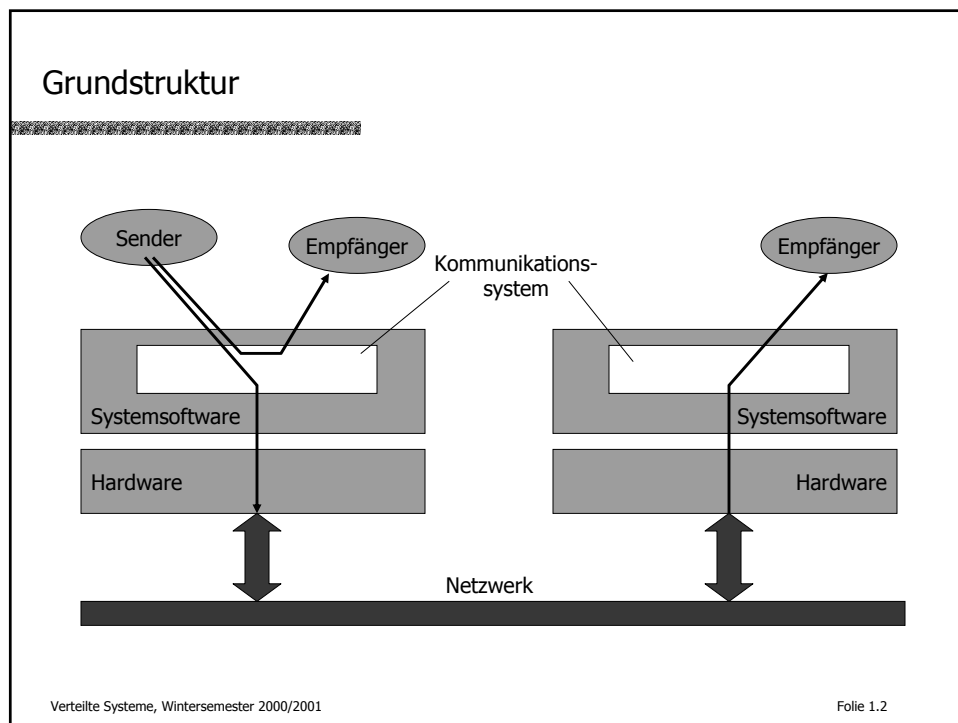


Verteilte Systeme

1. Netzwerke



... im Detail

Nachrichtepuffer im Controller

- Sende- und Empfangspuffer
- Begrenzte Anzahl
- U.U. obere Schranke für die Nachrichtenlänge

Problematik "kein freier Puffer"

- Beim Senden?
- Beim Empfangen?

Kopiervorgänge

- Welche?
- Minimierung der Kopieanzahl entscheidend

Verteilte Systeme, Wintersemester 2000/2001 Folie 1.3

Relevante Eigenschaften

Funktional

Senden

- Empfängeradresse
- Nachricht
- Nachrichtenlänge

Empfangen

- Senderadresse (Rückgabe)
- Nachrichtepuffer
- Länge der Nachricht (Rückgabe)

Nicht-Funktional

Paketgröße

Übertragungsbandbreite

- Einheit Byte/s
- Dominanz Medium

Latenz

- Einheit s
- Signalgeschwindigkeit und Entfernung

Nachrichtenverlust

- Wahrscheinlichkeit

...

- Vertauschungen
- Verfälschungen
- Streuung bzgl. Eigenschaften
- Multicast-fähig
- Broadcast-fähig

Eigenschaftsgarantien

Verteilte Systeme, Wintersemester 2000/2001 Folie 1.4


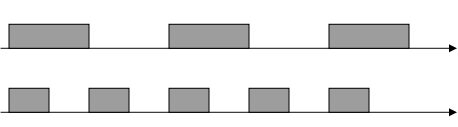
Quality of Service (QoS)

Garantien bzgl. Bestimmter Netzwerkeigenschaften

- Bandbreite
- Frequenz
- Jitter
- Verlustrate
- ...

