varianten sind in allen Kommunikationsbereichen verfügbar. Wenn eine

Variante in einem Kommunikationsbereich verfügbar ist, so kann sie dort auch mit verschiedenen Protokollen implementiert sein. Die Auswahl eines Protokolls kann dann durch den Benutzer erfolgen. Im folgenden werden die verfügbaren »socket«-Typen einzeln dargestellt.

**SOCK-STREAM:** »stream sockets« stellen zuverlässige und geordnete Duplex-Verbindungen zur Verfügung. Hierbei gehen keine Daten verloren oder werden dupliziert, und die internen Blockungen der Daten werden aufgelöst. Dieser Typ der »sockets« wird im Internet-Bereich durch das TCP/IP-Protokoll unterstützt. Im Unix-Bereich wird ein Paar dieser »stream-sockets« zur Implementierung der »pipes« verwendet.

**SOCK-SEQPACKET:** »sequenced packet sockets« haben fast die gleichen Eigenschaften wie die »stream sockets«. Der einzige Unterschied ist, daß die Blockungen der übertragenen Daten erhalten bleiben. Dieser Typ wird in dem NS-Bereich durch das »Xerox Network Services sequenced packet protocol« unterstützt.

**SOCK-DGRAM:** »datagram sockets« übermitteln Nachrichten variabler Größe. Es gibt hierbei keine Garantien, daß Nachrichten in der gleichen Reihenfolge ankommen, in der sie abgesendet wurden, noch daß sie nicht dupliziert werden oder überhaupt ankommen. Das einzige, was sichergestellt wird, ist, daß die Größe der Nachricht erhalten bleibt (falls sie ankommt). Dieser »socket«-Typ wird im Internet-Bereich durch das UDP-Protokoll unterstützt. Im LAN-Bereich kann der Datagrammverkehr durch die einfachen Implementierungen der Logical Link Control unterstützt werden.

**SOCK-RDM:** »reliably delivered message sockets« garantieren, daß abgesendete Nachrichten beim Empfänger ankommen, verhalten sich aber sonst genau wie die »datagram sockets«. Dieser Typ wird zur Zeit von keinem Kommunikationsbereich unterstützt.

**SOCK-RAW:** »raw sockets« erlauben den direkten Zugriff auf die Protokolle, die die anderen »socket«-Typen unterstützen. So kann man z.B. im Internet-Bereich das »Internet Protocol« (IP) benutzen, auf das bei den »stream sockets« das »Transmission Control Protocol« (TCP) aufsetzt. Diese »raw sockets« sind für die Entwicklung neuer höherer Protokolle vorgesehen.

Der Mechanismus der »sockets« wird durch eine Menge von Systemaufrufen zur Verfügung gestellt. Der Aufruf »socket« erzeugt einen neuen »socket«. Als Argumente werden diesem Aufruf der Name des zu benutzenden Kommunikationsbereichs, der »socket«-Typ und der Name des zu benutzenden Protokolls übergeben. Als Funktionswert liefert der Aufruf einen »socket descriptor«. Dieser enthält u.a. einen Verweis auf eine »socket structure«, in der der »socket«-Typ, der »socket«-Zustand und die Daten in den Warteschlangen für die Ein-/Ausgabe stehen.

Damit ein anderer Prozeß auf den »socket« zugreifen kann, muß der »socket« einen nach außen sichtbaren Namen erhalten. Dieser Name wird dem »socket« mit dem Systemaufruf »bind« zugeordnet. Die Parameter von »bind« sind der »socket descriptor«, ein Verweis auf den Namen und die Länge des Namens in Byte. Der Inhalt des Byte-Felds und dessen Länge richtet sich nach dem verwendeten Adreßformat und damit nach dem Kommunikationsbereich.

Um eine Verbindung zweier »sockets« herzustellen, verwendet man den Systemaufruf »connect«. Dessen Parameter entsprechen syntaktisch denen des »bind«. Dabei bezeichnet

der »socket descriptor« den lokalen Endpunkt der Verbindung und der Name den Namen des »sockets«, mit dem die Verbindung hergestellt werden soll.

### **Interprozeßkommunikation in Unix-System V**

Bei der Entwicklung vom Unix-System V wurde bezüglich der Interprozeßkommunikation ein anderer Weg eingeschlagen. Grundsätzlich werden nur Mechanismen zur Verfügung gestellt, die die Kommunikation auf einem Rechner ermöglichen. Darüber hinaus gibt es nicht einen Mechanismus wie die »sockets« bei Unix 4.3BSD, sondern deren drei:

- »messages«
- »semaphores«
- »shared memory«.

Für jeden der Mechanismen gibt es Systemaufrufe zu ihrer Erzeugung, ihrer Kontrolle und ihrer Benutzung. Im folgenden werden die drei Kommunikationsmöglichkeiten einzeln betrachtet.

#### **Messages**

Die erste Form der Interprozeßkommunikation beim Unix-System V wird durch den Mechanismus der Messages zur Verfügung gestellt. Damit können Prozesse Nachrichten an andere Prozesse senden. Um eine zeitliche Entkopplung zwischen dem Erzeuger und dem Konsumenten von Nachrichten zu ermöglichen, gibt es Systemaufrufe zur Erzeugung eines Warteraums für diese Nachrichten. Die Verwaltung der Warteräume wird mittels der First-In-First-Out-(FIFO-)Strategie durchgeführt, daß heißt, daß die Nachrichten in der Reihenfolge ihres Eintreffens im Warteraum an die konsumierenden Prozesse abgegeben werden.

Um den Mechanismus der Messages benutzen zu können, muß ein Prozeß einen Warteraum erzeugen. Dafür gibt es den Systemaufruf »getmsg«. Dieser liefert einen Deskriptor für den Warteraum, über den er bei nachfolgenden Operationen auf ihm angesprochen werden kann. Andere Prozesse, die den gleichen Warteraum benutzen möchten, um dadurch mit dem Erzeuger Nachrichten auszutauschen, müssen ebenfalls den Systemaufruf »getmsg« durchführen. Durch die Parameter von »getmsg« wird spezifiziert, ob ein neuer Warteraum erzeugt oder ob ein schon erzeugter Warteraum mitbenutzt werden soll. Im folgenden kann dann mit dem Systemaufruf »msgsend« eine Nachricht in den Warteraum eingetragen und mit »msgrcv« aus dem Warteraum entnommen werden. Durch die Möglichkeit, Nachrichten mit einem Typ zu versehen, der beim »msgrcv« angegeben werden kann, ist es möglich, das starre FIFO-Prinzip zu durchbrechen und eigene Verwaltungsstrategien für die Warteräume einzuführen.

#### **Semaphore**

Das Wort Semaphor ist dem Griechischen entliehen und bedeutet Signal oder Lichtzeichen. Diese Übersetzung trifft auch den Verwendungszweck der Semaphore: sie dienen der Prozeßsynchronisation. Es ist möglich, den Wert von Semaphoren zu verändern und abzufragen. Wenn sich z.B. zwei Prozesse um den Zugriff auf einen Drucker bewerben, so sollte sichergestellt sein, daß nicht beide gleichzeitig ihre Daten zum Drucker senden. Dieses Problem kann mit Hilfe der Semaphore elegant gelöst werden. Dazu wird ein Semaphor erzeugt, das den Anfangszustand »grün« hat. Wenn ein Prozeß drucken möchte,



führt er zuvor eine Operation durch, die darauf wartet, daß das Semaphor »grün« zeigt. Sobald dies der Fall ist, wird das Semaphor wieder auf »rot« gesetzt, und der Prozeß kann drucken. Nach Beendigung des Druckens setzt er das Semaphor wieder auf »grün«. Falls ein Prozeß gerade den Drucker belegt und der andere Prozeß auch drucken möchte, wird der zweite Prozeß so lange blockiert, bis der erste Prozeß das Semaphor wieder auf »grün« gesetzt hat und damit anzeigt, daß er den Drucker wieder freigegeben hat.

Der Leser kennt bereits ein sehr eingeschränktes Semaphor: das Token aus dem Token-Ring. Im Unix-System V bietet der Mechanismus der Semaphore noch mehr Möglichkeiten als die oben dargestellten. So können nicht nur einzelne Semaphore erzeugt, abgefragt und gesetzt werden, sondern Felder von Semaphore. Dies ermöglicht es, den gleichzeitigen Zugriff auf verschiedene Betriebsmittel zu erhalten. Durch dieses Prinzip des Alles-oder-Nichts können Deadlocks vermieden werden, wie sie bei einer iterativen Belegung auftreten können.

### **Shared Memory**

Die dritte Form der im Unix-System V verwendeten Kommunikationsmechanismen ist die des »shared memory«. Die zugrundeliegende Idee ist, einen Speicherbereich so einzurichten, daß er von mehreren Prozessen genutzt werden kann. Dies ist normalerweise nicht der Fall, da in Unix jeder Prozeß seinen eigenen virtuellen Adreßraum hat, der dann durch geeignete Algorithmen auf den realen Speicher abgebildet wird. Dies bedeutet, daß zwei Prozesse die gleichen Speicheradressen verwenden können, ohne sich die dort abgelegten Daten gegenseitig zu überschreiben. Dadurch wird es aber auch unmöglich gemacht, über den Speicher Daten auszutauschen. Hierfür steht nun der Mechanismus des »shared memory« zur Verfügung. Dieser Mechanismus erlaubt es, daß Teile des virtuellen Adreßraums von Prozessen auf den gleichen realen Adreßraum abgebildet werden.

Um zu verhindern, daß mehrere Prozesse gleichzeitig auf den gemeinsamen Speicherbereich schreiben und dadurch die Daten inkonsistent werden, wird der eigentliche Zugriff auf den gemeinsamen Speicher über zwei Systemaufrufe geregelt. Mit »shmat« (shared memory attach) bewirbt sich ein Prozeß um den Zugriff auf einen gemeinsamen Speicherbereich. Wenn dieser gerade von einem anderen Prozeß benutzt wird, wird der sich bewerbende Prozeß blockiert, bis der Zugriff wieder frei ist. Nach Beendigung des Zugriffs gibt die Operation »shmdt« (shared memory detach) den gemeinsamen Speicherbereich wieder frei.

### **Benutzerkommunikation**

Das Versenden von Texten oder Mitteilungen kann unabhängig davon durchgeführt werden, ob der Adressat im Moment am Rechner sitzt. Man kann sich das ganze wie eine Post vorstellen – Briefe verschicken und empfangen – und so heißt eines der Programme auch »mail«. Wenn man selbst eine Nachricht bekommt, erscheint auf dem Bildschirm, an dem man sitzt, ein entsprechender Hinweis. Falls die Nachricht verschickt wurde, als man nicht an einem Terminal saß, bekommt man den Hinweis bei der nächsten Benutzung des Rechners.

Um eine Nachricht an jemanden senden zu können, muß man dessen Namen wissen. Dieser wird für jeden Benutzer des Rechners festgelegt und muß auf dem Rechner eindeu-

tig sein. In den meisten Fällen entspricht der Benutzername dem Nachnamen, dies muß aber nicht so sein. Wenn es z.B. auf einem Rechner zwei Benutzer mit dem Nachnamen Müller gibt, so könnte der erste »müller1« und der zweite »müller2« heißen. Es gibt eine spezielle Datei, in der für jeden Benutzer dessen voller Name und dessen Unix-Name eingetragen ist.

## Mail

Das Verschicken einer Nachricht läuft nun folgendermaßen ab: Mit »mail kauffels« wird das Programm aufgerufen, um eine Nachricht an den Benutzer mit dem Unix-Namen »kauffels« zu schicken. Danach kann man direkt den Text eintippen. Wenn man fertig ist, wird der Text mit einer Zeile, die als einziges Zeichen einen Punkt enthält, abgeschlossen. Damit ist die Aufgabe für den Absender erledigt. Der Empfänger der Nachricht muß das Programm »mail« ohne Parameter aufrufen, um die Nachricht zu lesen. Wenn mehrere neue Nachrichten angekommen sind, werden sie durchnummeriert und eine Liste mit Nummer und Absender ausgegeben. Der Empfänger kann nun die gewünschte Nachricht durch Eingabe der entsprechenden Nummer auswählen. Diese Nachricht wird dann auf seinem Bildschirm ausgegeben. Nachdem eine Nachricht gelesen wurde, gibt es mehrere Möglichkeiten. Der Empfänger kann die Nachricht löschen, damit ist sie unwiederbringlich verloren. Er kann die Nachricht auch abspeichern lassen, dann wird die Nachricht in einer speziellen Datei bei ihm abgelegt. Er kann auch eine Antwort auf die Nachricht schicken. Nachdem er die Antwort eingegeben und wie beim Versenden abgeschlossen hat, wird sie an den Absender der zuletzt gelesenen Nachricht geschickt.

