

openHPI-Kurs Wie funktioniert das Internet?
Ethernet – Wichtigste LAN Technologie

Prof. Dr. Christoph Meinel
Hasso-Plattner-Institut
Universität Potsdam

Allgemeines

Ethernet ist die wichtigste LAN-Technologie, ursprünglich basierend auf Bus-Topologie

Anfänge:

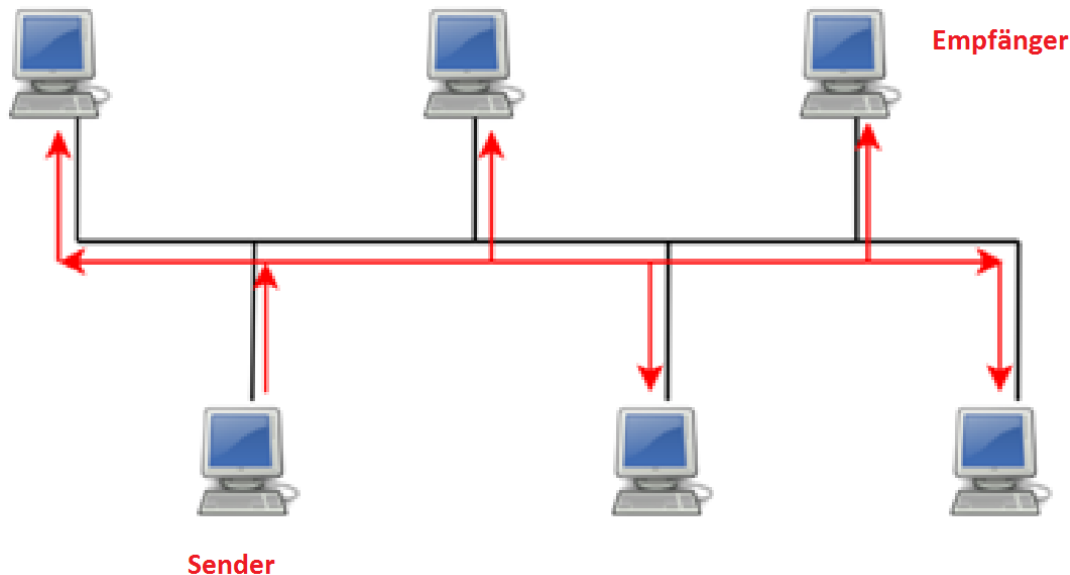
- Konzipiert am XEROX PARC (R. Metcalfe, D. Boggs) Anfang der 70er Jahre
- Erstes Ethernet konnte bis zu 256 Rechner bei max. Kabellänge von 1.000m mit Bandbreite 2,94 Mbps vernetzen
- IEEE ratifizierte 10Mbps-Ethernet-Spezifikation der Allianz aus Xerox, Digital, Intel

Basiskomponenten:

- Ethernet-Kabel – physikalisches Medium
- CSMA/CD – Regelwerk für konkurrierenden Zugriff auf das Übertragungsmedium
- Ethernet-Datenpakete (Frame, Rahmen) – Struktur der zu sendenden Datensätze

Ethernet - Grundprinzip

Datenpakete werden über den Bus versendet



Alle angeschlossenen Rechner empfangen jedes Datenpaket, doch nur der Zielrechner verarbeitet es

Ethernet-Vielfachzugriffsalgorithmus:

Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection

- Sobald ein Rechner ein Paket sendet, wird es von allen angeschlossenen Rechnern – **Broadcast** – empfangen
- Zu jedem Zeitpunkt kann höchstens ein Paket übertragen werden; werden zwei Pakete gleichzeitig übertragen, kommt es zur Kollision
- **CSMA/CD** regelt
 - konkurrierenden Sendezugriff der Rechner und
 - Auflösung von Kollisionen

Grundregeln:

■ **Carrier Sensing:**

- Rechner „horcht“ auf Ether, bevor er sendet
- Ist Ether besetzt, wartet er eine zufällige Zeitspanne „Back Off-Time“ ab

