Rechnernetze

Peter Ladkin,
Michael Blume,
Heiko Holtkamp,
Mark Niemann,
I Made Wiryana

- Allgemeine Einführung
  (Peter Ladkin, Heiko Holtkamp)
- Einführung in das Ethernet (IEEE 802.3)
  (Michael Blume)
- Einführung in TCP/IP
  (Heiko Holtkamp)
- IP Next Generation (IPv6)
  (Mark Niemann)
- Leistungsmessung von Netzwerken
  (I Made Wiryana)
- Spezifikation (und Verifikation) von Protokollen
  (Peter Ladkin)

Rechnernetze, verteilte Systeme

- Eine *Rechnernetz* besteht aus *miteinander verbundenen autonomen Computern*.
- Zwei Computer gelten als miteinander verbunden, wenn sie Informationen austauschen können.

- Rechnernetze und *verteilte Systeme* werden in der Literatur häufig nicht unterschieden.
- Der Unterschied zwischen einem Rechnernetz und einem verteilten System besteht darin, daß die Existenz mehrerer autonomer Rechner in einem verteilten System für den Benutzer transparent ist.
- Eigentlich ist ein verteiltes System ein besonderes Netz, bei dem die Software dem System ein hohes Maß an Transparenz verleiht.
- Somit liegt der Unterschied zwischen einem verteilten System und einem Netz in der Software - speziell dem Betriebssystem - und weniger der Hardware.

Klassifizierug von Netzen

- Mögliche Kriterien zur Klassifizierung von Netzen sind deren *Übertragungstechnik* und *Reichweite*.
- Grob gesagt, gibt es zwei Arten von Übertragungstechniken:
  - Broadcast-Netze
  - Punkt-zu-Punkt-Netze
- Ein alternatives Kriterium zur Klassifizierung von Netzen ist deren Reichweite.

1 m	System	Multicomputer
10 m	Raum	Lokales Netz (LAN)
100 m	Gebäude	LAN
1 km	Gelände	LAN
10 km	Stadt	Stadtnetz (MAN)
100 km	Land	Fernnetz (WAN)
1.000 m	Kontinent	WAN
10.000 km	Planet	Netzverbund

Lokale Netze (LANs)

- *Lokale Netze (LANs)* sind Netze innerhalb eines Gebäudes oder Komplexes mit einer Reichweite von ein paar Kilometern. Sie werden zur Verbindung von Personalcomputern und Workstations benutzt, um Informationen auszutauschen und Ressourcen gemeinsam zu nutzen.
- LANs sind hinsichtlich der Größe begrenzt.
- LANs basieren meist auf einer Übertragungstechnik, die aus einem Kabel besteht, an das alle Maschinen angeschlossen werden.
- Beispiele für LANs:
  - Ethernet (IEEE 802.3)
  - Token-Bus (IEEE 802.4)
  - Token-Ring (IEEE 802.5)

Stadtnetze (MANs)

- Ein *Stadtnetz (Metropolitan Area Network - MAN)* ist praktisch eine größere Ausgabe eines LANs und nutzt normalerweise ähnliche Techniken.
- Der vorrangige Grund, warum LANs und WANs unterschieden werden, ist, daß für sie ein Standard ausgearbeitet wurde, der heute implementiert wird.
- Dieser Standard heißt *Distributed Queue Dual Bus (IEEE 802.6)*.
- Ein wichtiger Aspekt bei MANs ist, daß es ein Broadcast-Medium gibt, an das alle Rechner angeschlossen werden.