Wenn man eine Nachricht an mehrere Personen gleichzeitig verschicken möchte (z.B. Einladung zu einem Vortrag an die ganze Abteilung), kann man das durch »mail«, gefolgt durch eine Liste der Adressaten, erreichen. So würde »mail kauffels baumgarten kuehn« den nachfolgend eingegebenen Text an die drei Personen verschicken.

Bis jetzt lief noch alles auf einem Rechner ab. Man kann aber auch Nachrichten an Personen auf einem anderen Rechner verschicken, wenn die beiden Rechner verbunden sind. Dazu muß man drei Dinge wissen:

- den Namen des Empfängers auf dem anderen Rechner
- den Namen des anderen Rechners
- und ob die beiden Rechner verbunden sind.

Wenn man den Namen des anderen Rechners kennt und die beiden Rechner verbunden sind, kann man an die gewünschte Person eine Nachricht verschicken. Dies funktioniert genauso, als wenn man eine Nachricht an einen Benutzer des lokalen Rechners schicken will. Der einzige Unterschied ist, daß vor den Namen des Adressaten der Name des Rechners, gefolgt von einem »!« gesetzt wird. Wenn es z.B. einen Benutzer »lange« auf dem Rechner »vax1« gibt, (und »vax1« mit dem lokalen Rechner verbunden ist), kann man mit »mail vax1!lange« eine Nachricht an ihn schicken.

Wenn der lokale Rechner nicht mit einem dritten Rechner verbunden ist, wohl aber ein vom lokalen Rechner aus zu erreichender, so kann man eine Nachricht über den zweiten an den dritten Rechner schicken. So würde durch »mail vax1!vax2!müller« eine Nachricht an den Benutzer »vax2!müller« auf dem Rechner »vax1« geschickt. Der Rechner »vax1«

interpretiert die Adresse als eine Aufforderung, die Nachricht an den Benutzer »müller« auf dem Rechner »vax2« zu senden.

Die ankommenden Nachrichten werden auf jedem Rechner in einem speziellen Directory abgelegt. In diesem Directory wird für jeden Benutzer, der eine Nachricht bekommt, eine eigene Datei angelegt, in der die Nachrichten abgelegt werden.

Wenn die Nachrichten mittels »mail« gelesen worden sind, werden sie dort automatisch gelöscht. Dadurch kann »mail« immer genau feststellen, ob es neue Nachrichten für einen Benutzer gibt und ihm eine entsprechende Mitteilung machen.

### **uuto/uupick**

Wenn man größere Dateien verschicken möchte, ist »mail« nicht mehr das optimale Hilfsmittel. Wenn man z.B. einen Programmtext an jemanden verschicken will, muß der Empfänger die Nachricht lesen, sie dann in eine eigene Datei schreiben und danach diese Datei editieren, um die durch »mail« hinzugefügten Informationen wie Absender und Uhrzeit wieder zu entfernen. Stattdessen sollte der Absender in diesen Fällen die Befehle »uuto« und »uupick« verwenden. (Das »uu« in den Namen genau wie bei »uuname« steht für »Unix to Unix«.) Mit »uuto« kann man Dateien an Benutzer sowohl auf dem lokalen wie auch auf anderen, erreichbaren Rechnern senden. Analog zu den obigen beiden Beispielen hätte man auch »uuto myreport kauffels« bzw. »uuto test.c vax1!lange« eingeben können.

Der interne Ablauf ist ähnlich wie der beim »mail«. Der Absender muß nicht auf das Ankommen der Nachricht beim Empfänger warten, sondern die Ausführung des Auftrags mittels »uuto« oder »mail« wird in eine Warteschlange eingereiht. Erst zu einem späteren Zeitpunkt, und wenn die entsprechenden Leitungen frei sind, werden die Daten an den anderen Rechner geschickt. Dort werden sie dann in ein spezielles Directory für »uuto« geschrieben und der Adressat bekommt von seinem Rechner eine Nachricht (über »mail«), daß Daten für ihn eingetroffen sind. Diese Daten kann er dann mit dem »uupick«-Befehl lesen. Aufgerufen wird »uupick« ohne Parameter. Das Programm sucht das speziell für »uuto« und »uucp« (s.u.) angelegte Directory nach Daten für den Aufrufer durch. Wenn es solche gibt, werden die Namen der übertragenen Dateien und der Absender auf dem Bildschirm dargestellt. Der Benutzer kann nun die Dateien lesen, löschen oder an eine andere Stelle kopieren. Im Gegensatz zu dem von »mail« benutzten Directory werden hierbei auch nach Verlassen von »uupick« die Dateien nicht gelöscht, so daß man die Verarbeitung der Daten auch zu einem anderen Zeitpunkt vornehmen kann.

Da die Dateien von »uuto« nicht sofort versendet werden, kann die Ankunftszeit auf dem Zielrechner nicht vorausgesagt werden. Der Absender hat zwei Möglichkeiten, diesen Zeitpunkt festzustellen. Die erste Möglichkeit nutzt wieder das Programm »mail«: Bei Angabe des Parameters »-m« beim Aufruf von »uuto« sendet »uuto« eine Nachricht (via »mail«) an den Absender, wenn die Datei vollständig übertragen wurde. In dieser Nachricht steht der Zeitpunkt des Aufrufs von »uuto«, der Name der zu versendenden Datei und der Zeitpunkt des Abschlusses der Übermittlung.

Die zweite Möglichkeit ist der Aufruf des Programms »uustat«. Es listet alle vom Absender gestarteten »uuto«-Aufträge mit Angabe des Aufrufzeitpunkts, dem Namen des adressierten Rechners und dem aktuellen Zustand des Auftrags, also z.B., daß er noch auf die Ausführung wartet, oder daß die Ausführung abgeschlossen ist.

Das »uuto«/»uupick«-Protokoll schützt gut gegen fremde Eingriffe auf den eigenen Rechner. Da Daten nur verschickt und nicht von einem anderen Rechner angefordert werden können, sind die lokalen Dateien automatisch gegen unerlaubtes Kopieren geschützt. Die zweite Möglichkeit des Eingriffs wäre die Vernichtung von Daten durch Überschreiben. Dies ist aber auch verhindert, da die ankommenden Dateien in die speziell dafür vorgesehenen Directories eingetragen werden.

Im allgemeinen sind die Dateien aber nicht so gut geschützt. Unix führt keine Versionsnummern von Dateien (wie zum Beispiel VMS) und macht auch kein automatisches Backup von alten Dateien, das heißt, wenn eine Datei in ein Directory kopiert wird, in dem schon eine Datei mit dem gleichen Namen existiert, so wird diese überschrieben und der alte Inhalt ist unwiederbringlich verloren. Ein Schutz davor ist die Möglichkeit, einer Datei Zugriffsrechte zuzuordnen. Diese werden getrennt für den Eigentümer der Datei, der Gruppe von Benutzern, der er angehört (zum Beispiel Abteilung) und für alle anderen vergeben. Für jeden dieser drei Fälle kann man unabhängig voneinander das Lese-, Schreib- und Ausführungsrecht setzen. Es gibt aber nicht die Möglichkeit, Benutzer des eigenen Rechners von Benutzern eines anderen Rechners zu unterscheiden. Somit können zum Beispiel Datenbanken, auf die alle Benutzer eines Rechners zugreifen müssen, nicht gegen fremde Zugriffe gesichert werden.

#### **uucp/uux**

Dieser Sicherheitsaspekt muß bei den beiden Kommunikationsprogrammen »uucp« und »uux« berücksichtigt werden. »uucp« ist ein Programm, mit dem Dateien von einem Rechner auf einen anderen Rechner kopiert werden können, und zwar in jede Richtung. So ist es auch möglich, von einem Rechner aus eine Datei von einem anderen Rechner zu einem dritten zu kopieren. Die Dateien werden durch die Angabe des lokalen Namens und die Vorsetzung eines durch ein »!« abgetrennten Rechnernamens spezifiziert.

Mit dem Programm »uux« können Befehle auf einem anderen Rechner ausgeführt werden. Dabei wird dem Befehl ebenfalls wieder der Rechnername vorausgestellt.

Mit Hilfe dieser beiden Programme kann man z.B. eine Datei erzeugen, sie dann mit »uucp« auf einen anderen Rechner kopieren und sie dort mit Hilfe von »uux« ausdrucken. Man kann sich auch eine Liste der zur Zeit am Rechner verfügbaren Geräte oder der momentanen Benutzer ausgeben.

Um den eigenen Rechner und die lokalen Daten vor unberechtigtem Zugriff via »uucp« oder »uux« zu schützen, kann man die Möglichkeiten der beiden Kommandos auf dem eigenen Rechner einschränken. Dazu gibt es spezielle Dateien, in denen für jeden Benutzer von jedem verbundenen Rechner festgehalten ist, auf welche lokalen Dateien und Programme er zugreifen darf. Dabei kann es für jeden Rechner auch einen Eintrag geben, unter den alle nicht explizit aufgeführten Benutzer dieses Rechners fallen. Es ist Aufgabe des für den Rechner Verantwortlichen, diese Einträge durchzuführen. Der lokale Rechner überprüft dann anhand dieser Listen, ob einem Zugriff stattgegeben werden kann. Wenn nicht, wird der Auftrag abgelehnt, und der Initiator bekommt eine entsprechende Nachricht zugeschickt.

### Zusammenfassung

Die hier vorgestellten Kommunikationsmöglichkeiten decken von ihrer Funktionalität her einen großen Teil der möglichen Kommunikationskonstrukte ab. Ihr Vorteil ist die weitgehende Hard- und Softwareunabhängigkeit: Nahezu auf allen Rechnern, die mit Unix arbeiten, gibt es diese Programme (oder zumindest eine Untermenge, die die meisten Möglichkeiten abdeckt). Ihr Nachteil ist die geringe Geschwindigkeit (normalerweise 1200 bis 9600 Baud) und das umfangreiche Protokoll. Deshalb werden diese Kommunikationsprogramme hauptsächlich in WANs eingesetzt, oder in Fällen, wo nur sporadisch Daten zwischen Rechnern ausgetauscht werden müssen. Von einem verteilten Dateisystem ist das ganze noch ziemlich weit entfernt.

Die Realisierung der Kommunikation zwischen Unix-Systemen erfolgt in systemtechnischer Hinsicht auf Basis der TCP/IP-Protokollfamilie des DoD, die bereits in Kapitel 8 besprochen wurde.

## 14.4 Datei-Verbundsysteme

Für die Verwendung von Unix im LAN-Verbund von PCs oder Workstations ist es zweckmäßig, die maschinengebundenen Beschränkungen des Dateisystems aufzuheben und den Benutzern und Anwendungen einen virtuellen transparenten Dateiraum, der auf den Ressourcen aller am Netz angeschlossenen Maschinen beruht, zur Verfügung zu stellen, in dem sie agieren können.

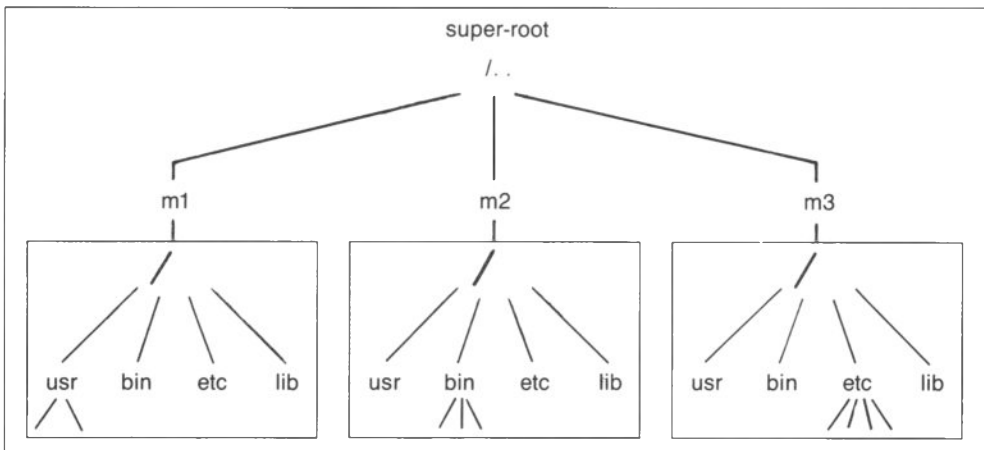


Bild 14.1: Die virtuelle Superwurzel

Grundlage der Realisierung eines solchen verteilten Dateisystems ist die Vereinigung der lokalen Dateibäume der einzelnen Unix-Systeme zu einem Gesamtraum. Dabei kann man prinzipiell zwei Ansätze verfolgen:

Die Verschmelzung der Bäume an den Wurzeln mittels einer Superwurzel und »remote links«, die aus den Bäumen ein Gebüsch mit beliebigen Querverweisen machen.