■ **Collision Detection:**

- Rechner horchen, ob eine Kollision stattgefunden hat
- Wenn ja, wird Übertragung abgebrochen „JAM Signal“

- Ethernet bietet **verbindungslosen** (connectionless) Dienst
- Ethernet bietet **unzuverlässigen** (non-reliable) Dienst
 - Paket beinhaltet zwar Prüfsumme, nach Empfang wird jedoch kein explizites Acknowledgement zurückgeschickt (weder bei Erfolg, noch bei Misserfolg) – um Fehlerbehebung muss sich ein Protokoll einer höheren Schicht kümmern

Ethernet-Datenpaketformat

Grundstruktur der Datenpakete ist bei allen Ethernet-Technologien gleich

- Präambel – 7 bzw. 8 Byte
 - 7 Bytes beginnen mit „10101010“ – wecken Empfänger und dienen zur Synchronisation
 - letztes Byte endet mit „10101011“ – zeigt Beginn des eigentlichen Pakets an
- Zieladresse und Ursprungsadresse – jeweils 6 Byte
- Typfeld – weist Paket als Paket des Ethernet-Protokolls (also des Data-Link-Layer) aus
- Nutzdaten – 46 bis 1500 Byte - mit abschließender Prüfsumme – 4 Byte

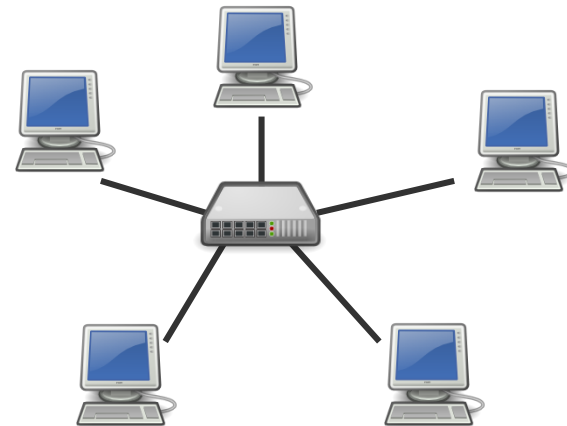
Ethernet-Topologien (Beispiele)

Bus



Alle Computer empfangen das Datenpaket, doch nur der Zielrechner verarbeitet es

Stern



Datenpakete werden über die zentrale Station (Hub/Switch) an den Zielrechner gesendet

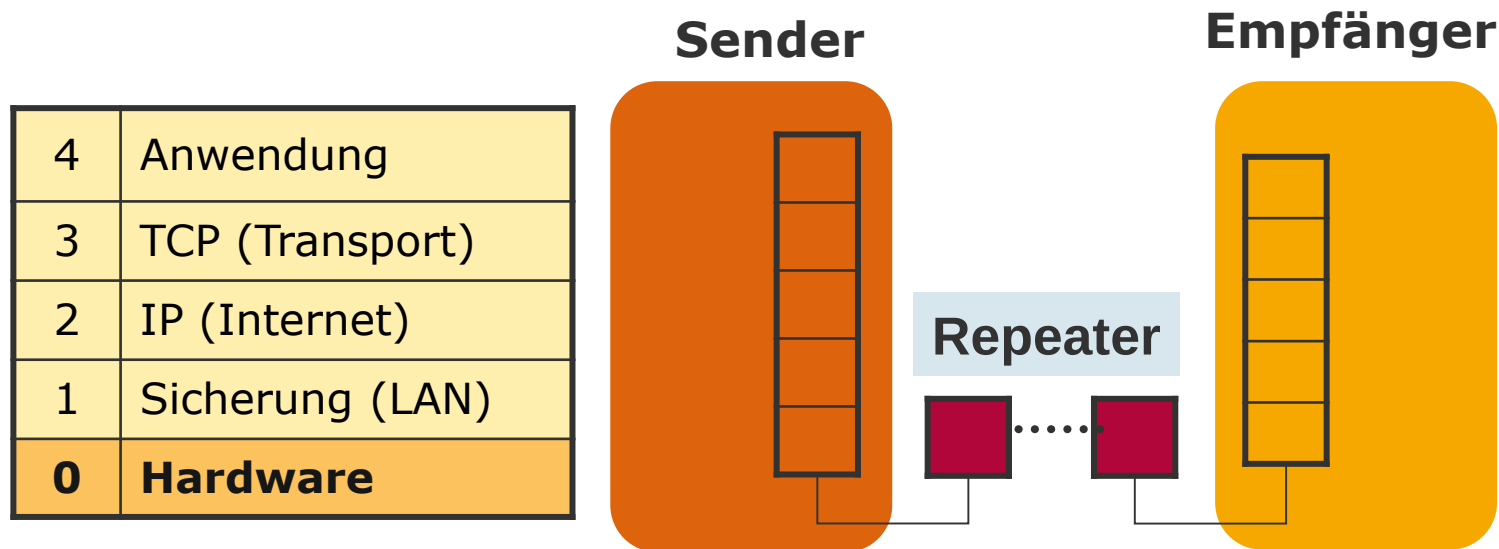
Ethernet-Hardwarekomponenten (1/5)