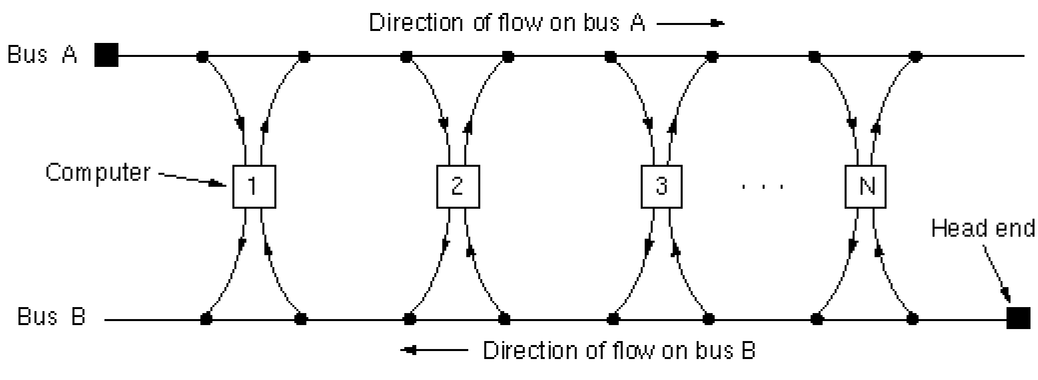


Fig. 1-4. Architecture of the DQDB metropolitan area network.

Fernnetze (WANs)

- Ein *Wide Area Network (WAN)* dient zur Vernetzung einer großen Anzahl von Rechner über große Enfernungen.
- Ein WAN umfaßt eine Sammlung von Rechnern (*Hosts*), die über ein *Kommunikationsteilnetz* miteinander verbunden sind.
- Die Aufgabe des Teilnetzes ist es, Nachrichten von Host zu Host zu übertragen.
- Ein Teilnetz besteht aus bestimmten Komponenten:
  - Übertragungsleitungen - bewegen Bits zwischen Maschinen
  - Vermittlungselemente - verbinden zwei oder mehr Übertragungsleitungen

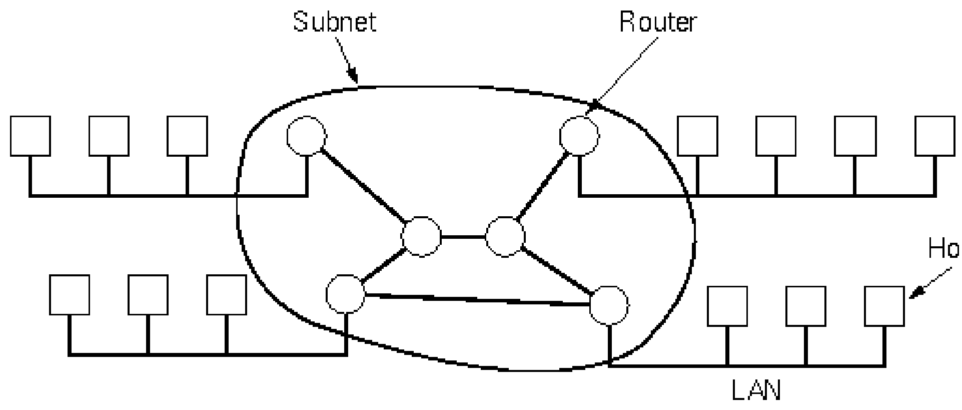


Fig. 1-5. Relation between hosts and the subnet.