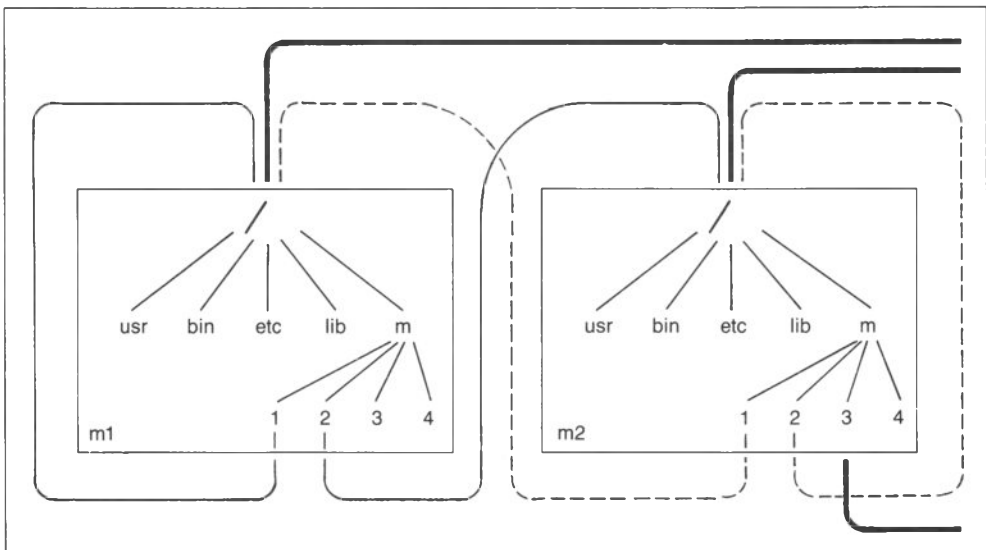
Die erste Alternative wird in der NEWCASTLE CONNECTION der University of Newcastle upon Tyne benutzt. Die Connection arbeitet auf Benutzerprogramm-Ebene und ist nicht in den Betriebssystemkern integriert.

Die zweite Alternative wird z.B. im NFS von SUN, welches wir weiter unten betrachten, und im RFS (Remote File Sharing)-System von AT&T benutzt, welches unter Unix V.3 als erstes verteiltes Dateisystem in den Kern einer Standard-Unix-Version integriert wurde.

RFS beschränkt sich auf die Kommunikation zwischen reinen Unix-Systemen. Es unterstützt daher den vollen Funktionsumfang der Unix-Dateisysteme.

NFS hingegen ist nicht nur auf Unix-Systemen implementiert. Es setzt auf TCP/IP auf und kann neben Systemen unter Unix 4.2BSD und Unix V.2 auch Systeme unter MS-DOS und Zugriffe auf DEC-VAX-VMS-Dateisysteme unterstützen.

Damit entfallen viele Schnittstellenprobleme.



**Bild 14.2:** *Maschinen als installierbare Dateisysteme.*

## SUN NFS

Wir betrachten NFS nun auf den Systemen, für die es ursprünglich gedacht ist. Bei Verwendung auf anderen Systemen können sich Einschränkungen ergeben. NFS ist ein Beispiel für einen nachträglichen Verbund prinzipiell autonomer Systeme.

Die SUN-Workstations sind als Einplatzsysteme konzipiert. Jede hat eine 68xxx-CPU, lokalen Speicher und einen großen grafikfähigen Bildschirm sowie eine optionale Festplatte und wird mit einer speziell für den Netzbetrieb modifizierten Version des Unix 4.2BSD betrieben.

Diese Anordnung ist prinzipiell die gleiche wie bei IBM: Jeder Rechner hat ein eigenes, bekanntes lokales Betriebssystem und einen oder mehrere lokale Benutzer. Diesen stehen zusätzliche Hilfsmittel für die Nutzung der im Rahmen des Netzwerks gebotenen zusätzlichen Dienste zur Verfügung.

Das System hat bei SUN drei Entwicklungsstufen durchgemacht, die auch im Vergleich zu ähnlichen Systemen interessant sind.

In einer ersten Stufe waren alle Stationen voneinander unabhängig, mit Ausnahme eines Programms »rpc«, welches von einer Station zur anderen Dateien kopieren konnte.

In der zweiten Stufe wurde ein Netz-Platten-Server (Network Disk, ND) für die Unterstützung plattenloser Workstations bereitgestellt, dessen Plattenplatz in disjunkte Partitionen unterteilt war, wobei jede Partition logisches Laufwerk für eine, meist plattenlose, Workstation wird.

Der Zugriff auf eine Datei wurde zunächst lokal bis in die Ebene der Gerätetreiber abgearbeitet. Erst hier wurde der verlangte Block durch eine Kommunikation mit dem File-Server besorgt. Die wesentliche Aufgabe des Netzwerks war also eine Simulation eines Plattencontrollers. Das IBM-LAN-Programm macht im wesentlichen nichts anderes.

Die dritte Stufe, das NFS, erlaubt die logische Installation von physikalisch entfernt realisierten Verzeichnissen auf jeder Workstation. Z.B. werden durch das Mounten eines entfernten Directories mit dem Namen txt auf das leere lokale Directory »/usr/txt« alle nachfolgenden Referenzen auf »/usr/txt« automatisch an das entfernte System weitergeleitet.

Es liegt im Rahmen der Möglichkeiten des Systems, verschiedene Benutzer gleichzeitig Dateien, die auf einem entfernten Gerät realisiert sind, lesen zu lassen.

Um den entfernten Zugriff auf private Dateien zu vermeiden, können entfernt realisierte Verzeichnisse nur dann lokal installiert werden, wenn sie vom entfernten System explizit durch einen Eintrag in einer entsprechenden Datei exportiert werden. Zur Verbesserung der Leistung führen sowohl die Server- als auch die »Kunden«-Maschine ein Cash-Verfahren auf Blockebene durch.

Zur Implementierung des NFS wird das Betriebssystem in drei Schichten unterteilt. Die oberste Schicht arbeitet auf und mit Verzeichnissen und bildet jeden Path-Namen auf einen generalisierten i-Knoten ab. Ein i-Knoten ist eine kleine Tabelle, die es für jede Datei in einem Dateisystem gibt, und die Auskunft über den Besitz der Datei, die Lage der Blocks auf der Platte usw. gibt. Ein generalisierter i-Knoten heißt auch v-Knoten, besteht aus einem Paar (Maschine, i-Knoten) und ist global eindeutig.

Das virtuelle Dateisystem VFS bildet die mittlere Schicht. Als Eingabe erhält es v-Knoten und prüft, ob der v-Knoten lokal ist oder nicht. Wenn Lokalität vorliegt, wird der lokale Plattentreiber direkt, oder im Falle einer ND-Partition der entfernte Disk-Server mit einer Nachricht angesprochen. Im anderen Fall wird die unterste Schicht aufgefordert, den Zugriff entfernt auszuführen.

Die unterste Schicht greift diese Aufforderung auf und schickt sie über das Netz zur entsprechenden unteren Schicht der entfernten Maschine. Dort geht sie durch das VFS zur höchsten Schicht, wo gegebenenfalls die Weiterverarbeitung durch das VFS veranlaßt wird. VFS faßt den Zugriff nunmehr als lokal erzeugt auf und bearbeitet ihn entsprechend, ohne zu wissen, daß es für einen fremden Betriebssystemkern arbeitet. Anschließend wird der gleiche Weg in der entgegengesetzten Richtung beschritten.

Das Protokoll zwischen den Workstations wurde sorgsam so entworfen, daß es gegen Störfälle wie Netz- oder Serverzusammenbruch wenig anfällig ist. Jeder Zugriff identifiziert die Datei durch den v-Knoten, die Position innerhalb der Datei und den Byte-Zähler

vollständig. Zwischen den Zugriffen behält der Server keine Zustandsinformation darüber, welche Dateien offen sind oder wo die Position der laufenden Datei ist, so daß im Falle eines Zusammenbruchs derartige Information nicht verlorengehen kann.

Die ND- und NFS-Möglichkeiten sind ziemlich verschieden und können beide in der gleichen Workstation ohne Konflikt nebeneinander benutzt werden.

## **14.5 Die Zukunft der Kommunikation unter dem Betriebssystem Unix**

Die Unix-Gruppe X/Open erweist sich offensichtlich als gemeinsame Basis zwischen OSF (Open Software Foundation, Firmengemeinschaft mit IBM, forciert Unix-Systeme auf der Basis des AIX-Kerns) und AT&T (forciert zusammen mit SUN Unix-Systeme auf der Basis des Unix-System V), was die Kommunikation der Betriebssysteme angeht.

Der auf dem Bereich der DOS- und OS/2-Maschinen erreichte Konsens, den LAN-MANAGER zu verwenden, hat die Unix-Welt offensichtlich beeindruckt.

Es ist jedoch nicht der LAN-MANAGER, der für die Zukunft von Unix festgeschrieben wird. Dies wäre auch Unsinn, da der LAN-MANAGER ursprünglich dazu entworfen wurde, OS/2-Single-User-Multitasking-Systeme zu einer Multi-User-Umgebung zusammenzubringen, obwohl der LAN-MANAGER auch in der Unix-Umgebung eine hohe Bedeutung für die Integration von DOS-, OS/2- und Unix-Systemen hat.

Im Dezember wurde von X/Open der »Issue 3« des »Portability Guide« verfügbar gemacht. Hinweise in ihm verweisen auf einen »Connectivity Guide«, der mit Issue 4 released werden soll.

Es ist also von hohem Interesse, abzuschätzen, was dieser C-Guide enthalten wird. Kern der aktuellen Vereinheitlichungsbestrebungen bei Unix ist die Schaffung eines CAE (Common Application Environments), welches aus einem Kern und zusätzlichen Systemelementen um diesen Kern herum besteht. Der Streit zwischen OSF und AT&T geht letztlich im wesentlichen um diesen Kern, AIX-Kern und System-V-Kern sind die Alternativen. Das CAE soll letztlich ähnliche Spezifikationen ermöglichen, wie sie auch in SAA vorgenommen worden sind: Kommunikationsunterstützung, Datenbankunterstützung, Anwendungsprogrammunterstützung und Benutzerunterstützung.

Der C-Guide wird Leitlinien enthalten, die die Portierung von netzwerkbasierten Anwendungsprogrammen erleichtern. Ein wesentliches Element hierbei sind die ISPs, die International Standardization Profiles, die den Stand der Einigung bezüglich verabschiedeter OSI-Standards und ihrer Integration in die Unix-zu-Unix-Kommunikation reflektieren.

X/Open sieht jedoch genau wie andere Gruppen mit gleicher Zielsetzung, daß die internationale Standardisierung noch kein letztlich tragfähiges Kommunikationsgerüst zusammengetragen hat, insbesondere nicht für alle Anwendungsfälle. Daher werden weiterhin auch Industriestandards unterstützt, und zwar weiterhin die TCP/IP-Protokollfamilie und, ganz neu und ziemlich überraschend, IBMs APPC-Spezifikation.

Die erste generische Anwendungsschnittstelle, das XTI (X/Open Transport Interface) ist eine Decke, die die Schicht 4 nach ISO abschließt. Diese Decke kann durch die bekannten ISO-Protokolle für WANs aber auch durch TCP/IP unterstützt werden.



Oberhalb dieser Ebene plant X/Open die Integration von (neuen) OSI- und bestehenden Nicht-OSI-Protokollen für folgende Bereiche:

- Event Management mit dem XEM-Interface, welches z.B. asynchrone Kommunikation derart unterstützt, daß Benutzer mit einer anderen Aufgabe weitermachen können, während ein Call gemacht wird.
- Distributed File Sharing über heterogene Netze. Das geplante Interface basiert auf SUNs NFS.
- File Transfer, basierend auf dem Internet File Transfer aus der DoD-Protokollfamilie, gegebenenfalls aber auch mit OSIs FTAM.
- Message Handling, basierend auf dem SMTP – später vielleicht auch X.400.

Alles in allem sind die Äußerungen zur Übernahme internationaler Standards eher spärlich und berücksichtigen Enttäuschungen und Rückschläge auf diesem Gebiet angemessen.