- Ein Ethernet-Segment besteht aus einer Rechnergruppe an einem Bus
- Jedes Ethernet-Segment bildet eine **Collision Domain**
- Ethernet-Segmente können über verschiedene Zwischensysteme verbunden werden
 - **Repeater** – verbinden einzelne Segmente zu größerem Verbund, der sich wie eine einzige Collision Domain verhält
 - **Bridges** – verbinden verschiedene, physikalisch getrennte Collision Domains, in denen jeweils parallel kommuniziert werden kann
 - **Switches** – leiten Pakete nur über den jeweiligen Port an das Ziel-Segment des LANs weiter
 - **Router** – können verschiedene Ethernet-LANs miteinander verbinden

Ethernet-Hardwarekomponenten (2/5)

Repeater arbeiten auf unterster Schicht (physikalische Schicht), sind daher für höhere Schichten „unsichtbar“

- Dienen zur reinen Signalverstärkung bei der Überwindung größerer Distanzen
- Verfügen über keinerlei „Eigenintelligenz“



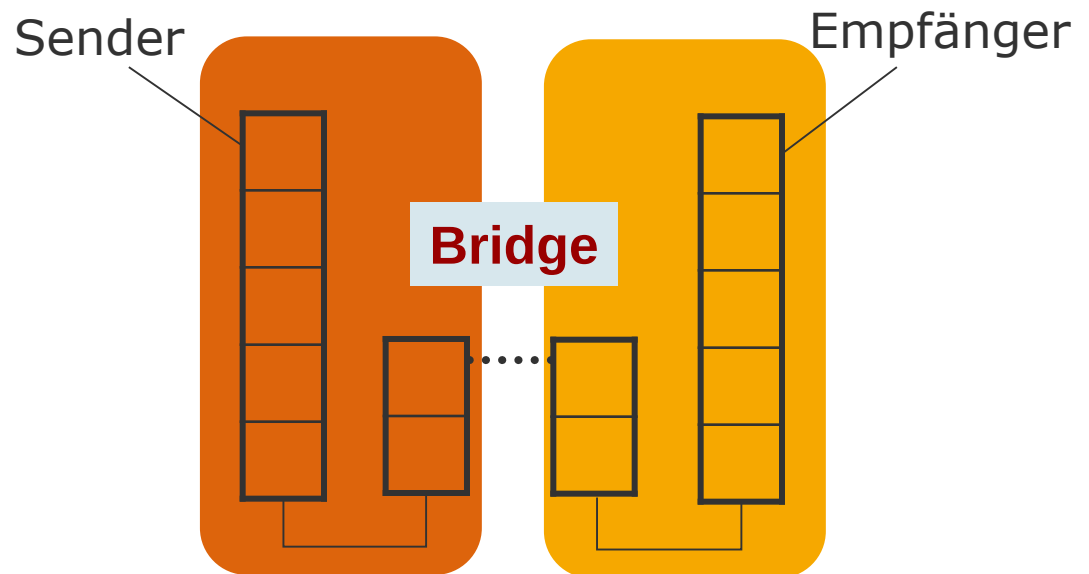
Ethernet-Hardwarekomponenten (3/5)