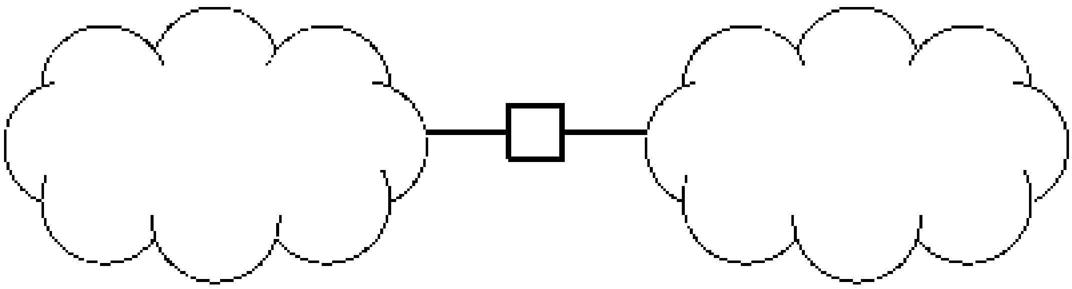
Netzverbunde - Internetworking

- Vor dem Hintergrund, daß es Unverträglichkeiten zwischen einzelnen Netztechnologien gibt, wurde ein Schema entwickelt, daß einen Universaldienst über mehrere heterogene Netwerke bietet.
- Dieses Schema heißt *Internetworking* und beinhaltet Hard- und Software.
- Das daraus resultierende System ist ein *Internet* nicht zu verwechseln mit dem Weltnetz).
- Internetworking ist ein flexibles Konzept.
- Ein Internet ist nicht hinsichtlich seiner Größe begrenzt.
- Es gibt Internets aus wenigen und solche aus Tausenden von Netzen.

Internetworking - Hardware

- Die für den Zusammenschluß heterogener Netze benötigte Hardware-Komponente ist der *Router*.
- Ein Router hat eine Schnittstelle für getrennte Schnittstelle für jeden Netzanschluß, und an jedes Netz können Rechner angeschlossen werden.

Ein Router ist ein dedizierter Rechner für den Zusammenschluß von Netzen. Ein Router kann Netze unterschiedlicher Technologien mit verschiedenen Medien, Adreßschemata oder Rahmenformaten verbinden.



Protokolle

- Alle an einer Kommunikation beteiligten Parteien müssen sich auf Regeln einigen, die beim Austausch von Nachrichten angewandt werden sollen.
- Eine solche Vereinbarung wird *Protokoll (protocol)* genannt. ('Protocols are formal rules of behaviour.')
- Die Aufgaben eines Protokolls sind:
  - die Adressierung der Kommunikationsendpunkte
  - die Steuerung des Datenflusses
  - die Bereitstellung eines sicheren Datenübertragungsdienstes

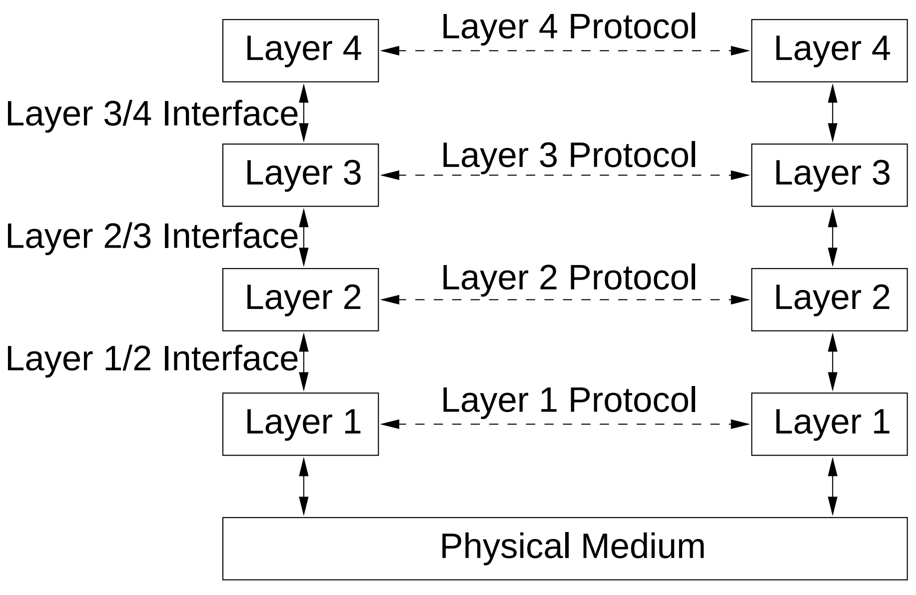
Eine Vereinbarung, die das Format und die Bedeutung von Nachrichten, die Rechner austauschen, bestimmt, nennt man Kommunikationsprotokoll. Die in einem Netz kommunizierenden Anwendungsprogramme interagieren nicht direkt mit der Netz-Hardware, sondern über eine zwischengeschaltete Protokoll-Software, die den Regeln eines bestimmten Protokolls gehorcht.

