

## LAN/MAN/WAN Technologie :

Lokale Netze sind Transportsubsysteme im Rahmen einer Netzwerkarchitektur. Die Unterschiede zu anderen Netztypen ergeben sich lediglich im Rahmen der unteren Schichten des OSI-Referenzmodells (= Hardware) (siehe Referat Reibenschuh: OSI).

Nun zur „Definition“ eines LAN:

- 1.) Durchmesser von meist unter 1 km
- 2.) Eine Datenübertragungsrate von mind. einigen Mbps
- 3.) Einen einzigen Besitzer (Firma)

## Übertragungsmedien und Übertragungstechniken :

An Übertragungsmedien steht für LANs genau das gleiche zur Verfügung wie generell für die Nachrichtenübertragung; verdrehtes Kabel in verschiedenen Ausführungen, Koaxialkabel und Lichtwellenleiter. Verdrehte Kabel (Twisted Pair) sind in der einfachsten Ausführung Telefonleitungen, die für die schnelle Übertragung von Daten, wie sie in einem LAN verlangt werden, ungeeignet. Man kann drei Twisted Pair Grundtypen unterscheiden.

**Sternvierer** : Entspricht der normalen Telefonverkabelung, bei der vier Adern um sich selbst gemeinsam verdreht sind. Die Übertragungskapazität ist relativ gering. Shielded Twisted Pair/UTP : Bei dieser Leitungsart werden zwei Adernpaare jeweils verdreht, und nicht dem Telefonkabel entsprechen, sondern höhere Qualität aufweisen. (max. 8 km Reichweite bei 50 Mbit/s)

**Shielded Twisted Pair/STP** : Ist prinzipiell gleich aufgebaut wie UTP jedoch ist jedes Adernpaar geschirmt. Alle Vierdrahtleitungen können für echte Duplexverbindungen eingesetzt werden. Generell wird diese Kabelart bei LANs kaum eingesetzt, da vor allem bei Sternvierer und UTP durch die enge Nachbarschaft aller Adern die Mitkopplung von Signalen durch induktive Wechselwirkung sehr hoch ist. Bei Duplexverbindungen stören sich also beide Signalströme.

Das früher am häufigsten verwendete Medium war das Koaxialkabel. Sein für hohe Frequenzen optimierter Aufbau macht es zum dem am besten geeigneten metallischen Leitungstyp für LAN-Technologie. Das Medium der Zukunft heißt Fibre optic cable - Glasfaserkabel. Diese Technik bietet vor allem eine wesentlich höhere Übertragungsfrequenz (Gbit-Bereich), und bietet zudem eine höhere Sicherheit (keine Abstrahlung). Gegen die Verwendung von Glasfaserkabel sprechen die umständliche Handhabung, Kopplungsproblem an Leitungen die mit elektrischen Signalen arbeiten. Trotzdem wird sich die Glasfasertechnologie, vor allem im Bereich der Backbone-Technik und Überlandübertragung durchsetzen. Als Verkabelung für Endgeräte hat der metallische Leiter noch immer die besseren Eigenschaften.

Bandbreitenausnutzung :

Es gibt im wesentlichen zwei Möglichkeiten das Frequenzband bei LAN-Verkabelungen auszunutzen:

- \* Basisbandübertragungsverfahren : Hierbei wird das Signal so wie es zum Beispiel vom Rechner kommt an die Leitung angepasst, und so über die Leitung übertragen dass die gesamte Bandbreite ausgenutzt wird. Die Probleme die sich in diesem Zusammenhang ergeben werden später genauer besprochen.
- \* Breitbandsystem : Dieses System ist in der Lage eine Vielzahl unabhängiger Kanäle simultan auf einem Kabel zu realisieren. Diese Technik wurde von Siemens forciert, jedoch später wieder verworfen, und wird nurmehr bei wenigen Speziallösungen verwendet.  
Als Multiplexverfahren kommen Frequenzmultiplex bzw. Zeitmultiplexverfahren

Kommt es zu Bandbreitenschwierigkeiten so wird dieses Problem mittels Subnetzen und Backbones gelöst (dazu später).