Für die Prozeß-zu-Prozeß-Kommunikation sieht X/Open drei Kategorien:

1. Es muß ein generisches Interface zwischen Unix-Systemen geschaffen werden, welches die Kommunikation unterschiedlicher Derivate dieses Betriebssystems ermöglicht. Außer dieser Absichtserklärung ist unklar, wie dies aussehen soll.
2. Von Unix abgeleitete Betriebssysteme finden hauptsächlich Anwendung auf Maschinen mittlerer Abteilungsgröße. Es muß einen Weg zur Kommunikation zwischen PC-Netzen auf DOS-Basis und den Unix-Maschinen geben. X/Open plant die Bereitstellung von Interfaces zu Protokollen, die auf dem SMB (Server Message Block)-Protokoll von Microsoft basieren, und Dienste wie virtuelles Terminal, File Transfer sowie verteilte Datenhaltung und -benutzung ermöglichen. Auf diesem Wege könnte auch der LAN-Manager doch noch Einzug in das Szenario halten.
3. Genauso wie nach »unten« zu kleineren Maschinen muß es auch ein standardisiertes Interface zu großen Hosts geben. X/Open sieht APPC als das primäre Instrument zur »transaktionsorientierten Kommunikation zu informationsverarbeitenden Systemen auf Host-Basis« an, und wird ein entsprechendes Interface bereitstellen.

Der C-Guide muß vor allem festlegen, welche APPC-Untermengen und Option Sets in Zukunft notwendig sein werden. Die Transaktionsverarbeitung in OSI-Systemen (OSI/TP) wird nach Ansicht von Experten nur wenige Änderungen in einem nach APPC-geschriebenen Anwendungsprogramm erfordern.

Mitglieder der X/Open und der OSF beurteilen jedoch die Geschwindigkeit derartiger Festlegungen unterschiedlich.

Klar ist jedoch, daß auch die Besitzer von Unix-Systemen gelassener in die kommunikationstechnische Zukunft blicken können.

## 14.6 Zusammenfassung

Die Kommunikationsmöglichkeiten, die im Rahmen des Betriebssystems Unix und seiner Derivate angeboten werden, sind, wie wir gesehen haben, sehr vielschichtig und leistungsfähig. Inwieweit der PC-Benutzer in den Genuß dieser Möglichkeiten kommen wird, hängt sehr davon ab, wie sich die Weiterverbreitung des Unix-Betriebssystems entwickelt.

Stärkster Konkurrent auf dem PC-Bereich könnte OS/2 werden. Andererseits gibt es bereits viele Institutionen und Firmen, die auf Unix setzen.

Letztlich wird die Entscheidung sicherlich auch dadurch stark beeinflußt, welche Anwendungssoftware wie leistungsfähig auf Unix-Rechnern implementiert wird, und ob diese dann die inneren Kommunikationsmechanismen wie Interprozeßkommunikation zur Performancesteigerung ausnutzt.

# KAPITEL

# 15

## Kommunikation im Rahmen von OS/2

Dieses Kapitel ist eine Zugabe zu dem bisher im wesentlichen DOS-orientierten Buch. Es faßt die für die Kommunikation wesentlichen Aspekte des Betriebssystemkerns des OS/2 zusammen und geht dann auf die Kommunikationsmöglichkeiten im Rahmen der unterschiedlichen Entwicklungslinien Standard und Extended Edition ein. Die Hardware spielt dabei nur eine eher untergeordnete Rolle, da alle Entwicklungen im Rahmen der Standard Edition Ethernet und Token-Ring gleichermaßen unterstützen und auch die IBM-Linie für die LAN-Seite prinzipiell IEEE-802-orientiert ist, wenngleich die meisten Installationen im Token-Ring laufen.

Es werden einige Vergleiche zwischen DOS-PC-LAN-Umgebungen und den neuen OS/2-Strukturen gezogen, soweit dies heute schon möglich ist.

Die Informationen in diesem Kapitel haben nur Übersichtscharakter, da es vom gleichen Autor im gleichen Verlag ein Buch speziell zu diesem Thema gibt.

### 15.1 OS/2 auf dem Weg zum neuen Standard

OS/2 kann nach Auffassung von Microsoft, IBM und vieler Spezialisten als kommender Betriebssystemstandard für Personalcomputer oder Personal Systems auf der Basis der INTEL-80286-Prozessoren und eventuell kompatibler Entwicklungen angesehen werden.

Seine Entwicklung war zwingend notwendig: War CP/M das Betriebssystem für 8-Bit-Mikroprozessoren, so wurde es mit dem Vormarsch der 8086- und 8088-Mikros durch DOS abgelöst. DOS durchlief entscheidende Modifikationen, die wichtigste mit der Unterstützung des 80286-Prozessors und der Version 3.1 aufwärts, in der dieses Stand-alone-Betriebssystem um elementare Netzfähigkeiten erweitert wurde.

Doch DOS kann dem Leistungsumfang der neueren Generation von Mikroprozessoren mit den Bezeichnungen 80286 und 80386 nicht gerecht werden. Neben der Beschränkung auf 640 Kbyte direkt adressierbaren Hauptspeicher bis DOS 3.X stört vor allem die mangelnde Fähigkeit, mehrere Aufgaben quasiparallel zu bearbeiten.

Die Aufgabe eines Betriebssystems ist die Veredelung der datentechnischen Ressourcen auf ein Niveau, welches dem Anwendungsprogrammierer die effiziente Gestaltung von Anwendungsprogrammen ermöglicht, dem Anwender eine komfortable Benutzungsoberfläche bereitstellt und dem Systemverwalter Hilfsmittel zur Steuerung und Überwachung der durch das Betriebssystem gesteuerten Maschinenkonfiguration in die Hand gibt. Dazu abstrahiert es von technischen Einzelheiten wie der Einheitensteuerung. Seine Funktionen werden üblicherweise in handlichen Schnittstellen zusammengefaßt.

In den letzten Jahren hat die Entwicklung von Personalcomputer und Personal Systems derartige Fortschritte gemacht, daß die Anwender von ihren Rechnern und Programmen mit Recht entsprechend mehr erwarten können, was Funktionalität, Reaktionsfähigkeit, Zuverlässigkeit und Leistungsfähigkeit anbelangt.

Das Betriebssystem ist das Bindeglied zwischen Anwender, Anwendungssoftware und Hardware. Es ist daher unbedingt notwendig, daß es mit der Hardware und den Erwartungen wächst.

OS/2 ist auf den 80286-Prozessor zugeschnitten. Es realisiert Multitasking im Single-User-Betrieb. Es verwaltet einen virtuellen Speicher, der ein **Gigabyte** (= 1.048.576 Kbyte) groß sein kann. Es bezieht somit auch Hintergrundspeicher in seine Verwaltung mit ein, da ja auch in absehbarer Zeit ein PC kein Gigabyte Hauptspeicher haben wird. Jede Anwendung kann dabei über maximal 48 Megabyte (= 49.152 Kbyte) verfügen.

Multitasking zieht erhöhte Anforderungen an Datenschutz und Datensicherung nach sich. Auch hierfür bietet OS/2 Hilfsmittel an, von denen DOS nur träumen konnte. Es enthält in höheren bzw. erweiterten Versionen zusätzliche große Module für die Benutzerunterstützung, die Kommunikation und die Abfrage und Verwaltung von Datenbanken.

Microsofts OS/2 wird alleine aufgrund der Marktpresenz seiner Hauptbefürworter Microsoft und IBM einen neuen Standard für PC-Betriebssysteme setzen, obwohl es die Fähigkeiten der neueren INTEL-80386-Prozessoren nicht nutzt, sondern auf der 80286-Architektur beruht.

Die mangelnde Berücksichtigung der zusätzlichen Fähigkeiten der 80386-Prozessoren hat ihren Hauptgrund in der Dauer des Entwicklungszyklusses von OS/2, der immerhin mindestens vier Jahre gedauert hat.

Nichtsdestotrotz werden sich weltweit ca. 15 Millionen DOS-PC-Besitzer entscheiden müssen, was sie als nächstes einsetzen, unabhängig davon, ob ihr PC vernetzt ist oder nicht, ob die Anbindung an einen Host erforderlich ist, und welche Anwendung gefahren werden soll.

Die persönliche Ansicht des Autors ist, daß sich ein vernunftorientiertes Nebeneinander durchsetzen wird:

DOS 3.3 und höher für Stand-Alone-PCs und LAN-Workstations mit 8086- und 80286-Prozessor für einfache Aufgaben mit geringer Konnektivität, in Netzen.

OS/2 1.1 und höher für Stand-Alone grafische Workstations, LAN-Workstations und Personal Systems mit komplexen Aufgaben und hoher Konnektivität basierend auf 80286-Prozessoren sowie kleinere LAN-Server mit 80286- oder 80386-Prozessoren mit mittlerer Konnektivität.

Mittelfristig wird vermutlich die Motorola 680X0-Prozessorfamilie eingegliedert und mit Sicherheit die Effizienz der Verwendung von OS/2 auf 80386-Prozessoren verbessert.

Unix V oder BSD 4.2 und höher für Stand-Alone grafische Workstations und Entwicklungssysteme mit Schwerpunkt technisch/wissenschaftlicher Einsatz und kommerzieller Einsatz im Rahmen sehr hoher Anforderungen oder vernetzten Systemen mit im Gegensatz zum OS/2-Client/Server-Modell eher gleichberechtigten Fähigkeiten der Workstations, basierend auf mindestens 80286-Prozessoren oder Prozessoren der 680X0-Familie sowie noch größeren Rechnern, wie z.B. VAXn von DEC, auch als Server-Maschinen in LANs.

Gefragt ist in Zukunft nicht nur Auf- und Abwärts-, sondern auch – salopp gesagt – Kreuz- und Quer-Kompatibilität. Und gerade diese bieten OS/2 in der Grundversion Standard Edition von Microsoft/IBM und der dazugehörige **LAN-Manager** oder OS/2 in der von IBM alleine entwickelten angereicherten Version Extended Edition und der dazugehörige **LAN-Server** im LAN-Verbund. Kleine DOS-Workstations können sich mit OS/2-Workstations- und Servern genauso gut unterhalten, wie eine OS/2-Workstation Daten aus einem Unix-File-Server unter dem LAN-Manager in der Unix-Version oder einem IBM-Host (z.B. IBM /370 mit MVS) abrufen kann.

## 15.2 Aspekte des neuen Betriebssystems

MS-OS/2-SE ist bislang in zwei Versionen realisiert, der Version 1.0, die als Basis- und Trainingsversion betrachtet werden kann und die Version 1.1, Ende '88, die die wesentlichen Elemente dieses neuen Betriebssystems umfaßt.

Um die grundsätzlichen Eigenschaften des Kerns der OS/2-Systeme kennenzulernen, ist die Betrachtung von OS/2-SE 1.1 am günstigsten, da die Erweiterungen der Extended Editions prinzipiell zusätzliche Module darstellen. Auf den Datenbankmanager der Extended Editions wird hier nicht mehr eingegangen, der Communication Manager wird hingegen nachher kurz besprochen.

Die wesentlichen Eigenschaften der Basisversion von OS/2 sind der gegenüber DOS bis Version 3.3 erheblich vergrößerte Adreßbereich, das Multitasking, die Möglichkeit der Benutzung des »protected mode« der 80286/386-Mikroprozessoren, die Interprozeßkommunikation und das dynamische Binden.

Weiterhin kann OS/2 eine DOS-Umgebung für den Ablauf älterer Programme, die dieses Betriebssystem benutzen, bereitstellen. Diese auch als »compatibility box« bezeichnete Umgebung wird von manchen Programmierern auch als »Tschernobyl Box« bezeichnet, da es bei den ersten ausgelieferten Versionen durchaus zu Überraschungen bei der Ausführung von DOS-Programmen kommen konnte. Dies ist hoffentlich nur ein vorübergehender Effekt.

Die Version 1.1 enthält vor allem den Presentation Manager, der für die ergonomische Anpassung des Personalcomputers an seine Benutzer von hoher Bedeutung ist. Zusätzlich hat Version 1.1 Interprozeßkommunikationsmechanismen und hebt die Begrenzung von 32 Mbyte für die Größe einer Partition auf der Platte auf. OS/2 SE 1.1 ersetzt die Basisversion, so daß von jetzt an nur die Version 1.1 betrachtet wird.

Die User Shell von OS/2 zeichnet sich vor allem durch eine strukturierte Sichtweise für das Dateisystem sowie ausgeprägte grafische Primitive und Window-Mechanismen aus. Es wird großer Wert auf die Unabhängigkeit von I/O-Geräten gelegt. Der Presentation Manager weist starke Ähnlichkeiten mit Microsoft Windows auf. Es werden sowohl Anwendungen unterstützt, deren Ein- und Ausgabe der traditioneller DOS-Anwendungen entspricht als auch solche, die von den speziellen Fähigkeiten des Presentation Managers Gebrauch machen. Diesen Presentation Manager findet man aber auch in DOS 4.

