



Vorlesung Informatik
 Dr. rer. nat. Harald Sack
 Institut für Informatik
 Friedrich Schiller Universität Jena
 Sommersemester 2006

<http://www.informatik.uni-jena.de/~sack/SS06/webtechnologien/webtechnologien.htm>

Webtechnologien

24.04.2006 – Vorlesung Nr. 1 [2] [3] [4] [5] [6] [7] [8] [9] [10] [11]

● Teil I – Internet und WWW

Webtechnologien
 Dr. rer. nat. Harald Sack, Institut für Informatik, FSU Jena, Ernst-Abbe-Platz 2-4, D-07743 Jena, E-Mail: sack@minet.uni-jena.de

2

Webtechnologien

Teil I: Internet und WWW

1. Internet
2. World Wide Web
3. Web-Programmierung
4. Sicherheit im WWW
5. Web-Services
6. WWW-Suchmaschinen

Webtechnologien
 Dr. rer. nat. Harald Sack, Institut für Informatik, FSU Jena, Ernst-Abbe-Platz 2-4, D-07743 Jena, E-Mail: sack@minet.uni-jena.de

3

Teil I: Internet und WWW

1. Internet

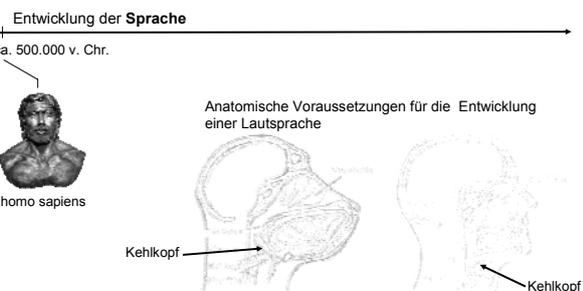
- Historischer Abriss
- Computer-Netzwerke und LANs
- WANs und Internetworking
- TCP/IP Protokolle
- Internetanwendungen
- Mobile Netze und WLAN

Webtechnologien
 Dr. rer. nat. Harald Sack, Institut für Informatik, FSU Jena, Ernst-Abbe-Platz 2-4, D-07743 Jena, E-Mail: sack@minet.uni-jena.de

4

1. Internet

Prä-Internet Timeline

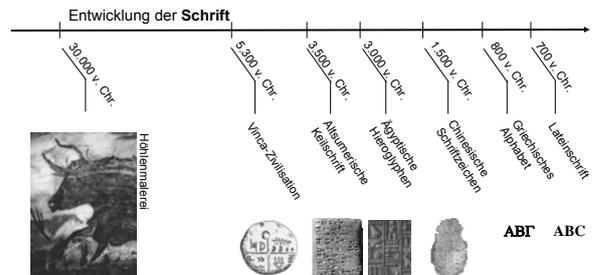


Webtechnologien
 Dr. rer. nat. Harald Sack, Institut für Informatik, FSU Jena, Ernst-Abbe-Platz 2-4, D-07743 Jena, E-Mail: sack@minet.uni-jena.de

5

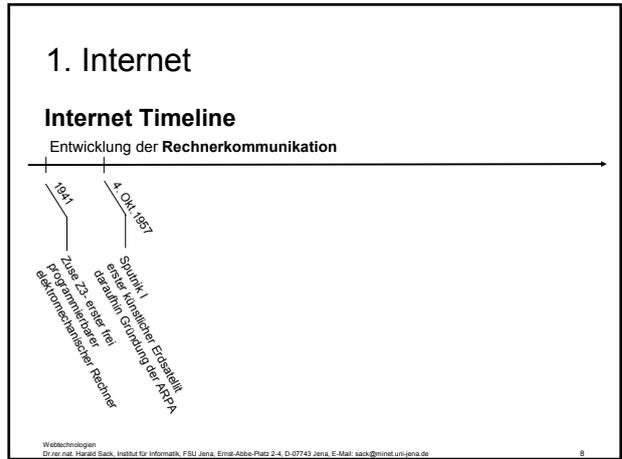
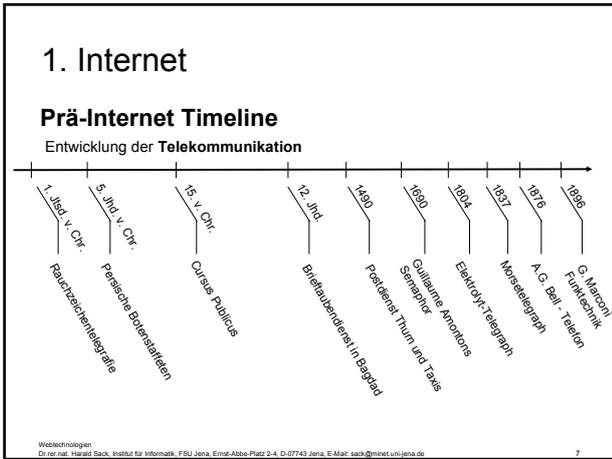
1. Internet