## LAN Topologien und Verkablungsstrategien.

---

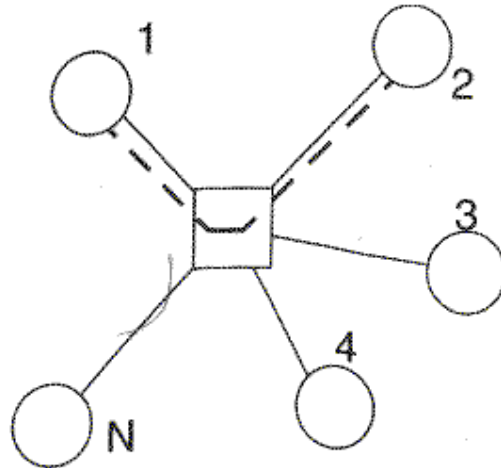
Für Lokale Netze haben sich heute vier Topologien etabliert :

- \* Stern
- \* Ring
- \* Bus
- \* Baum

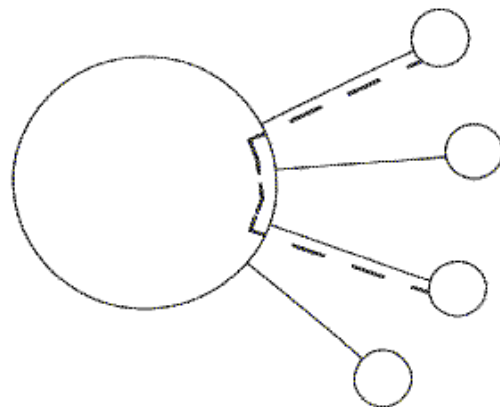
**Sternsysteme** : Bei einem STernsystem laufen alle Nachrichten in Richtung eines zentralen Umsetzers. Diese Technik wird vorallem bei Glasfaserverkabelungen genutzt. Diese Verkablungsart wurde bei LANs eher sehr selten verwendet. Die Nachteile sind vorallem der hohe Verkablungsaufwand und notwendigkeit eines Konzenrators (HUB). Die Vorteile des Sternes sind die hohe Betriebssicherheit obwohl durch alleiniges Zerstören des Konzentrators das gesamte Netz abgeschalten werden kann. Dies kann bei Ethernet Bussen nicht passieren.

Der große Vorteil von Sternern ist der, dass Stationen an und abgekoppelt werden können ohne andere Stationen zu beeinflussen. Dies bringt große Vorteile im Wartungsbereich.

Durch die extreme Kostenreduktion von Netzbaulelementen und die Kombination mit Switches machen

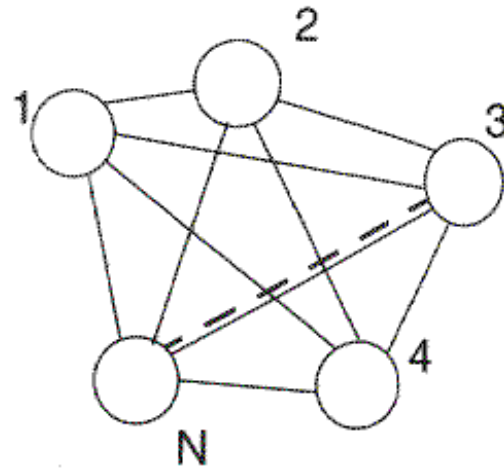


**Ringsysteme** : Diese System ist neben dem Bussystem das gebräuchlichste System. Hierbei werden die Stationen in Reihe geschaltet und dann beide Enden verbunden. An jeder Station exestiert ein sogenanntes Ring Interface, das mit einem Speicher ausgestattet ist. Diese Speicherplätze hintereinandergeschaltet ergeben den Ring. Ein Ring in diesers Form ist eher selten. Ringsysteme sind mit Ringkonzentratoren aufgebaut.



**Bussysteme** : Hierbei wird von dem Gedanken eines Mediums ausgegangen, das in Abständen durch Netzwerkstationen angezapft wird. Die Nachricht die eine Station aussendet wandert dann, wie beim Radio mit dem Medium Luft in alle Richtungen über das Kabel. Diese Technik auch Broadcasttechnik genannt ist zwar eine Nachrichtentechnische Geradeauslösung hat sich aber in weiten

**Maschensysteme** : In einem Maschensystem, sind die Knoten untereinander mehrfach verbunden. Dies wird vor allem bei WANs/Backbones angewendet, um einen Knoten über mehrere Wege erreichen zu können. Bei Verwendung von Datagrammen ist der Routingaufwand erheblich. Militärische Netze sind sehr oft so aufgebaut. Ein weiteres nicht militärisches Netzwerk das ein Maschensystem aufweist ist des Datex-J Netz der Post. Um eine möglichst hohe Betriebssicherheit zu gewährleisten wurde ein Maschensystem installiert.