Zusammenfassend betrachtet, ist das **primäre Konzept von OS/2 das Konzept der Virtualisierung, der Abstraktion von physischen Limitierungen durch logische Konzepte:**

- Die Begrenzung des Arbeitsraums für Programme auf 640 Kbyte wird durch das Konzept eines virtuellen Speichers aufgehoben, der die peripheren Geräte wie die Platte automatisch zur Ein- und Auslagerung von Segmenten in den Hauptspeicher benutzt und diesen dadurch scheinbar (virtuell) sehr groß macht.
- Die Begrenzung auf einen oder zwei Prozesse wird durch das Konzept der Elementarprozesse und des Multitasking aufgehoben.
- Die Endgeräte und peripheren Geräte werden durch unabhängige und auswechselbare Gerätetreiber aus der Sicht des Betriebssystems zu logischen Geräten.
- Der LAN-Manager unterstützt eher das Denken in Services als in physischen Servern.

Von den wesentlichen Systemeigenschaften des Betriebssystems OS/2 wollen wir hier nur einige wenige kurz herausgreifen.

### **Multitasking**

Das MS-OS/2-Multitaskingkonzept kennt drei wesentliche Objekttypen: Bildschirmgruppen, Prozesse und Elementarprozesse (Threads). Sie sind hierarchisch organisiert: Eine Bildschirmgruppe umfaßt einen oder mehrere Prozesse, ein Prozeß umfaßt einen oder mehrere Threads.

Die Grundlage des Multitaskingkonzepts ist ein prioritätengesteuertes unterbrechendes Zeitscheibenkonzept.

**Prozesse** sind in OS/2 Einheiten, die Betriebsmittel besitzen: Speicher, Dateien, Pipes, Queues, Semaphore, Verbindungen zu Dynamic Link Segments, Kinderprozesse und wenigstens einen Elementarprozeß für die Ausführung.

Kinderprozesse können während der Lebenszeit eines Prozesses definiert werden. Ein Prozeß kann erst dann terminieren, wenn alle seine Kinderprozesse terminiert sind.

Elementarprozesse (Threads) gehören zu einem Prozeß und sind die lauffähigen Einheiten. Sie werden durch die Attribute Thread Identifikator, Thread-Zustand im Prozessor (wartend, bereit, aktiv, ..), Priorität, Registerzustände und den Stack (Umgebung des Threads) gekennzeichnet.

Ein oder mehrere Prozesse werden in einer sogenannten **Bildschirmgruppe** zusammengefaßt, von denen es maximal 16 geben kann. Die Auswahl der Bildschirmgruppe aus der Sicht des Benutzers geschieht mit einem sogenannten Session-Manager.

Für jede Bildschirmgruppe stellt OS/2 einen virtuellen Bildschirm bereit, auf den die Ausgaben aller Prozesse der Bildschirmgruppe geschickt werden. Wird eine Bildschirmgruppe vom Benutzer angewählt, so wird der virtuelle Bildschirm auf dem realen abgebildet. Der Benutzer kann dann auch Eingaben für diese Prozesse machen, die Tastatur wird also ebenfalls virtualisiert. Man kann sich so z.B. Bildschirmgruppen für den LAN-Manager, den Presentation-Manager, DOS-Anwendungen, Textsystem usw. definieren und zwischen diesen beliebig hin- und herschalten.

### Interprozeßkommunikation

Die Interprozeßkommunikation in OS/2 ist vielfältig und durch folgende Mechanismen durchzuführen:

- gemeinsam benutzter Speicher
- Semaphore zur Synchronisation
- Pipes
- Queues
- Signale

Gemeinsam benutzter Speicher (shared memory) erlaubt es zwei oder mehr Prozessen, auf eine spezifische Speicherregion zuzugreifen. Semaphore sind Flags oder Zähler, die zur Synchronisation oder zur Beschränkung von Zugriffen auf Betriebsmittel benutzt werden können. Eine OS/2-Pipe ist ein gerichteter Simplex-Nachrichtenkanal zwischen zwei Prozessen. Wie bei einer Pipe wird bei der Queue ein Ende von einem Prozeß gelesen, die Queue kann jedoch von mehreren Prozessen beschrieben werden.

Fast alle IPC (Inter Process Communication)-Mechanismen können auf zwei Arten referenziert werden: über ein Handle (**Referenz**) oder über einen Namen. Wenn ein Prozeß einen Semaphor, eine Pipe oder eine Queue erzeugt bzw. öffnet, dann liefert das System eine Zugriffskennung (**handle**), die von jedem Elementarprozeß innerhalb dieses Prozesses benutzt werden kann, um mit dem entsprechenden Objekt zu arbeiten. Gleichzeitig erben auch alle Kinderprozesse diesen Handle. Wenn ein Elementarprozeß einen Systemaufruf durchführt, um auf eine Queue oder Pipe schreibend oder lesend zuzugreifen oder auf ein Semaphor zu warten, dann wird nur der Aufrufer blockiert, falls dies notwendig ist. OS/2 sorgt für eine streng sequentielle Abarbeitung solcher kritischen Ereignisse.

Alle diese Mechanismen dienen letztlich dem Zusammenwirken im Rahmen des Programmierstils »Verteilte Intelligenz«, der in Kapitel 9 beschrieben wurde.

## 15.3 Der MS-OS/2-LAN-MANAGER

Der LAN-MANAGER ist die Grundlage für Netzanwendungen und erweitert OS/2-SE-Dienste auf die Netzumgebung. Hierdurch wird eine Multi-User-Umgebung geschaffen, zu deren Verwaltung es zusätzlicher Mechanismen bedarf. Letztlich stellt der LAN-MANAGER also ein vollständiges API für die Netzumgebung bereit. Dies bedeutet, daß einerseits alle Befehle, die in OS/2 die Bezeichnung DOS.xxxxx haben, wie DOS.Open, DOS.Close, ..., uneingeschränkt in der Netzumgebung arbeiten können und es andererseits eine zusätzliche Reihe von Befehlen gibt, die mit Net.xxxx bezeichnet werden und für Netzverwaltung, Schutzfunktionen und weitere netzspezifische Aufgaben benutzt werden können.

Ein Vergleich zwischen dem Aufbau vernetzter DOS-3.X-Systeme und vernetzter Systeme unter OS/2 zeigt zunächst die Unabhängigkeit paralleler Anwendungen vom Rechner, auf dem sie residieren. Dadurch wird als Nebeneffekt auch ein nondedicated-Server ermöglicht, bei dem neben dem Server-Programm auch noch weitere Benutzeranwendungen laufen können. Durch das echte Multitasking in OS/2 sollte dies auch besser und

effizienter laufen als im Falle entsprechender DOS-Lösungen, doch ist auch hier Skepsis angebracht, da die Leistung einer 286er-Maschine auch nicht unendlich ist. Wenn man sich  $n$  PCs und ein Netz kaufen kann, kommt man auch noch über den  $n+1$ . PC als dedizierten Server hinweg.

Der unmittelbar natürlichste Service dürfte Ein-/Ausgabe über das Netz sein. Die echt nebenläufige Netz-Ein-/Ausgabe sollte im Normalfall in der Lage sein, zu verdecken, ob eine lokale oder entfernte Ressource benutzt wird. Diese Transparenz stellt sich subjektiv immer dann ein, wenn man eine Ressource benennt und benutzt, ohne wirklich zu wissen, wo sie residiert und die Benutzung nicht länger dauert, als man dies von wirklich lokalen Ressourcen gewohnt ist. Wichtig sind hierbei vor allem netzweite Namenskonventionen.

Der Kern ist die Multitasking-Erweiterung für den Redirector. Ein Redirector in der DOS-Umgebung kann zu einer Zeit nur einer Aufgabe nachgehen. In einer Multitasking-Umgebung ist es erforderlich, daß jede der quasiparallel laufenden Tasks in Abhängigkeit von der Anwendung, die sie unterstützt, Zugriff zu einem oder mehreren Servern hat. Der Redirector muß also quasiparallelen Zugriff auf mehrere Server von mehreren Tasks aus realisieren können.

Die konzeptionell wesentlichste Erweiterung ist der Remote Procedure Call (RPC), ein aus der Großrechner- und Workstation-Welt äußerst mächtiges Konzept zur Unterstützung verteilter Anwendungen, welches hier – von wenigen Ausnahmen einmal abgesehen – zum ersten Mal auf breiter Front für die PC-Umgebung verfügbar gemacht wird.

Darüber hinaus gibt es noch eine Menge nützlicher Kleinigkeiten, wie die Möglichkeit, auf jedem Server zur Automatisierung von Vorgängen, wie z.B. dem Backup, eine Zeit-tabelle einzurichten (ähnlich dem Xenix »at«-Kommando) und die Möglichkeit, Schnittstellen eines Servers zu einem Ressource-Pool zusammenzuschalten, was ebenfalls bereits aus anderen Netzen bekannt ist.

### **Schutz im OS/2-LAN-MANAGER**

Diese zusätzlichen Möglichkeiten stellen erhöhte Anforderungen an Datenschutz, Datensicherheit und Datenintegrität.

Die User in einer OS/2-LAN-MANAGER-Umgebung können zu Usergruppen zusammengefaßt werden, wobei ein User durchaus mehreren Gruppen angehören kann, ein Feature, welches auch bei Netware und 3+ zu finden ist. Jeder User muß sich zur Benutzung von Diensten bei einem Server einloggen. Sobald die Verbindung zum Server (Session) steht, kann er im Rahmen seiner ihm verliehenen Rechte auf die Services zugreifen.

Es gibt die Möglichkeit, für Gruppen und einzelne User abzurechnen. Ein LOGON Script ermöglicht einem Server, zu kontrollieren, welche Kommandos ausgeführt werden, wenn der User sich in diesen Server einloggt. Dies ermöglicht z.B. die automatische Erzeugung einer Arbeitsumgebung für den Benutzer, kann aber auch für andere Zwecke benutzt werden. Der Benutzer kann den im Netzwerk residierenden Services ein sogenanntes Home-Directory verfügbar machen, so daß diese die Lage von Dateien des Benutzers bestimmen können, falls sie einen Zugriff hierauf brauchen.

Verschiedene Privilegienstufen geben an, ob ein Benutzer administrative Befugnisse hat, ein normaler Benutzer oder nur ein Gast ist. Das Sicherheitssystem basiert auf einem System von Zugriffskontrolllisten, die für eine Reihe von Betriebsmitteln wie Verzeich-



nisse, Dateien, Printschlangen, I/O-Geräte usf. bestimmt, wer mit welchen Rechten auf diese Betriebsmittel zugreifen darf.

Der Vorgang des Einloggens kann durch Paßwörter unterstützt werden. Diese Paßwörter werden durch eine Einwegfunktion sofort codiert, bevor sie auf das Netz gehen. Weiterhin werden Paßwörter nur codiert abgelegt. Selbst wenn man in den Besitz dieser Codierungen kommt, hilft das auch noch nicht viel weiter, weil der letztliche Zugang über eine Zufallszahl geschieht, die ihrerseits aus dem codierten Paßwort und weiteren Parametern berechnet wird.

Die durch den OS/2-LAN-MANAGER bereitgestellten elementaren Sicherheitsfunktionen unterscheiden sich von bisherigen im wesentlichen durch die neue Berechtigungsart »Ausführen«. Bisher waren Programmausführungen damit verbunden, daß der Programmcode von einem Server geladen werden mußte, wobei ein Kopiervorgang stattfand. Dem Softwareklau wurden dadurch Tür und Tor geöffnet. »Ausführen« ist ein reines Lesen.

Die Realisierung der Sicherheitsfunktionen basiert intern auf teilweise mehrstufiger Verschlüsselung, sowie Ablage und Übertragung von Paßwörtern nur in kryptierter Form. Sie sind nicht voll veröffentlicht. Sie können erst nach umfangreichen Tests abschließend bewertet werden. Auf den ersten Blick scheint jedoch der LAN-MANAGER nach Ansicht des Autors die üblichen Sicherheitssysteme auf PC-LANs zu übertreffen (alleine aus Konkurrenzdenken).

Zusammenfassend bietet der LAN-MANAGER also die Grundlage dazu, entfernte OS/2-Dienste zu nutzen, Server und Services zur Verfügung zu stellen, ein Multiuser-Environment zu betreiben und programmierbare Verwaltungsfunktionen auszuführen.