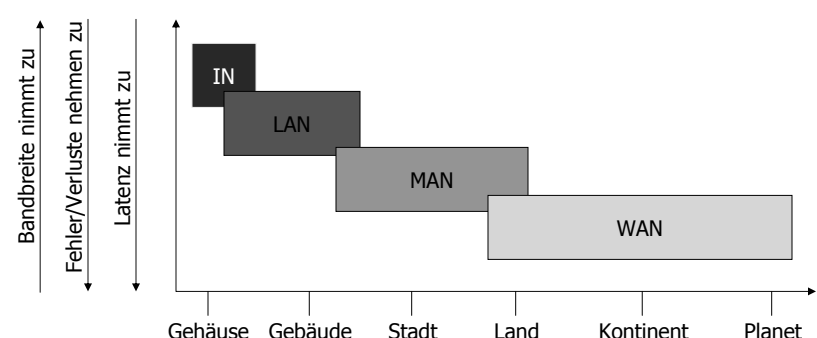
Reservierungsverfahren

- Anmelden des Bedarfs
- Verhandlungen bei mehreren Möglichkeiten
- Optimierungskriterien
 - Kosten
 - Qualität

Verteilte Systeme, Wintersemester 2000/2001 Folie 1.5

Klassifikation nach Ausdehnung



Bandbreite nimmt zu
Fehler/Verluste nehmen zu
Latenz nimmt zu

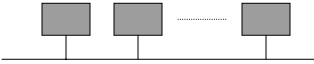
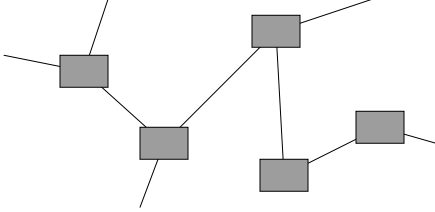
IN
LAN
MAN
WAN

Gehäuse Gebäude Stadt Land Kontinent Planet

Interconnection Network (IN): Praktisch Speicherbandbreite
Local Area Network (LAN): 10 MBit/s bis 1 GBit/s
Metropolitan Area Network (MAN)
Wide Area Network (WAN)

Verteilte Systeme, Wintersemester 2000/2001 Folie 1.6

Typische Topologien

Bus

Zugangsverfahren

- Kollisionsfreier Zugang
- Ideen?
- Kollisionserkennung

Multicast- und Broadcast-fähig

Eigenschaftsgarantien hängen vom Zugangsverfahren ab

Bekannte Verfahren

- Ethernet

Dedizierte Leitungen

Kollisionsfreie Kommunikation zwischen zwei Knoten

Routing zwischen entfernten Knoten

- Dienstleistungen unbeteiligter Dritter notwendig

Keine unmittelbare Multicast- und Broadcast-Fähigkeit

Eigenschaftsgarantien hängen u.a. von der Topologie ab

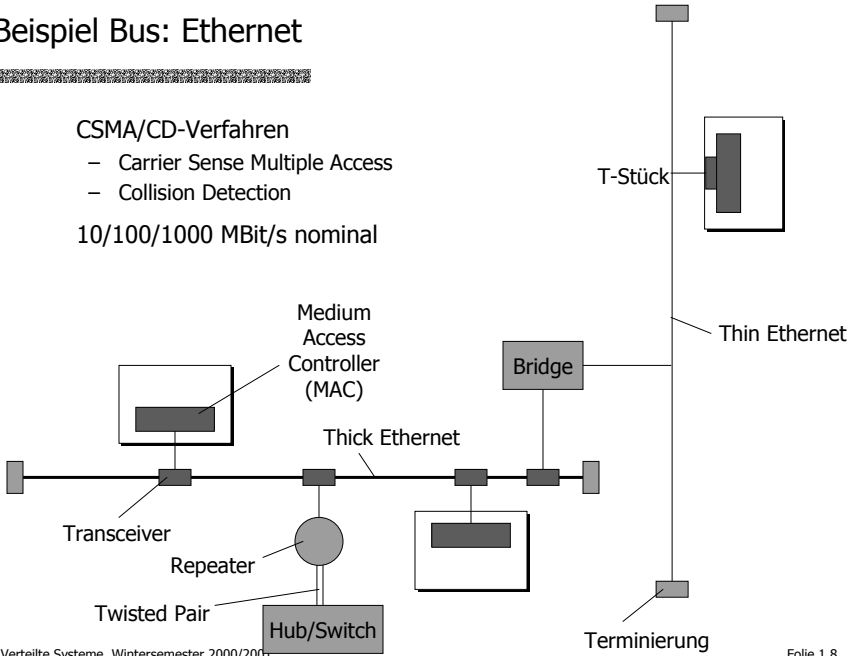
Verteilte Systeme, Wintersemester 2000/2001 Folie 1.7