Teilen durchgesetzt. Die Verkabelung ist einfach, eine Erweiterung ist durch einfaches Anzapfen des Busses möglich usw. Die Standardverkabelung bei Bussystemen ist das Koaxialkabel.

**Baumsysteme** : Sind sehr selten und werden nur bei Breitbandverteilernetzen eingesetzt.

Für größere Vernetzungsprojekte kann man keine eindeutige Empfehlung geben. Größere Netzwerke sind meistens eine Mischung aus mehreren Netzwerktopologien. Der einzige große Unterschied bei allen Netzwerktopologien ist der, ob das Netz schleifenfrei oder schleifenhaltig ist.

### LAN Steuerungsverfahren :

Verkabelung, Sender und Empfänger alleine machen noch kein LAN aus. Erst ein geeignetes Steuerungsverfahren für den LAN Zugang macht die LANs. Man unterscheidet zwei grundsätzliche Unter einem LAN Zugriff versteht man den Zugriff einer Station auf das LAN-Medium.  
Verfahren :

- \* **Das Kollisions-Verfahren.**
- \* **Zugriffsberechtigung wird rouliert**

Das Kollisionsverfahren schließt keine Kollision, das heißt zwei Stationen senden gleichzeitig auf einem Medium das nur eine Quelle zuläßt, aus. Dieser Nachteil wird durch den geringen Aufwand an LAN Steuerlogik wettgemacht. Für Zeitkritische Anwendungen ist diese Verfahren natürlich nicht zu gebrauchen.

Nun zwei Beispiele für jeweils ein obig genanntes Verfahren:

## Token Passing Verfahren (Zugr. rouliert):

---

Das Token-Steuerungsverfahren für die Realisierung des wechselseitigen Ausschlusses auf einem schnellen Medium basiert darauf, dass derjenige der gerade mit einer Sendung fertig geworden ist, das Senderecht an einen Nachfolger witergibt. Dieser darf dann, wenn er etwas senden möchte, eine gewisse Zeit senden und muß danach das Senderecht weitergeben. Unter der Annahme, dass alle Stationen gleichberechtigt sind, ist diese Verfahren fair, da jeder nach endlicher Wartezeit, deren Maximum vorhersehbar ist an die Reihe kommt. Der Vorzug des Token Busses liegen vorallem in der Konfliktfreiheit. Das große Manko des Token Ringes liegt in der Übertragungsgeschwindigkeit. Diese liegt bei ca. 2Mbit/s, da der hardwaremäßige Mehraufwand für die Steuerung und Kontrolle zu groß wäre.

## CSMA Verfahren (Kollisionsverf.):

---

CSMA bedeutet "Carrier Sens Multiple Access" und bedeutet, dass sich die Stationen dadurch synchronisieren, daß eine sendewillige Station zunächst den Kanal abhört (carrier sensing) bevor sie sendet. Bei CSMA/CD (collision dedection) wird nachdem eine Station gesendet hat die Leitung auf eventuelle Kollision geprüft. Dieser Fall kann auftreten, da eine zweite Staion ebenfalls zur gleichen Zeit senden will, ebenfalls die Leitung als freierkennt, und sich somit die beiden Signale überlagern. Wird eine Kollision entdeckt, so wird ein Zufallsgenerator gestartet, der bestimmt, wie lange die STation noch wartet, bis ein neuerlicher Sendeveruch gestartet wird. Denn um bei unserem Beispiel zu bleiben, würden ja wieder beide Stationen im Gleichtakt lauschen- senden- und wieder eine Kollision entdecken. Durch den Zufallsgenerator wird garantiert, dass dieser Fall eines "Deadlocks" nie auftreten kann. Diese System sieht auf den ersten Blick etwas einfach und uneffektiv aus, jedoch ist der Bus verhältnismäßig oft frei, sodass selten Kollisionen auftreten. Eine Weiterentwicklung des CSM/CD Verfahrens ist das CSMA/CA (collision avoidance) vermeidet unnötige Kollisionen dadurch, dass die Abarbeitung konfliktierender Stationen nicht zufällig sondern prioritätsgesteuert erfolgt und somit ein kollisionsfreies System (wie token ring). Trotz des augenscheinlichen Vorteils hat sich dieses System nicht durchgesetzt.