Prä-Internet Timeline



Webtechnologien
 Dr. rer. nat. Harald Sack, Institut für Informatik, FSU Jena, Ernst-Abbe-Platz 2-4, D-07743 Jena, E-Mail: sack@minet.uni-jena.de

6



1. Internet

Internet Timeline

- 4. Oktober 1957 - der „Sputnik Schock“

...und der kalte Krieg“

Webtechnologien
Dir. rer.-nat. Harald Sack, Institut für Informatik, FSU Jena, Ernst-Abbe-Platz 2-4, D-07743 Jena, E-Mail: sack@minet.uni-jena.de

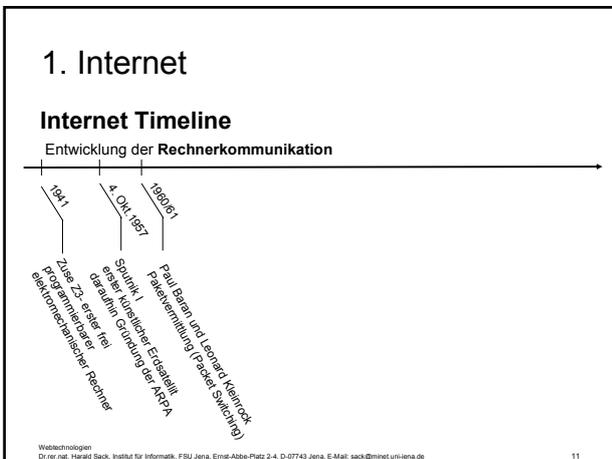
1. Internet

Internet Timeline

- 1958 – Gründung der ARPA
 - *Advanced Research Projects Agency*
 - finanziert Forschungseinrichtungen
 - soll technologische Vormachtstellung der USA sichern (...zurückgewinnen)
 - 1972 in DARPA umbenannt

⇒ Gewährleistung ausfallsicherer Kommunikation

Webtechnologien
Dir. rer.-nat. Harald Sack, Institut für Informatik, FSU Jena, Ernst-Abbe-Platz 2-4, D-07743 Jena, E-Mail: sack@minet.uni-jena.de



1. Internet

Internet Timeline

- 1960 - Leitungsvermittlung

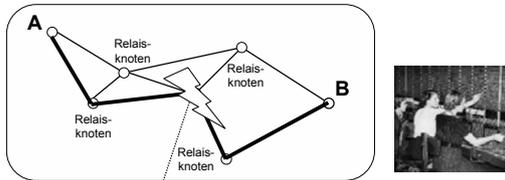
Circuit Switching
z.B. Telefonnetz

Webtechnologien
Dir. rer.-nat. Harald Sack, Institut für Informatik, FSU Jena, Ernst-Abbe-Platz 2-4, D-07743 Jena, E-Mail: sack@minet.uni-jena.de

1. Internet

Internet Timeline

- 1960 - Leitungsvermittlung



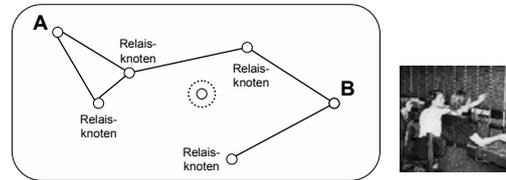
Ausfall eines Relaisknoten



1. Internet

Internet Timeline

- 1960 - Leitungsvermittlung



Verbindung bricht zusammen



1. Internet

Internet Timeline

- 1960 / 1961 - Paketvermittlung

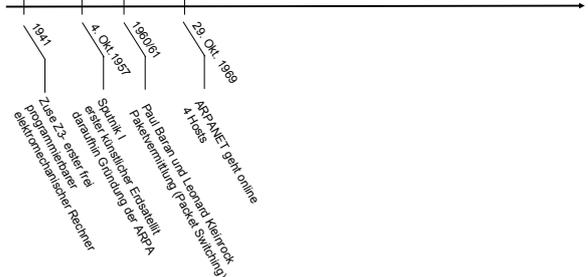
- **Idee:**
 - nutze das **gesamte Netzwerk** (alle Wege...)
 - zerlege die Nachricht zum Senden in **einzelne Pakete**
 - **setze** die Nachricht beim Empfänger **wieder zusammen**