(Comer D.: Computernetzwerke und Internets)

Protokollhierarchien

- Um die Komplexität zu verringern, werden die meisten Netze als Reihe von übereinandergestapelten *Schichten* oder *Ebenen* aufgebaut.
- Die Schichten haben die Aufgabe, dem jeweils höheren Schichten bestimmte *Dienste* anzubieten.

- Zwischen zwei je angrenzenden Schichten befindet sich eine *Schnittstelle*.
- Die Schnittstelle definiert, welche Operationen und Dienste die untere der oberen Schicht anbietet.
- Die Zusammenstellung von Protokollen, die ein bestimmtes System nutzen kann, wird *Protokollstapel (protocol stack)* oder *Protokollreihe (protocol suite)* genannt.



Dienste (services)

- Die Aufgabe einer Schicht innerhalb eines Protokollstapels ist die Bereitstellung eines bestimmten Dienstes (für die jeweils darunter liegende Schicht).

- Dienste können in *verbindungsorientierte* und *verbindungslose* Dienste unterschieden werden.
  In der Literatur wird auch oft von verbindungsorientierten und verbindungslosen Protokollen gesprochen.

- Ein *verbindungsorientierter* Dienst ist nach dem Telefonsystem ausgelegt. Der Dienstnutzer baut zuerst eine Verbindung auf, benutzt die Verbindung und löst sie wieder auf.

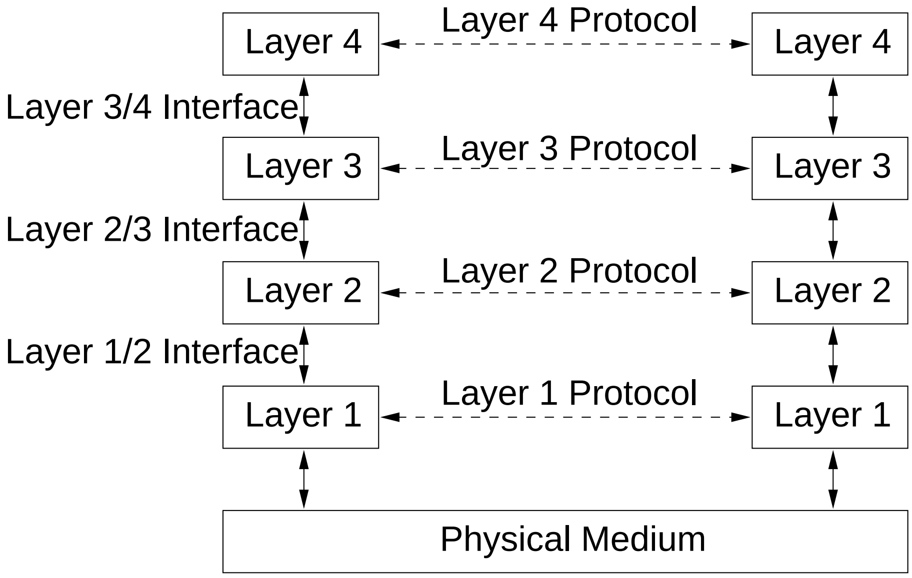
- Ein *verbindungsloser* Dienst ist nach dem Postsystem ausgelegt. Jede Nachricht trägt eine volle Adresse und wird unabhängig von allen anderen durch das System geschleust. Im Normalfall kommt diejenige von zwei Nachrichten zuerst an, die früher abgeschickt wurde. Dies kann aber nicht garantiert werden.

- Dieste können auch nach einer *Dienstqualität* klassifiziert werden. Hier werden *zuverlässige* und *unzuverlässige* Dienste unterschieden.