## Die wichtigen LAN's (Firmenstandards) / Datennetze

---

Hier sollen nur einige wenige wichtigen LAN Produkten erwähnt werden.

### Ethernet

---

Ethernet basiert auf dem CSMA/CD Verfahren und wurde schon 1980 von DEC, Intel und XERox vorgestellt. Lange vor Produkten wie Token ring (IBM). Diesen Zeitvorteil hat Ethernet bis heute halten können. Jedoch wurde das Ur-Ethernet in großem Ausmaß modifiziert, und neugestaltet. Ethernet wird eben dem 50Ohm Basisbandkabel (koaxialkabel auch auf Glasfaserkabel verwendet. Ethernet auf Koaxialkabel arbeitet mit 10Mbit/s. Der passive Anschluß der STationen erfolgt mittels Transceiver in Abständen von minimal 2.5cm die die Information bidirectional auf dem Bus übertragen. Dermaximale Abstand zwischen zwei Reciever ohne Regeneratoren beträgt 2.5km, wobei bis zu 1024 Endgeräte an ein Ethernetkabel angeschlossen werden können. Einzelne Kabelsegmente könne max. 500m lang sein. Die Verbindung zum nächsten kablesegment wird über sogenannte Repeater hergestellt. Dadurch wird eine signalmäßige Aufaddierung der signalreflexionen verhindert. Die signaldämpfung sollte kleiner als 8.5dB/Segment sein. Pro Segment sind mx. 100 Transceiver anschließbar. Weitere Ethernetverkabelungen sind:

10BASE/5

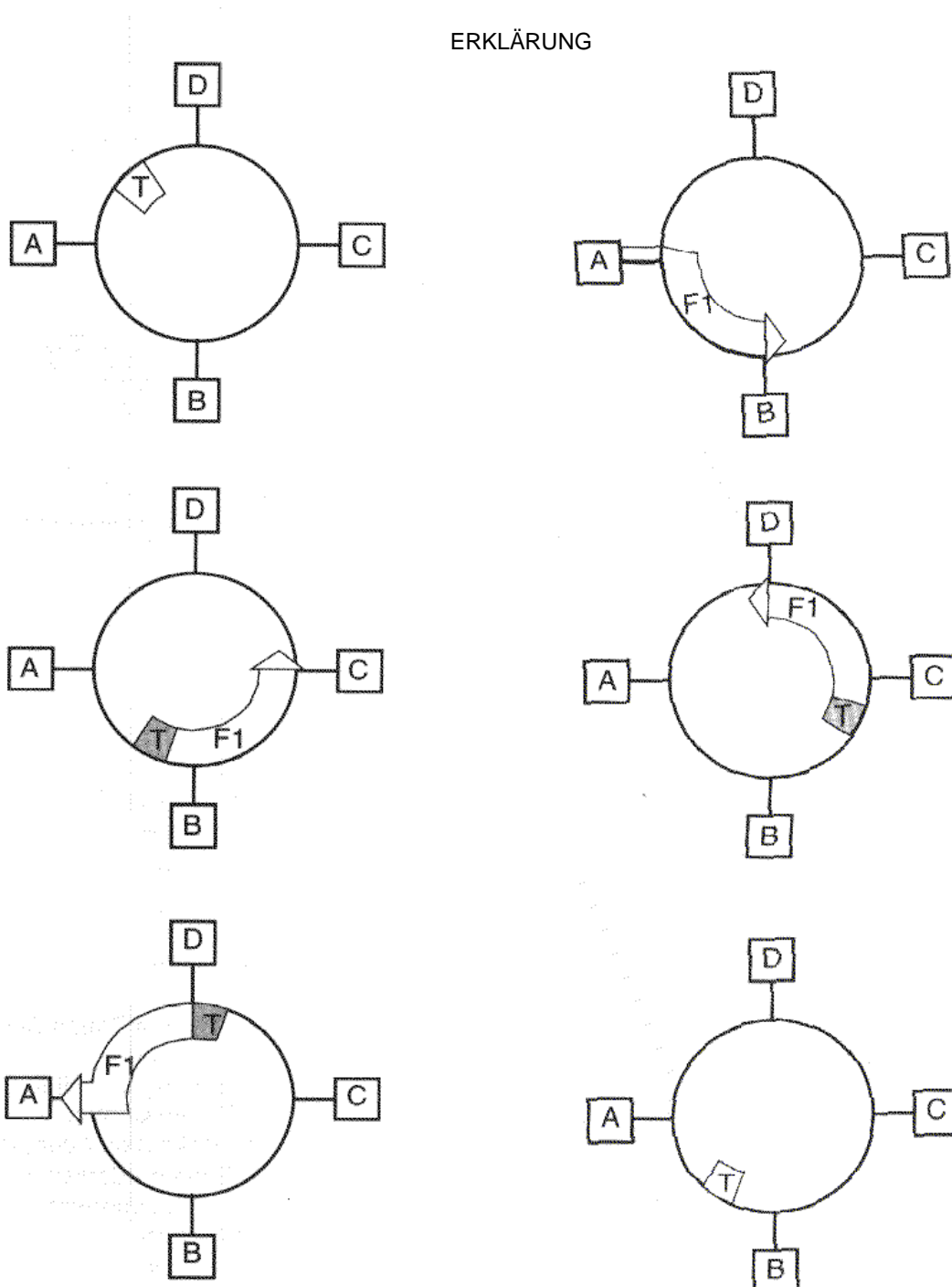
10/Mbit/s ethernet auf der Basis von 500m langen Segmenten.