Bridge verbindet zwei LAN-Segmente

Switch verbindet einzelne Rechner im LAN (oder mehrere Segmente)

- LAN-Erweiterung mit **intelligentem Verkehrsmanagement**
- Lokaler Verkehr bleibt lokal, wird nicht über Bridge weitergeleitet

4	Anwendung
3	TCP (Transport)
2	IP (Internet)
1	Sicherung (LAN)
0	Hardware

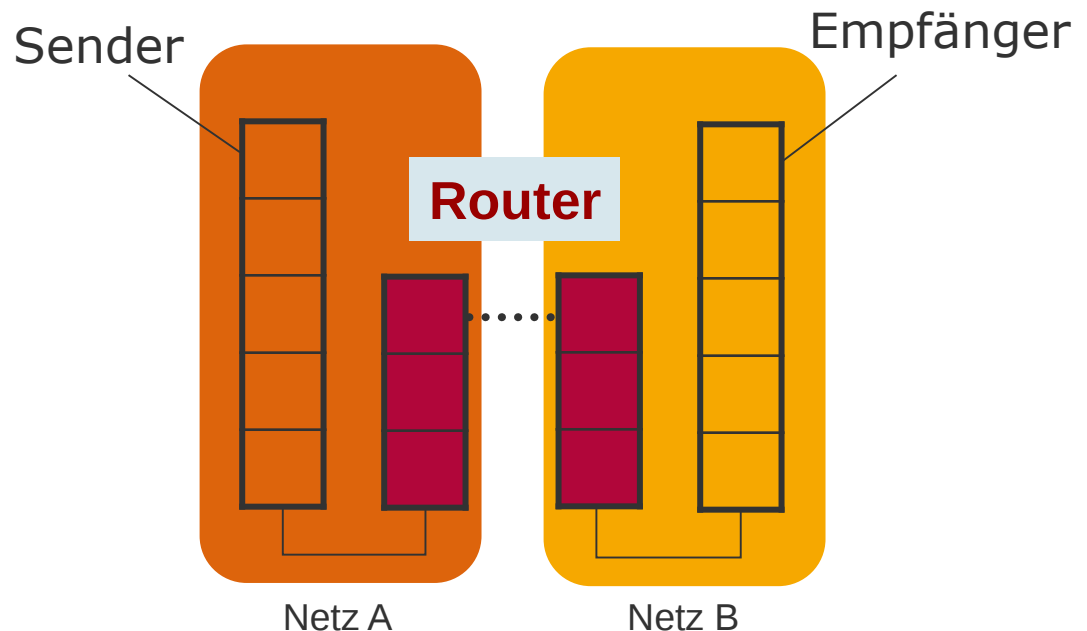


Ethernet-Hardwarekomponenten (4/5)

Router verbinden zwei autarke Netze zu einem Internet

- Subnetze werden logisch auf Schicht 2 getrennt
- Netzwerktopologie muss dem Router bekannt sein, um Datenpakete effizient weiterleiten zu können