Beispiel Bus: Ethernet

CSMA/CD-Verfahren

- Carrier Sense Multiple Access
- Collision Detection

10/100/1000 MBit/s nominal



Verteilte Systeme, Wintersemester 2000/2001 Folie 1.8

Aufbau Ethernet-Frame (10 MBit)

Preamble	7 Octets
SFD	1 Octets
Destination Address	2/6 Octets
Source Address	2/6 Octets
Length Indicator	2 Octets
Data	<1518 Octets
Pad (optional)	
Frame Check Sequence	4 Octets

Preamble

- Synchronisation zwischen Sender und Empfänger
- Nur für die Zeitdauer der Übertragung eines Frames

SFD = Start of Frame Delimiter

Zieladresse

- Individual Address (1. Bit 0)
- Group Address (1. Bit 1)
- Broadcast Address (alle Bit 1)

Pad

- Auffüllen, falls weniger als 512 Datenbits
- Minimale Framegröße

Frame Check Sequence

- CRC-Summe zur Fehlererkennung

Verteilte Systeme, Wintersemester 2000/2001 Folie 1.9

Senden eines Frames ohne Kollision

1. Sendeauftrag für Frame e wird an MAC übergeben
2. Warten bis Medium frei (CSMA)
3. Interframe gap (9.6µs)
 - Zeit für Empfang und Weiterverarbeitung beim Empfänger
4. Senden von Frame e

Verteilte Systeme, Wintersemester 2000/2001 Folie 1.10

Senden mit Kollision

1. Sendeauftrag Frame e an A
2. Sendeauftrag Frame f an B
3. Warten auf freies Medium und Interframe Gap; Senden von e
4. Kollisionserkennung (CD)
5. Abbruch der Übertragung und senden der Jame Sequence
analog Station B

Verteilte Systeme, Wintersemester 2000/2001 Folie 1.11

Reaktion auf Kollisionen

Kritisches Kollisionsfenster

- Länge des Fensters?

Zeitpunkt der Wiederholung?

- Warum ist es nicht sinnvoll, konstante Zeit zu warten?

„Truncated Binary Exponential Backoff“

- Zufallszeit in Intervall I warten
- Intervall I wächst exponentiell mit jeder Wiederholung
- Obere Schranke bei Wiederholungen

Verteilte Systeme, Wintersemester 2000/2001 Folie 1.12

Ethernet-Switching

Kreuzverschaltung von n Ports

- Crossbar-Switch

Port =

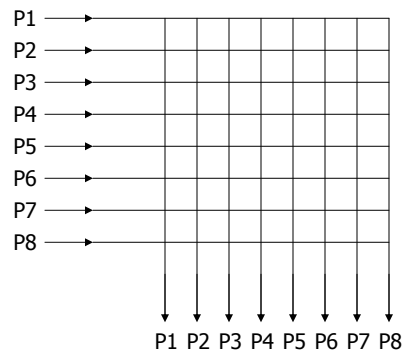
- Einzelne Station (1 Adresse)
Keine Kollisionen
Full-Duplex
- Segment

Nominalleistung zwischen jeweils 2 Ports P_i und P_j

- Benötigte Gesamtleistung bei
16 Ports, 100 Mbit?

Weitergabe von Frames

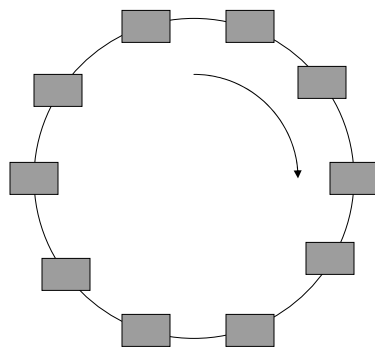
- Store-and-Foreward
- Cut-Through
- Vor- und Nachteile?