(BASE steht für Basiskanalnetzwerk)

10BASE/2  
 Cheapernet, 10Mbit/s, 200m (184m) Segmente  
 10BASET  
 CSMA/CD für Twisted Pair  
 10BASEF  
 CSMA/CD Für fiber optic

## Token ring

Das von IBM entwickelte LAN, dessen Ziel es war ein preiswertes Basisbandübertragungsnetz für die Bürokommunikation, darzustellen. Physikalisch gesehen hat das Token Ring LAN eine Ringtopologie und ist unidirektional. Beschreibung eines Informationsaustausches zwischen zwei Stationen die via Token Ring verbunden sind.



- ( 1 ) Station A will an Station C ein Datagramm senden - also wartet auf das Token.
- ( 2 ) Station besitzt das Token und Sendet ein Datagramm (auch Frame genannt- F1). Und markiert den Token Ring als besetzt.
- ( 3 ) Station B sendet F1 weiter - und C empfängt F1.
- ( 4 ) C leitet F1 zur quittierung ebenfalls weiter.
- ( 5 ) -
- ( 6 ) A quittiert F1 und gibt Token wieder frei.

Das Token wird mit einer festgelegten Frequenz weitergegeben. Will eine Station senden so wartet es so lange bis es das Token erhält. Bekommt eine Station das Token und hat keine Frames zu senden gibt es das Token weiter.

## **FDDI**

---

FDDI bedeutet Fiber Distributed Data Interface und ist mit kleinen Ausnahmen eine ISO Norm, die von ANSI vorgestellt wurde, für einen 100Mbit Token Ring. Das FDDI Protokoll ist eine der wenigen Zugriffsmethoden die speziell für hohe Bandbreiten und Glasfasersysteme ausgelegt ist. Die technischen Daten; der FDDI Ring von einer maximalen Länge von 100-200km, 500 bis 1000 Stationen die jeweils bis zu 2km auseinander liegen können. So ist das FDDI ein ideales Backbone system. Diese Angaben sind nur Richtwerte, da es praktisch kein Problem ist ein Fiberoptic Netzwerk beliebig zu verlängern. FDDI sieht weiters vor, wegen der SYssicherheit einen zweiten Ring (Sekundärring) der bei ausfallen eines Segments inn Betrieb genommen, wird. Im Normalfall betreibt man den Sekundärring als reines Backup-system.