4	Anwendung
3	TCP (Transport)
2	IP (Internet)
1	Sicherung (LAN)
0	Hardware

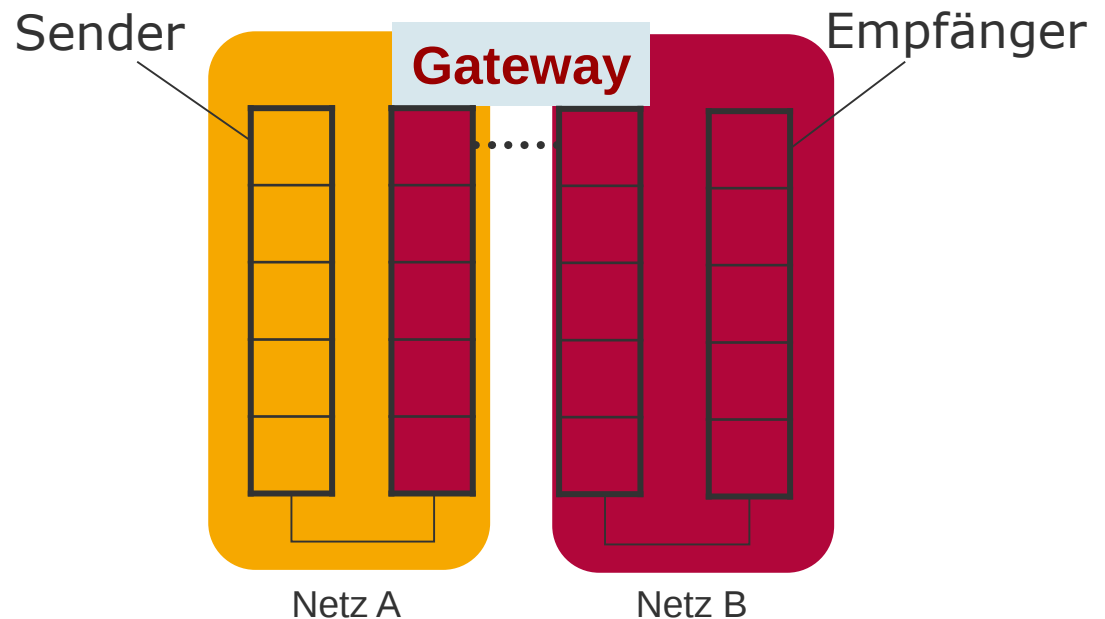


Ethernet-Hardwarekomponenten (5/5)

Gateway verbindet Netzwerke zu einem neuen System

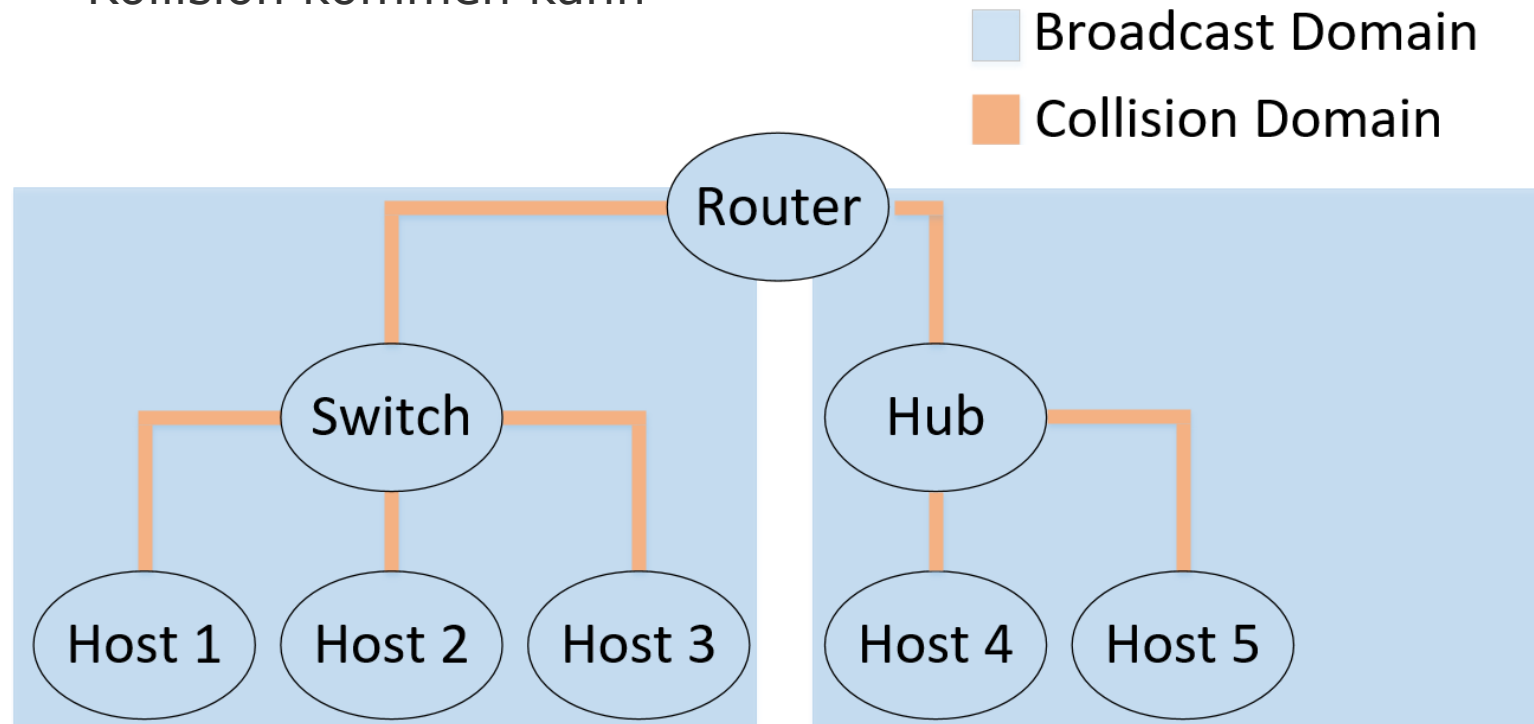
- Ermöglicht Kommunikation zwischen Anwendungsprogrammen bzw. Komponenten einer verteilten Anwendung auf unterschiedlichen Endsystemen
- Übersetzt unterschiedliche Anwendungsprotokolle ineinander