Beziehungen zwischen Diensten und Protokollen

- Dienste und Protokolle haben verschiedene Konzepte, auch wenn sie oft gleichgestellt werden.
- Ein *Dienst* ist eine Gruppe von Operationen, die eine Schicht der über ihr liegenden Schicht zur Verfügung stellt.
- Der Dienst sagt aus, welche Operationen diese Schicht für ihre Benutzer ausführen will, aber er sagt nichts darüber aus, wie diese Operationen implementiert sind.
- Ein *Protokoll* hingegen ist das Regelgefüge, daß das Format und die Bedeutung der von den Partnereinheiten innerhalb einer Schicht ausgetauschten Rahmen, Pakete oder Nachrichten festlegt.
- Mit Protokollen führen die Einheiten ihre definierten Dienste aus.
- Dienst und Protokoll sind voneinander getrennt.

Funktionsweise von Protokollstapeln



Protocol Stack

Data Encapsulation

Das OSI-Referenzmodell

Application Layer
Presentation Layer
Session Layer
Transport Layer
Network Layer
Data Link Layer
Physical Layer

- Das OSI-Modell basiert auf einem Vorschlag, der von der *International Standards Organization (ISO)* entwickelt wurde.
- Das OSI-Modell stellt(e) den ersten Schritt auf dem Weg zur internationalen Standardisierung verschiedener Protokolle dar.
- Das Modell trägt den offiziellen Namen *ISO-OSI-Referenzmodell (OSI - Open Systems Interconnection)*.

Das OSI-Referenzmodell

Warum sieben Schichten?

- Eine neue Schicht sollte dort entstehen, wo ein neuer Abstraktionsgrad benötigt wird.
- Jede Schicht sollte eine genau definierte Funktion erfüllen.
- Bei der Funktionswahl sollte die Definition international genormter Protokolle berücksichtigt werden.
- Die Grenzen zwischen den einzelnen Schichten sollten so gewählt werden, daß der Informationsfluß über die Schnittstellen möglichst gering ist.
- Die Anzahl der Schichten sollte so groß sein, daß keine Notwendigkeit besteht, verschiedene Funktionen auf eine Schicht zu packen, aber so klein, daß die gesamte Architektur nicht unhandlich wird.

(Tanenbaum A.S.: Computernetzwerke)

Das OSI-Modell

Schicht 1: Die Bitübertragungsschicht betrifft die Übertragung von rohen Bits in einem Übertragungskanal (z.B. RS-232)

Schicht 2: Die Aufgabe der Sicherungsschicht (Verbindungsschicht) ist die gesicherte Übertragung von Daten. (z.B. SLIP, PPP)

Schicht 3: Die Netzwerkschicht (Vermittlungsschicht) hat die Hauptaufgabe eine Verbindung zwischen Knoten im Netzwerk herzustellen. (IP)

Schicht 4: Die Transportschicht hat die grundlegende Aufgaben, den Datenfluß zu steuern und die Unverfälschtheit der Daten sicherzustellen. (TCP)

Schicht 5: Die Sitzungsschicht (oft auch Verbindungsschicht oder Kommunikationssteuerschicht genannt) ermöglicht den Verbindungsauf- und abbau.

Schicht 6: Die Darstellungsschicht regelt die Darstellung der Übertragungsdaten in einer von der darüber liegenden Ebene unabhängigen Form.

Schicht 7: Die Anwendungsschicht enthält eine große Zahl häufig benötigter Protokolle, die einzelne Programme zur Erbringung ihrer Dienste definiert haben. (FTP, TELNET)

Literatur

- Comer, D.: Computernetzwerke und Internets. Prentice Hall, München, 1998
  (http://www.netbook.cs.purdue.edu/index.html)
- Tanenbaum A.S.: Computernetzwerke. Prentice Hall, München, 1997
  (http://www.prenhall.com/divisions/ptr/tanenbaum/book.html)
- Holzmann, G.J.: Design and Validation of Computer Protocols. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1991
  (http://cm.bell-labs.com/cm/cs/what/spin/Doc/Book91.html)
- Holtkamp, H.: Einführung in TCP/IP.
  (http://www.rvs.uni-bielefeld.de/~heiko/tcpip/tcpip.html)