### **Kompatibilitätsaspekte**

Es soll volle Kompatibilität zwischen dem OS/2-LAN-MANAGER, dem MS-Networks/PC-LAN und Xenix-Networks geben. OS/2-, DOS-3.x- oder Xenix-Stationen können OS/2-, DOS-3.x- oder Xenix-Server benutzen. LM/X bringt den LAN-MANAGER und seine volle Funktionalität auf Unix-Maschinen. Schließlich ist es geplant, für weitere Betriebssysteme Server zu schreiben, die dem LM/X ähnlich sind. All dies sollte nicht darüber hinwegtäuschen, daß OS/2 und Unix mit allen Mitteln um die Gunst des Publikums wetteifern. Immerhin ist es tröstlich, daß der LAN-MANAGER eine stabile Brücke zwischen diesen Systemen bauen kann.

## **15.4 Die OS/2 Extended Edition mit dem Communication Manager**

Wir können hier nur einen kurzen Review vollziehen.

Wie schon mehrfach erwähnt, gehen die OS/2-Entwicklungslinien nach der Standard Edition auseinander: IBM und Microsoft beschreiten jeweils eigene Wege, wenn es auch nicht ausgeschlossen ist, daß verschiedene Komponenten von beiden ähnlich realisiert werden.

OS/2 EE enthält den Kommunikationsmanager, OS/2 SE braucht den LAN-Manager. Der Kommunikationsmanager stellt umfangreiche Instrumente zur Einbettung von PCs und lokale Netze einerseits und SNA-Umgebungen andererseits bereit.

OS/2 EE 1.0 unterstützt schwerpunktmäßig die PC-Host-Kopplung mit dem Kommunikationsmanager und den Elementen APPC, SRPI (ECF) und ACDI, die weiter unten im Zusammenhang erklärt werden, enthält desweiteren den Datenbankmanager für SQL-Datenbankzugriffe und dient zunächst sicher hauptsächlich als Entwicklungsumgebung.

OS/2 EE 1.1 ist das vollständige Werk, enthält die Möglichkeiten von V. 1.0, den Presentation Manager, den erweiterten Datenbankmanager auch für die Unterstützung großer Dateien und einen System Editor. Der Communication Manager wird um Token-Ring- und PC-Network-Support sowie um Programmierschnittstellen für NETBIOS und die allgemeine, LAN-hardwareunabhängige IEEE 802.2 Logical Link Control erweitert. Wir beziehen uns im folgenden auf OS/2 EE 1.1.

Der MS-OS/2-LAN-MANAGER baut eine Workgroup-LAN-Umgebung mit Workstations und Servern auf. Da IBM sich jedoch auch von der Workgroup-Umgebung nicht ausschließen möchte, wird es zur weiteren Verwirrung der Benutzer auch einen sogenannten **IBM-OS/2-LAN-Server** als *weitere, getrennte Komponente* geben. Es gehört nicht viel Phantasie dazu, sich vorzustellen, daß der LAN-Server in etwa das gleiche macht wie der MS-OS/2-LAN-MANAGER.

Schließlich gibt es in der LAN-Umgebung für DOS-PCs eine weitere Version des PC-LAN-Programms, PCLP 1.3, welche der Eingliederung »alter« Workstations und Server dient.

In der LAN-Umgebung (Token-Ring oder PC-Network) können also DOS- und OS/2-EE-Systeme koexistieren. OS/2-EE-1.1-Workstations können OS/2-LAN-Server, PCLP-1.3-Workstations können DOS-Server oder OS/2-LAN-Server nutzen.

Es ist fast unmöglich, Sinn und Ordnung hinter der Extended Edition zu sehen, wenn man sich nicht mit der strategischen Richtlinie SAA von IBM auseinandersetzt.

OS/2 EE ist aus der IBM-Perspektive das Standardinstrument für Personal Systems der gehobenen Leistungsklasse, um in dieser Umgebung zu überleben.

Basis für alle Kommunikationsmittel in SAA ist IBMs Kommunikationsarchitektur SNA (Systems Network Architecture). Darüberhinaus werden in ausgewählten Bereichen jedoch auch internationale Standards unterstützt, die sich am Referenzmodell für die Kommunikation offener Systeme der internationalen Standardisierungsorganisation ISO orientieren.

Durch die Einführung von Personalcomputern als mögliche Endgeräte mußte sich SNA in der Weiterentwicklung den Anforderungen an ein Netzwerk mit verteilter Intelligenz stellen.

Die Einführung des APPC (Advanced Program to Program Communication)-Konzepts, welches auch entsprechend der es physisch und logisch unterstützenden SNA-Komponenten PU 2.1/LU 6.2 (Physical Unit vom Typ 2.1, Logical Unit vom Typ 6.2) heißt, stellt eine komfortable Schnittstelle für die Kommunikation von Transaktionsprogrammen zur Verfügung.

Ein weiteres wichtiges Konzept ist SNA-CNM (Computer Network Management).

Die wichtigsten Elemente des Netzwerkmanagements bei IBM finden sich im Großrechnerprogrammprodukt NETVIEW. Das Token-Ring-Netzwerk in seiner zweiten Aus-

baustufe 1986 erweitert das IBM-LAN-Konzept derart, daß eine Integration der wichtigsten Endgeräte in SNA und unter Steuerung durch SNA-Management-Komponenten ermöglicht wurde. Damit kann diese fortschrittliche Technologie auch in SNA-Netzwerken Anwendung finden. Werden Geräte im Token-Ring als LU 6.2 betrieben, so ist es möglich, durch das Programmprodukt NETVIEW/PC das SNA-Netzwerkmanagement bis auf die PC-Ebene im LAN zu ziehen, wodurch eine einheitliche Steuerungsmöglichkeit für alle angeschlossenen Geräte entsteht.

Neben APPC wurde SNA um folgende Elemente erweitert:

- **SNADS (SNA Distribution Services)**
- **DIA (Document Interchange Architecture)** und
- **DCA (Document Contents Architecture)**

Die notwendigen Voraussetzungen für eine Übertragung zwischen Anwendungen werden von der APPC-Schnittstelle abgedeckt.

SNADS erlaubt das Weiterreichen von Daten durch ein SNA-Netzwerk nach dem Store-and-Forward Prinzip. Der Benutzer muß nicht mehr sicherstellen, daß das System, an das er Informationen übermitteln will, zu diesem Zeitpunkt auch real verfügbar ist. SNADS speichert die Informationen so lange, bis es sie weiter- oder abgeben kann. Bei einer herkömmlichen Session zwischen zwei LUs findet ein synchroner Austausch von Daten statt. SNADS ist also eine asynchrone Schnittstelle innerhalb eines SNA-Netzes. Ein Sender kann direkt mit seiner Anwendung weitermachen, ohne auf eine Bestätigung warten zu müssen. SNADS benutzt die Dienstleistungen von APPC und arbeitet in einer LU vom Typ 6.2.

DIA benutzt sowohl APPC als auch SNADS. DIA stellt folgende Dienstleistungen an Endbenutzer, Programme und Geräte zur Verfügung:

- Verwaltungs- und Bibliotheksdienste
- Verteilfunktionen
- Dienste für die Anwendung

Ein Benutzer kann z.B. nach einer speziellen Stelle in allen Dokumenten suchen und bekommt von DIA dann eine Liste über die Dokumente, die die von ihm geforderten Stellen enthalten. Die Verteilfunktionen stellen dem Anwender auch Dienste wie die Anzeige empfangener Dokumente, Abschicken von Empfangsbestätigungen oder Senden von Fehlermeldungen zur Verfügung. Die Unterstützungsroutinen für Anwendungsprogramme bieten Unterstützung für die Formatierung und Verarbeitung von Dokumenten.

DCA beschreibt die Form und die Bedeutung der Information in einem Dokument, also dessen interne Struktur. DCA entscheidet, was mit den Informationen passiert, die über das Netzwerk übertragen wurden. DCA ist die eigentliche Schnittstelle zwischen Benutzer und Netz.

In einer typischen Büroumgebung bedeutet dies, daß DCA den Inhalt eines Dokuments beschreibt, DIA die Verteilung des Dokuments überwacht, SNADS die Verteilung im Netz übernimmt und APPC die Netzwerkdienste dafür bereitstellt.

Ein weiteres wesentliches Instrument sind die Enhanced Connectivity Facilities ECF, welche wir bereits in Kapitel 9 behandelt haben.

Das Asynchronous Communication Device Interface ACDI ist ein Hilfsmittel für die asynchrone Kommunikation. Es ist eine OS/2-Programmierschnittstelle und besteht aus einer dynamischen logischen hardwareunabhängigen Verbindungsschnittstelle, die einen höheren Grad an Funktionalität bietet als die herkömmliche Unterstützung asynchroner Kommunikationsgeräte.

ACDI ist für eine große Anzahl von PCs gedacht, die heute über asynchrone Verbindungen mit entsprechenden Anwendungen gekoppelt sind. Es unterstützt verschiedene asynchrone Kommunikationseinrichtungen und Verbindungsarten, wie permanente und virtuelle Verbindungsleitungen, Modems, IBM (Rolm) Nebenstellenanlagen und direkte Verbindungen sowie verschiedene bekannte Geräteprotokolle wie die CCITT X.21-bis-Kommandomenge, Hayes Modem-Kommandos oder frei gewählte Kommandos im Rahmen von V.24 sowie XON/XOFF-Protokolle.

Fassen wir zusammen:

OS/2 EE stellt in einem IBM-Umfeld durch den Communication Manager umfangreichste Kommunikationsmöglichkeiten bereit.

Als physikalische Übertragungssysteme können Koaxialkabel, RS-232-(V.24)-Leitungen, Token-Ring-Netze nach IEEE 802.5, PC-Netze nach dem Ethernet-Standard IEEE 802.3 in seinen möglichen Ausprägungen und als geplante Erweiterung, und X.25-Netze benutzt werden.

Dementsprechend können die Steuerungsprozeduren DFT und SDLC, asynchrone Prozeduren für die Leitungen, sowie die Logical Link Control (LLC) nach IEEE 802.2 und NETBIOS für die lokalen Netze benutzt werden. Als Gerätetreiber gibt es entsprechend ein 802.2 & NETBIOS-Modul und das ACDI. Im Falle von X.25 wird es ebenfalls einen entsprechenden Treiber geben.

Die Netzwerkkontrolle fällt entweder in eine PU 2 oder eine PU 2.1, im Falle von X.25 in das entsprechende X.25-API.

Das Session-Management arbeitet daher mit einer LU 6.2 oder einer LU 2. Programmierschnittstellen auf hoher Ebene gibt es durch APPC und das SRPI, eine Schnittstelle in die 3270-Welt (3270 EEHLAPI, Extended Edition High Level Language Application Programming Interface) folgt bald.

Anwendungen können sich also recht frei im SNA/SAA-Raum bewegen. Für Anwendungen, die eher nach dem Workgroup-Computing-Konzept gestaltet sind, und relativ wenig Kommunikation zu einer Host-Umgebung benötigen, bietet sich der LAN-Server als Alternative an.

## 15.5 Zusammenfassung

Während OS/2 selbst vor allem wegen seines relativ hohen Speicherbedarfs nur auf etwas zögernde Akzeptanz stößt, kann man dem LAN-MANAGER bescheinigen, einen großen Teil der Hersteller für sich eingenommen zu haben. Die Zukunft wird zeigen, ob er alle Erwartungen erfüllt.

---

# Literatur

Die Literaturangaben für dieses einführende Buch betreffen im allgemeinen wiederum einführende, umfassende oder weiterführende Werke sowie wichtige Originalliteraturstellen. Eine solche Literaturauswahl ist naturgemäß subjektiv. Der Autor ist für jeden ergänzenden Hinweis dankbar.

Nicht in das Literaturverzeichnis aufgenommen wurden Firmeninformationsschriften, aus denen wertvolle Anregungen und Details für dieses Buch entnommen werden konnten.

Der Autor dankt an dieser Stelle folgenden Herstellern und Distributoren für die Bereitstellung umfangreichen Informationsmaterials (in alphabetischer Reihenfolge):

- adcomp GmbH
- Allan Bradley GmbH
- ComConsult GmbH
- Deutsche Olivetti GmbH
- Digital Equipment GmbH
- 3COM GmbH
- Hirschmann GmbH
- IBM Deutschland GmbH
- MDS Deutschland GmbH
- Network Systems GmbH
- Positronika GmbH
- Schneider & Koch GmbH
- Wetronic Automation GmbH
- Xmit GmbH

Interessenten für Unterlagen der jeweiligen Firma wenden sich bitte an die nächstgelegene Geschäftsstelle.