4	Anwendung
3	TCP (Transport)
2	IP (Internet)
1	Sicherung (LAN)
0	Hardware



Broadcast / Collision Domains

- **Broadcast Domain** – alle Rechner im Netz, die Broadcast-Pakete empfangen können
- **Collision Domain** – alle Rechner, zwischen denen es zu einer Kollision kommen kann



Ethernet-Varianten (1/3)

- Ethernet-Varianten unterscheiden sich in Bezug auf
 - Übertragungsmedien – Koaxialkabel, Twisted-Pair, Glasfaserkabel, ...
 - Begrenzungsparameter, Anzahl anschließbarer Rechner, Bandbreiten, Topologie, ...
- **10 Mbps – Varianten**
 - 10BASE5 – ursprünglicher Standard, nutzt teure Kabel (Thick Ethernet)
 - 10BASE2 – nutzt preiswerteres Kabel (Thin Ethernet)
 - 10BASE-T – nutzt einfaches Telefonkabel (Twisted Pair) als Übertragungsmedium, sternförmige Verkabelung mit zentralem Hub
 - 10BASE-F – nutzt weniger fehleranfälliges Glasfaserkabel

Ethernet-Varianten (2/3)

100 Mbps Ethernet – Fast Ethernet

- Bandbreite von 100 Mbps kann Bursts auch bei Multimediaanwendungen verkraften
- Folgt Entwicklungslinien von 10BASE-T
- Nutzt verschiedene Leitungsmaterialien, z.B. Doppeladerkabel, abgeschirmte Doppeladerkabel oder Lichtwellenleiterkabel
- Alle Fast-Ethernet-Varianten nutzen Sterntopologie

Ethernet-Varianten (3/3)

1 Gbps Ethernet – Gigabit-Ethernet

- Backbone-Technologie zur Verbindung von Subnetzen unterschiedlicher Bandbreite, heute auch in lokalen Netzen

10 Gbps Ethernet

- Weiterentwicklung der Backbone-Technologie, Einsatz in MAN und WAN

Broadband Ethernet

- Überträgt keine digitalen Basisbandsignale, sondern moduliert diese auf Träger bestimmter Frequenzen (analoge Übertragung)
 - über Frequenzmultiplexverfahren können so mehrere Ethernet-Systeme über ein einziges Koaxialkabel betrieben werden

Auf einen Blick

- Ethernet kann mehrere hundert Rechner im Umkreis von ca. 1 km vernetzen
- Relativ hohe Datenrate
- Geringe Verzögerung durch Verzicht auf Speicher und Transportlogik
- Sehr einfache Algorithmen für Zugriff auf Übertragungsmedium und Adressierung
- Effiziente Nutzung und faire Zugriffsverteilung für alle Teilnehmer
- Hohe Zuverlässigkeit, keine zentrale Steuerung
- Hohe Stabilität auch unter Last