Verteilte Systeme, Wintersemester 2000/2001

Folie 1.13

Ringe



Einfache, inkrementell erweiterbare Struktur

Ausfälle einzelner Knoten oder Kanten kritisch

Zusätzliche Regelungen im Knoten

- Wann werden eigene Nachricht
gesendet?
- Wann werden Nachrichten der
Vorgänger gesendet?

Multicast- und Broadcast-fähig

Obere Schranken für

- Nachrichtenlaufzeit?
- garantierte Bandbreite?

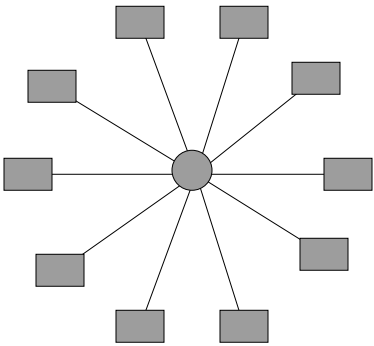
Bekannte Vertreter

- Token-Ring
- Slotted-Ring
- FDDI

Verteilte Systeme, Wintersemester 2000/2001

Folie 1.14

Sterne



Einfache Struktur

Zentrale

- Leistungsengepaß
- Ausfall kritisch

Multicast- und Broadcast-fähig?

Obere Schranken für

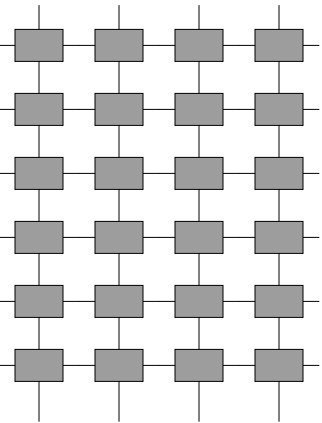
- Nachrichtenlaufzeit?
- Garantierte Bandbreite?

Bekannte Vertreter

- Geschwichte LANs

Verteilte Systeme, Wintersemester 2000/2001 Folie 1.15

Gitter, Würfel, Torus, Baum ...



Reguläre Strukturen

Günstige Eigenschaften

- Redundante Wege
- Obere Nachrichtenlaufzeiten
- Multicast- und Broadcast-fähig?

Ausdehnung meist auf IN und LAN beschränkt

Beispiel Hypercube

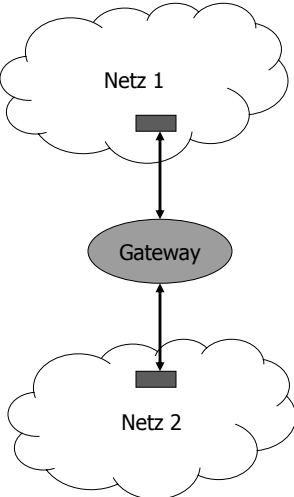
Weitere Vertreter

- Transputer :-)
- Thinking Machines CM5
- Intel RP3
- ...

Typische Struktur im Bereich Parallelrechner

Verteilte Systeme, Wintersemester 2000/2001 Folie 1.16

Rekursiver Aufbau



Vernetzung von Netzen

- Hierarchisch
- Zyklen

Ausgezeichnete Stationen (Router oder Gateway)

- Weiterleitung von Nachrichten aus Netz 1 in Netz 2
- 2 Netzanschlüsse (Multi-homed host)
- Schutzfunktionen
- Beste Wege

Probleme

- Adressierung
- Routing
- Maximale Nachrichtengröße
- Starke Streuung bei den Eigenschaften

Bekannter Vertreter

- Internet

Verteilte Systeme, Wintersemester 2000/2001 Folie 1.17

Übungsaufgaben

1. Token-Ring-Verfahren
 - Wie wird eine maximale Nachrichtenlaufzeit garantiert?
 - Welche Bedeutung hat die Priorität einzelner Nachrichten?
2. FDDI
 - Wie wird bei diesem Ringverfahren eine erhöhte Ausfallsicherheit erreicht?
3. Ethernet
 - Kann man QoS auch auf einem probabilistischen Netz wie z.B. Ethernet erreichen?

Verteilte Systeme, Wintersemester 2000/2001 Folie 1.18