- [ADA 83]      The Programming Language Ada, Reference Manual  
                 ANSI/MIL-STD-1815A-1983  
                 LNCS, 155, Springer-Verlag, 1983
- [AFZ 85]      Afzal, T. M.  
                 Is Unix-United a fully distributed system?  
                 Technical Report, Univ. Newcastle Upon Thyne, 1985
- [AND 86]      Andrews, G. R., Olson, R. A.  
                 The Evolution of the SR Language  
                 Distributed Computing, Vol. 1, No. 3, 1986

- [BLA 82] Blair, Shepherd  
A Performance Comparison of Ethernet and the Cambridge Digital  
Communication Ring  
Computer Networks 6 (1982)
- [BMW 86] Barak, Malki, Wheeler  
AFS, BFS, CFS ... or Distributed File Systems for Unix  
Proc. EUUG Autumn 1986, Manchester
- [BLO 85] Blomeyer-Bartenstein P., Both R.  
Datenkommunikation und Lokale Computer-Netzwerke  
2. Auflage, Markt&Technik, Haar 1985
- [BOC 76] Bocker  
Datenübertragung, Band I und Band II  
Springer 1976
- [BOE 85] Boell, H.-P.  
MAP & TOP: ein Blick in die Zukunft  
DATACOM 6/85
- [BOU 83] Bourne, S. R.  
The Unix System  
Addison-Wesley 1983
- [BUX 81] Bux, W.  
Local-Area Subnetworks, a Performance Comparison  
IEEE ToComm 29 (1981), 1465–1474
- [CHA 83] Chapin, L.  
Computer Communication Standards  
ACM-CCR 13, 1983
- [CHH 88] Chylla, P., Hegering, H.-G.  
Ethernet-LANs: Planung, Realisierung und Netz-Management  
Verlag K. Lipinski (Datacom), Pulheim 87  
2., erheblich erweiterte Auflage 88
- [CHR 85] Christ, Bannas, Rühle  
Fiberoptics im praktischen Einsatz  
DATACOM 6/85
- [COO 86] Cooper, St.  
»ANSI network holds promise for fiber's future«  
Data Communications 12/1986, 147 ff.
- [CYP 78] Cypser  
Architecture for Distributed Systems  
Addison Wesley 1978

- 
- [DEN 82] Denning, D. E.  
Cryptography and Data Security  
Addison Wesley Publishing Comp., Reading 1982
- [DIN 82a] DIN ISO 7498 Informationsverarbeitung  
Kommunikation Offener Systeme  
Basis-Referenzmodell, Beuth Verlag 82
- [DIX 83] Dixon, Strole, Markov  
A Token-Ring Network for Local Data  
IBM Systems Journal 22 (1983), 47–62
- [DTC 87] Data Communications 7/87, Dataletter »Token-Ring Overtaking Ethernet«
- [ECM 82a] ECMA  
Local Area Networks Layers 1–4, Architecture and Protocols,  
ECMA TR/14, ECMA Genf 1982
- [ETH 81] Ethernet  
A Local Area Network: Data Link Layer and Physical Layer  
Specifications, Comp. Comm. Rev. 11 (1981)
- [FDD 86a] »FDDI Token-Ring Media Access Control MAC«  
Draft Proposal ANSI X3T9.5, 1986
- [FDD 86b] »FDDI Token-Ring Physical Layer Protocol«  
Draft Proposal ANSI X3T9.5, 1986
- [FDD 86c] »FDDI Token-Ring Physical Layer Medium Dependent«  
Draft Proposal ANSI X3T9.5, 1986
- [FRC 81] Franta, Chlamtak  
Local Networks  
Lexington Books, Henth & Co., Lexington 1981
- [FTZ 85] Fernmeldetechnisches Zentralamt Darmstadt  
Handbuch der DATEL-Dienste, Bd. 1, 2. Aufl. 84/85
- [FTZ 81] Fernmeldetechnisches Zentralamt Darmstadt  
DATEX-P-Handbuch 1981
- [GLA 87] Glatki  
Lokale Netzwerke unter OS/2, 2 Teile  
PC-Magazin 50 und 51/87
- [GLA 88] Glatki  
PC-Magazin LAN-Entscheidungsbaum  
PC-Magazin 16/88

- [GÖR 85]      Görgen, Koch, Schulze, Struif, Truöl  
Grundlagen der Kommunikations-Technologie  
Springer Verlag Berlin, Heidelberg, NY, Tokyo 1985
- [HAM 86]      Hammond J. L., O'Reilly P. J. P.  
Performance Analysis of Local Computer Networks  
Addison Wesley Publ. Comp. Reading 1986
- [HAL 85]      Halsall, F.  
Introduction to Data Communications and Computer Networks  
Addison Wesley Publ. Comp. Wokingham 1985
- [HÖR 85]      Höring, Bahr, Struif, Thiedemann  
Interne Netze für die Bürokommunikation  
2. Aufl., Deckers Heidelberg 1985
- [IEE 86]      IEEE  
Standard IEEE 802 Local Area Networks  
IEEE Publication Service 1983, 84, 85, 86
- [JAM 88]      Jamsa  
Using OS/2  
MCGraw-Hill/Osborne Berkeley 1988
- [JAS 88]      Jaspers, Göhring  
Der PC im Netz  
Verlag K. Lipinski (DATACOM), Pulheim 1989
- [KAH 85]      Kahl (Hrsg.)  
ISDN, das künftige Fernmeldenetz der DBP  
TTK 6, R. v. Decker's 1985
- [KAU 85a]      Kauffels, F.-J. (Hrsg.)  
LAN-Praxis – Anwendungserfahrungen mit lokalen Netzen  
Verlagsgesellschaft R. Müller, Köln, 1985
- [KAU 86a]      Kauffels, F.-J.  
Lokale Netze, 4. Auflage  
Verlag K. Lipinski (DATACOM), Pulheim 1989
- [KAU 86b]      Kauffels, F.-J.  
Einführung in die Datenkommunikation, 3. Auflage  
Verlag K. Lipinski (DATACOM), Pulheim, 1988
- [KAU 88]      Kauffels, F.-J. (Hrsg.)  
ABC der Datenkommunikation, 3. Auflage  
Verlag K. Lipinski (DATACOM), Pulheim 1988



- 
- [KAU 89a] Kauffels, F.-J.  
Kommunikation unter OS/2  
Verlag Markt&Technik, Haar 1989
- [KAU 89] Kauffels, F.-J.  
Rechnernetzwerkssystemarchitekturen und Datenkommunikation, 2. Aufl.  
BI Wissenschaftsverlag, Reihe Informatik /54, Mannheim 1989
- [KAU 87] Kauffels, F.-J.  
Alternativen der PC-Host-Kopplung  
Verlag Addison Wesley Deutschland, Bonn 1987
- [KAU 89b] Kauffels, F.-J.  
Practical LANs Explained  
Verlag Ellis Horwood, Chichester 1989
- [KAU 89c] Kauffels, F.-J.  
Understanding Data Communications  
Verlag Ellis Horwood, Chichester 1989
- [KES 88] Kessler, A.  
OS/2-LAN-MANAGER provides a platform for server-based network  
applications, Microsoft Systems Journal 3/88
- [KÜM 82] Kümmerle  
Local Area Networks – An Overview  
in: GI/NTG 82, NTG Fachberichte 80, 1982
- [MED 87] Meder  
MS OS/2 – Einführung und Überblick  
Markt&Technik, Haar b. München, 1987
- [MET 76] Metcalfe, Boggs  
Ethernet: Distributed Packet Switching for Local  
Computer Networks, CACM 19 (1976), 395 ff
- [MEU 89] an der Meulen, Schäfers  
SNA-Grundlagen  
Verlag K. Lipinski (DATACOM), Pulheim 1989
- [NEL 88] Neal Nelson, Assoc.  
Neal Nelson Report (3Com), Herrsching 1988
- [PFI 82] Pfister, O'Brien  
Comparing the CBX to the Local Network – and the Winner is?  
Data Communications July 1982

- [SKN 88]     Schneider & Koch  
              LAN-Software Katalog  
              Schneider & Koch, Karlsruhe 1988
  
- [SPA 82]     Spaniol, O.  
              Konzepte und Bewertungsmethoden für Lokale Rechnernetze  
              Informatik-Spektrum 5 (1982), pp. 152–170
  
- [SUP 86]     Suppan-Borowka, Simon  
              MAP – Manufacturing Automation Protocol  
              Verlagsbüro Lipinski (DATACOM), Pulheim 1986
  
- [SUP 87]     Suppan-Borowka, Marquardt, Mues, Olsowsky  
              Ethernet-Handbuch  
              Verlagsbüro K. Lipinski (DATACOM), Pulheim 1987
  
- [TAN 81]     Tanenbaum  
              Computer Networks  
              Prentice Hall, Englewood Cliffs 1981
  
- [TRO 81]     Tropper  
              Local Network Technologies  
              Academic Press, New York 1981
  
- [WAL 85]     Waller, Hilgers  
              Mikroprozessoren. Vom Bauteil bis zur Anwendung  
              BI, Reihe Informatik Bd. 29, Mannheim 1985

# Stichwortverzeichnis

3+ 163  
3+Open 163, 165  
-, LAN Secure 167  
-, LAN View 167  
3COM 105

## A

Access Mode 131  
ACDI 382  
ACK 59  
Advanced-Netware-86 148  
Advanced-Netware-286 148  
Advanced-Netware-386 160  
Akustikkoppler 38  
AM 43  
Amplitude Shift Keying 44  
Amplitudenmodulation 43  
Anwendungs-Management 77  
Anwendungsschicht 30 f.  
APPC 212, 370f., 380  
APPLETALK 108  
Application Layer 31  
-, Selector 146  
ARPANET 20, 173  
ASK 44  
Atomarität 180

## B

Bandbreite 39, 47  
Basis-Ethernet 94  
Basisbandsystem 43, 67, 75f.  
Basisbandübertragungssystem 41  
Basisbandübertragungstechnik 57  
Baum 326  
Baumtopologie 55  
Bitfolge 39  
Bitübertragungsschicht 28, 37  
Bitzeit 98  
Blockierungsfreiheit 296

Breitbandnetz 55  
Breitbandsystem 57, 67, 75 f.  
Breitbandübertragung 100  
Breitbandübertragungssystem 41f.  
Bridge 101  
Broadcast 21, 135  
BTX-Dienst 16  
Bus 326  
Bus-LAN 92  
Busmedium 93  
Bussystem 65  
Bustopologie 54

## C

Cache-Speicher 145  
Cascading Rollback 181  
CBX 293  
CheaperNet 100  
Client 17  
CLUSTER-CONTROLLER-NODE 194  
Codekompaktheit 18  
Commitment Control 215  
Common Programming Interface 215  
COMMUNICATION-CONTROLLER-NODE  
194  
Computerized Branch Exchange 293  
-, Private Branch Exchange 293  
Controller 65, 94  
Conversation 215  
Conversational Verbs 215  
CPBX 293, 295  
CPI 215  
CRC 59  
CSMA, 1-persistent 67  
-, non-persistent 67  
CSMA-Protokoll 367  
CSMA-Protokolle 327  
CSMA/CA 68  
CSMA/CD 65f., 68, 73, 328

**D**

Datagrammübertragung 341  
DATApipe 110f.  
DATAport 111  
Datenaustausch 15  
Datendarstellungsschicht 30, 33  
Datenendeinrichtung 346  
Datenflußsteuerung 343  
Datensicherheit 18  
Datenübertragung 38  
Datenübertragungseinrichtung 346  
Datenverbund 15f.  
DATEX-P 20  
DCA 381  
Deadlocks 363  
DEE 346  
DIA 381  
Diffusionsnetz 21, 30  
Disk-Server 185  
Domain 145, 147  
–, Controller 148  
Doppelring 325  
DOS 124, 129, 142, 373  
–, 3.1 126, 136, 149  
–, 4.0 133  
DOS-Interface-Shell 149  
DOWN-LOAD 185  
Dual-Cable-Technik 56  
DÜE 340

**E**

ECF 195f., 198ff., 203f., 207  
Einheit 28  
Einheit, logische 214  
Ende-zu-Ende-Flußsteuerung 345  
Environment-Konzept 125  
ES 145  
ES-Server 146f.  
EtherLink 105  
Ethernet 21, 68, 75, 91f., 98, 104, 112,  
–, 119, 126  
Ethernet-Basisssystem 93  
Ethernet-LAN 217  
Extended Services 145

**F**

FDDI 80  
Feldebene 311  
Fiber Distributed Data Interface 80  
File Locking 125  
–, Sharing 137  
–, Transfer 31, 371

File-Locking 150, 180  
File-Server 126, 129, 136f., 139, 185, 208  
File-Server-Software 127, 149  
File-Transfer 110, 206  
Fileset 166f.  
Flow Control 343  
Flußkontrolle 354  
Flußsteuerung, isarithmetische 345  
Flußsteuerungsalgorithmus 347  
FM 44  
Forward-Netz 330  
Fragmentierung 355  
Frequency Shift Keying 44  
Frequenz 39  
Frequenzmodulation 44  
FSK 44  
FTP-Protokoll 173  
Funktionsverbund 16f.  
Funkverbindung 38