## **LAN - LANKOPPLUNG**

---

Die Lankopplung kann über verschienden Möglichkeiten erfolgen (Funkstrecken, Satelliten). Die jedoch am häufigsten angewendete methode um WANs zu erstellen ist wohl die, dass Leitungen von der Telecom angemietet werden. Die Telecom bietet jedoch nicht nur einfach Leitungen die gleichwertig mit normalen Leitungen für den Sprechverkehr sind an, die unflexibel sind und „nur“ eine Punkt zu Punkt Verbindung zulassen, sondern auch ein Datennetz dass die Basisvoraussetzungen für eine Kopplung von mehreren LANs bietet. Der Unterschied zur reinen Standleitung besteht vorallem darin, dass diese Netze ein definiertes Protokoll benutzen und evtl. routing Aufgaben vom Netzbetreiber (Telekom) und nicht vom Mieter getragen gelöst werden müssen. Ein Beispiel für so ein Netz ist DATEX-P

## **DATEX-P**

---

Das Datex P Netz arbeitet nicht wie die meisten LANs mittels Packetswitching sondern mit Message Switching. Der Grund warum diese Vermittlungstechnik zum Zug kommt ist der, dass DATEX-P vorallem zur LAN Kopplung gedacht ist. Also zur Zusammenfassung mehrerer LANs zu einem WAN. Diese einzelnen LANs benutzen aber meist unterschiedliche Netzwerkprotokolle und Topologien, sodass eine Synchronisation sehr teuer und umfangreich wäre. Deshalb benutzt man Messageswitching, denn dabei sind die Geschwindigkeiten der beiden Quelle und der Senke unerheblich, da die Datagramme zwischengespeichert werden. Das Datex-P Netz ansich, ist ein Breitbandnetzwerk, das von jedem Anbieter (Nationale Telekoms) bereitgestellt wird. Datex-P wird aber zunehmend vom moderneren ISDN abgelöst. Um eine möglichst hohe Sicherheit des Datex-P Netzes, das durchaus als Backbone-Netz zu verstehen ist zu gewährleisten muss eine Datex-P Vermittlungsstelle/Host mit mindestens 2 anderen Datex-P Vermittlungsstellen verbunden sein. Die Datex-P Verkablungstopologie hat Stern Charakteristik.

## **DATEX-M**

---

Datex-M dient eher zur Kopplung von LANs in einem maximalen Umkreis von 50km, was einem MAN entspricht (daher Datex-M) von

Wie wird nun ein einzelner Kommunikationskanal unter mehreren Benutzern aufgeteilt ?

Der normale Weg, einen einzelnen Kanal etwa eine Telephonleitung, unter mehreren Benutzern aufzuteilen, nennt sich FDM (Frequency-Division Multiplexing, Frequenzmultiplexverfahren) Bei N Benutzern wird die verfügbare Bandbreite in N gleichgroße Teile zerlegt, und jedem Benutzer wird ein Teil zugewiesen. Da jeder Benutzer ein eigenes Frequenzband hat, kann es nicht zu Überschneidungen kommen. Für kleinere Anwendungen ist FDM eine sehr effiziente Methode.

Jedoch hat FDM auch einige entscheidende Nachteile. So wird, da das Spektrum in N Teile unterteilt ist, bei einer Benutzeranzahl die kleiner als N ist, wertvolle Kapazität verschwendet. Ebenfalls ist die maximale Benutzeranzahl fix vorgegeben, sodass bei einer Benutzeranzahl die größer ist, als die zur Verfügung stehenden Kanäle Benutzer nicht bedient werden können.

## **VERMITTLUNGSTECHIK :**

Ein Datennetz das nur aus einer Zweipunktverbindung bestehend, würde sich technisch leicht realisieren lassen, jedoch wird diese Netzstruktur praktisch nie auftreten. Bei den meisten Datennetzen werden zwischen Datequelle und Daten- senke einige Stationen dazwischen liegen. Das heisst das Datenwege nicht jedem Benutzer exklusiv zur Verfügung stehen. Die Lösung diese Problems ist die zeitlich oder räumliche Aufteilung. Diese Kapitel beschäftigt sich mit Methoden, wie man über eine Verbindung kommunizieren - Daten verschicken kann:

- \* Circuit Switching
- \* Message Switching
- \* Packet Switching

Infolge werden alle drei Techniken beschrieben. Es wird in weiterer Folge darauf verzichtet Vor- und Nachteile anzuführen. Es ist sinnvoller die Eigenschaften der jeweiligen Techniken zu erwähnen, da ein Nachteil einer Teechnik unter umständen föllig belanglos für machne jeweilige Anwendungsfälle sein kann.