**G**

GAN 20, 22  
Gateway 47, 102, 162  
Gateway-Server 186  
Glasfaser-Multistar 100  
Global Area Network 19  
Grundlagen, nachrichtentechnische 38  
Gruppenleitebene 311

**H**

HDLC-Protokolle 328  
High Speed Local Area Network 79  
Hochfrequenzkabel 40  
Hören-Modus 61  
HOST 30  
Host-Betriebssystem 127  
HOST-NODE 194  
HSLAN 79  
HYPERchannel 10, 50, 78, 110

**I**

IBM-PC-LAN-Programm 125  
IBM-PC-Network Breitband 113  
IBM-PC-Netzwerk 191  
–, Basisband 108  
IBM-Token-Ring 82f.  
IBM-Token-Ring-Netzwerk 191f  
IBM-Verkabelungssystem 83  
–, IVS 119  
IEE-802-LLC 74  
IEE-802-Token-Bus-System 76  
IEEE 802 356, 360

IEEE-802-CSMA/CD-System 75  
IEEE-802-Netzwerk-Management 77  
IEEE-802-Standard 73  
IEEE-802-Token-Ring 76  
IMP 331  
Informationssystem, integriertes 48  
Interface 94  
Internet 360  
Internetworking 350  
Interprozeß-Kommunikations-Schema 208  
Interprozeßkommunikation 359, 362, 379  
IPC 338  
ISDN 290, 293, 295, 298  
ISO-Referenzmodell 25, 27, 47, 311  
IVS 120

## K

Kabel 38  
Kanal 22  
Kapazität 39  
Key-Card 149  
Koaxialkabel 40, 322  
Kommunikations-Subsystem 24, 330, 340  
Kommunikationsmanager 379  
Kommunikationssteuerungsschicht 30, 34  
Koppelanordnung 297  
Kosteneffektivität 18

## L

LACALNET 113  
LAN 16, 20f., 45, 48, 58, 64, 73, 330  
LAN-Betriebssystem 124  
LAN-Hardware 81  
LAN-LAN-Kopplung 352  
LAN-Manager 134, 136, 138, 160, 165,  
–, 348, 353ff., 370, 375ff.  
LAN-Manager-Requester 166  
LAN-Server 139, 375  
LAN-Standard 72  
LAN-Unterstützungsprogramm 139  
LAN-WAN-Kopplung 352  
LAN/1 114  
LAN/2 114, 116  
LAN/PC 114, 116  
Lastverbund 15, 17  
Leistungskonsistenz 18  
Leistungsverbund 16f.  
Leitung, verdrehte 322  
Lichtwellenleiter 38, 40, 84, 322  
Link-Layer 36  
Local Area Network 16, 21  
LOCALNET 112

## M

Mail Transfer Protocol 173  
MAN 20, 79  
Management-Dienst 75  
Manchester Codierung 97  
Medien 38  
Medium-Zugangseinheit 24  
Messages 362  
Messenger 140  
Metasoftware 125  
Metropolitan Area Network 20, 79  
Mid-Split-Technik 56  
Modularität 18  
Modulation 39  
Monitor 62  
MS-NET 125, 136f., 141  
Multitasking 378

## N

Nebenstellenanlagen, digitale 51  
NET/ONE 112  
NETBIOS 125, 129, 134f., 139, 141, 150  
NETEX 110  
NETVIEW 380  
Netware 149f.  
Network-Layer 36  
Netze, lokale 45  
Netzsystemarchitektur 25  
Netzwerk-Interface-Schale 127  
Netzwerk-Management 142, 319  
Netzwerk-Server 142  
Netzwerk-Utilities 149  
NFS 368  
Niederfrequenzkabel 40  
NStAnl 292

## O

OS/2 136, 373ff.,  
OS/2-LAN-Manager 166

## P

PABX 292  
Packet-Switching 331  
Paßwort 145ff.  
PBX 292, 295  
PC 48  
PC-Dataport 110  
PC-LAN 16f., 166  
PC-LAN-Programm 138, 142  
PC-LAN-Software 81  
PC-Netzwerk-Programm 138

PCLANP 138f., 142, 145  
PCNP 138, 140f.  
Peripherie 297  
Permanenz 180f.  
Phase Shift Keying 44  
Phasenmodulation 44  
Physical-Layer 37  
Pipes 376f.  
PM 44  
Postmodem 38  
Presentation-Layer 33  
Presentation-Manager 376  
Print-Server 186  
Private Automatic Branch Exchange 292  
Protokoll 25, 27, 47, 64  
Prozeduraufruf 208  
Prozeßebene 311  
PS/2 320  
PSK 44

## Q

QAM 44  
Quartur-Amplituden-Modulation 44  
Queues 378 f.

## R

Random-Access-Methode 66  
Receiver 140, 148  
Rechnernetz 15, 38  
Record-Sharing 137  
Record-Locking 125, 150, 180  
Redirector 127, 136, 139, 142, 148, –, 165, 378  
Remote Procedure Call 208  
Reservierungstechnik 67  
Retransmissions-Basis 339  
Ringinterface 58 f., 63  
Ringleitungsverteiler 85  
Ringsystem 58  
Ringtopologie 53, 58  
RIPL 146f.  
Router 101  
Routing 29, 341, 343, 350f.  
RPC 208, 210  
RPC-System 209

## S

S/370 212  
SAA 134, 370  
Schaltkreis, virtueller 64, 341, 343, 354  
Schicht 25

Schicht, physikalische 346  
Schichten-Management 77  
Schichtenbildung 25  
Schnittstelle 25  
–, transaktionsorientierte 182  
SCLAN 79  
Semaphore 155, 362, 376f.  
Senden-Modus 61  
Serialisierbarkeit 180f.  
Server 17, 148  
Service 17, 25  
Session-Layer 34  
Session-Schnittstelle 210  
shared memory 362f.  
Sharing Mode 131  
Sicherungsschicht 28, 36, 347  
Signale 379  
Signalisierungskanal 298  
SK-Net 104f.  
Slotted-Ring 63f.  
SMTP 173  
SNA 192  
SNADS 164  
socket 360f.  
Spionage 321  
SQL-Abfrage 211  
SRPI 199f.  
Star-Shaped-Ring 85  
StarLAN 99  
Sternkoppler 52  
Sterntopologie 51  
Steuerwerk 297  
Store-and-forward 22  
Store-Netz 331  
Super Computer Local Area Network 79  
Supervisor 153  
Superwurzel 367  
SUPRENUM 17  
Synchronisationsschema 208  
System Administrator 147  
System, offenes 27  
–, verteiltes 21  
System-Management 77  
Systemarchitektur 16

## T

Tapestry 172  
TCP 361  
TCP/IP 126, 360, 367, 370  
TCP/IP-Protokollfamilie 173  
Teilnehmereinrichtung 297  
Teilstreckennetz 22, 29  
TELNET 173

Terminal, virtueller 213, 371  
 Terminal Node 195  
 Thin Ethernet 99  
 Token-Bus 69, 73, 300  
 Token-Bus-Breitband-LAN 191  
 Token-Ring 58, 91, 119, 126, 166, 178, 217  
 Token-Ring-Netzwerk 142  
 Topologie 47, 51, 64  
 TOPS 172  
 Transaktion 180f.  
 Transaktionsprogramm 215  
 Transceiver 65, 98  
 Transport-Layer 35  
 Transportschicht 30, 35

## U

Übertragungsmedium 22, 47, 65  
 Übertragungssystem 94  
 Unix 358  
 UP-LOAD 185

## V

V.24 187, 189, 359  
 V.24-Schnittstelle 28  
 Verfügbarkeitsverbund 16, 18  
 Vermittlungsplatz 297

Vermittlungsschicht 29, 36, 345  
 Very Local Area Networks 21  
 VGA 134  
 VINES 171  
 Virtual Disk 204  
 Virtual Print 207  
 VLAN 21  
 VNET 19

## W

WAN 20, 22, 340  
 Wide Area Network 20  
 Workstation 17, 50

## X

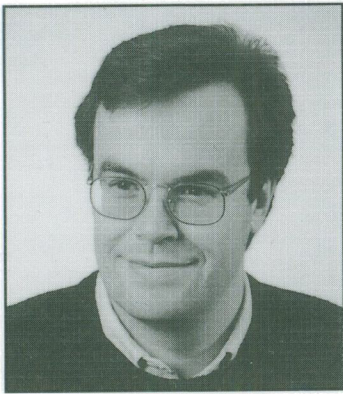
X.21 187  
 X.25/X.29 190  
 Xenix 166  
 Xerox Internet 19

## Z

Zopf 325  
 Zugriffseinheit 65  
 Zurücksetzbarkeit 180f.







Dipl.-Inform. Dr. rer. nat. FRANZ-JOACHIM KAUFFELS ist als unabhängiger Unternehmensberater für Datenkommunikation selbständig. Weiterhin ist er als Lehrbeauftragter an der Universität Bonn tätig.

Über 200 Veröffentlichungen, darunter alleine 10 Bücher auf den Gebieten Rechnernetze, Datenkommunikation, Software-Ergonomie und Personal Computing sowie eine große Anzahl öffentlicher Vorträge und Seminare haben ihn immer wieder mit den Problemen der Anwender und mit der Notwendigkeit der systematischen Darstellung komplexer Sachverhalte konfrontiert.

Dr. Kauffels ist Mitglied der GI, der GI/NTG Fachgruppe Rechnernetze, der IFIP WG 6.4 on Local Area Networks sowie des German Chapter of the ACM.

# Personalcomputer und lokale Netzwerke

Durch Entwicklungsfortschritt und Preisverfall sind lokale Netze (LANs) mit ihren Hochleistungs-Kommunikationsmöglichkeiten schon fast Allgemeingut in der PC-Umgebung geworden. Bei größeren PCs und PS/2-Modellen gehört der LAN-Adapter bereits zur Grundausstattung. PC-LANs eröffnen dem PC-Benutzer die Möglichkeiten eines Großsystems, wie z.B. die Nutzung teurer Peripherie, Datenaustausch, Electronic Mail und gemeinschaftlicher, aufwendiger Services. Sie sind das zentrale Element im Rahmen der verteilten Datenverarbeitung, der synergetischen Nutzung von Großrechnerwelt und dezentraler Datenverarbeitung.

Das vorliegende Buch erklärt zunächst in leichtverständlicher Art die Grundzüge der Architektur von Rechnernetzen und deren Aufgaben. Nach Betrachtungen über nachrichtentechnische Komponenten wendet es sich dem Aufbau und der Wirkungsweise lokaler Netze zu. Sie erfahren alles Wichtige, um ein solches System in Technik und Aufbau bewerten zu können.

In der Hardware haben sich Token Ring und ETHERNET-Systeme am Markt durchgesetzt. In der Zukunft haben auch High-Speed-Netze wie FDDI ihren Platz. Auf DOS 3.X basierende erfolgreiche Netzbetriebssoftware wie IBM-PC-LAN-Programm, Novell Netware, 3COM 3+ und 3+Open, TCP/IP-Protokollfamilie und Microsofts LAN-Manager werden vor allem aus der Perspektive des Anwenders ausführlich gegenübergestellt.

Ein gegenüber früheren Auflagen neues Kapitel befaßt sich mit der PC-Host-Kopplung und neuen Hilfsmitteln für die Konstruktion von Anwendungsprogrammen im Netz, wie RPC, ECF und APPC.

Testberichte von mehr als 10 LANs (darunter IBM-Token-Ring in zwei verschiedenen Umgebungen, PROTEON Token Ring, ETHERNET, NET/ONE ...) erlauben dem Interessenten eine ausführliche Orientierung. Betrachtungen über Umfeld und Entwicklung der LANs (CPBX, MAP, IEEE-802-Standard, Datenschutz) sowie grundsätzliche Fakten aus dem Bereich der Weitverkehrsnetze ergänzen die Darstellung.

Zwei Kapitel über die Kommunikation mit Unix (TCP/IP, FTP, NFS ...) und OS/2 (LAN-Manager, LAN-Server, OS/2 SE und EE) runden das Buch ab. Die leichtverständliche Darstellung erfordert lediglich allgemeine Vorkenntnisse, wie sie jeder PC-Interessierte hat. Es ist daher auch für Fachleute aus Organisationsabteilungen und kleineren Unternehmen geeignet, die den Einsatz von PC-LANs erwägen.

ISBN N 3-89090-249-9



4 001057 902497

**Markt & Technik**

DM 79,-  
sFr 72,70  
öS 616,-