## **Circuit Switching**

---

Wird eine Verbindung angefordert, so wird ein ferster Leitungsweg gesucht. (calling). Dieser wird für die gesamte Dauer der VERbindung reserviert (pre-allocation) - und anschließend für die Kommunikation genutzt. Diese VERfahren ist typisch für Telephon oder Telefax. Die typischen Charakteristiken dieses Systems zusammengefasst.

- Keine Verzögerungszeiten innerhalb der Übertragung mit Ausnahme der Signalverzögerung selbst wenn die Verbindung aufgebaut ist.
- Zeitaufwendiger Auf- und Abbau der Verbindung. Beide Systeme werden unterbrochen.
- Vollaustlastung wird relativ leicht erreicht, da die Systemgrenzen fix definiert sind. (siehe ISDN- NT1).

## **MESSAGE SWITCHING**

---

Die zu übertragende Nachricht wird an das Netz übertragen und dort im Store and Forwardprinzip eventuell über verschiedenen Zwischenknoten zum Empfänger weitergeleitet. In jedem Knoten wird die Nachricht als Ganzes gespeichert - somit muss für ausreichende Speichermöglichkeiten gesorgt werden. Wie ein normaler Brief muss diese Nachricht auch mit einer Adresse versehen werden. Verbindung die nach diesem Prinzip entstehen werden auch virtuelle Verbindungen genannt. Charakteristiken diese Verfahrens:

- Wesentliche Steigerung der maximalen Belastbarkeit im Vergleich zu Circuit Switching durch bessere Auslastung der Übertragungskanäle. Weiters belasten Benutzer mit stark schwankenden Aktivität in deren Totzeiten nicht das gesamte System.
- Übertragungsverzögerungen sind nicht genau vorhersagebar - ist abhängig von der jeweiligen Belastung der Übertragungskanäle.
- Da keine direkte Verbinung hergestellt werden muss entfällt das Calling.
- Flexibilität kann durch geeignete Logistik entstehen, da Nachrichten auch über Umwege ans Ziel gelangen können.
- Die Pufferspeicher in den Knoten wirken sich sehr stark auf die Leistungsfähigkeit des Netzes aus.

## **PACKET SWITCHING**

---

Der grundsätzliche Ablauf der Packet Switch TEchnik entspricht dem der Message Switching techniek, jedoch mit dem Unterschied, daß aus der Sicht des Netzes alle Nachrichten eine annähernd gleiche relativ kleine Länge haben, für die eine pber GRenze existiert. Charakteristiken diese Verfahrens :

- Prinzipiell die gleichen wie bei Message Switching.
- Zerlegte Nachrichten müssen in der Senke wieder Zusammengefügt werden. Auf ihrem Weg zu Senke können Packets jedoch verloren gehen oder ungewollte dupliziert werden. Geeignete Protokolle müssen dafür sorgen, dass die Pakets inder Senke zum Nachrichtklartext zusammengefügt werden.
- Die Pufferplätze in der Senke können evtl mit unvollständigen Nachrichten gefüllt sein, so daß keine dieser Nachrichten mehr komp0lettiert werden kann. Dadurch kann der Reassembly Deadlock auftreten.
- Geräte mit unterschiedlichen Übertragungsgwschwindigkeiten können ohne größere Schwierigkeiten im Netz betrieben werden.
- Es ist ein wesentlich kleinerer Puffer als bei der Message Switch techniek nötig.

Bei der zunehmenden Leistungsfähigkeit, insbesondere eine Erhöhung der Bandbreite würde ein Packetswitching auch für die Telephonverbindungen mögliche werden. Die ersten Versuche für diese Technologie sind bereits am Laufen (siehe ATM). Verbindungen über Message bzw. Packetswitching werden VIRTUELLE Verbindungen genannt. Abhängig von der jeweiligen Spezifikation, wird meist in einem eigenen Protokoll die "Adress Resolution" festgelegt, das heisst wie die Pakete zur Senke "finden". Der Benutzer (sollte) eigentlich keinen Unteschied zwischen den Vermittlungsverfahren merken.