1. Internet

Internet Timeline

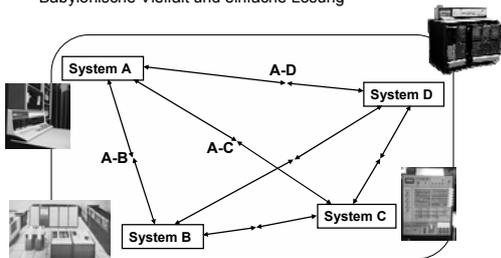
Entwicklung der Rechnerkommunikation



1. Internet

Internet Timeline

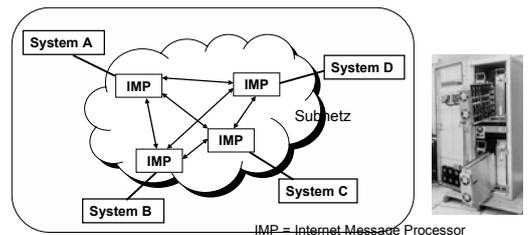
- 1969 – Rechnerkommunikation
Babylonische Vielfalt und einfache Lösung



1. Internet

Internet Timeline

- 1969 – Rechnerkommunikation
Babylonische Vielfalt und einfache Lösung

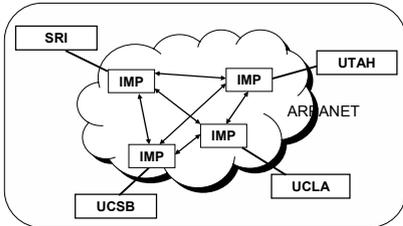


IMP = Internet Message Processor

1. Internet

Internet Timeline

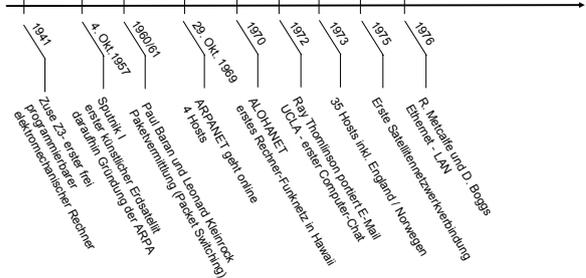
- 29. Oktober 1969 22:30 PCT – ARPANET das erste Login....



1. Internet

Internet Timeline

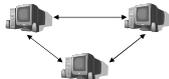
Entwicklung der Rechnerkommunikation



1. Internet

Internet Timeline

- 1976 – Grundprinzipien der Rechnervernetzung
 - Einfachste Variante: **Punkt-zu-Punkt Verbindung**



- **Problem:** quadratisches Wachstum der benötigten Verbindungen

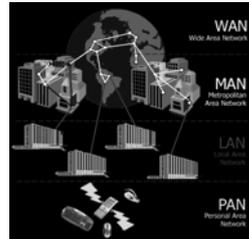
$$n \text{ Rechner} \rightarrow \frac{n(n-1)}{2} \text{ Verbindungen}$$

- **Idee:**
 - **gemeinsame** Nutzung des Netzwerks.
 - Computer senden **abwechselnd** Datenpakete über ein **gemeinsames** Kommunikationsmedium

1. Internet

Internet Timeline

- 1976 – Grundprinzipien der Rechnervernetzung

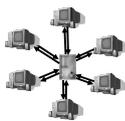


- WAN - Wide Area Network**
Vernetzung von mehreren Städten, Ländern, Kontinenten (skalierbar)
- MAN - Metropolitan Area Network**
Vernetzung einer Stadt
- LAN - Local Area Network**
Vernetzung von Gebäuden
- PAN - Personal Area Network**
Mini-Vernetzung im persönlichen Umfeld

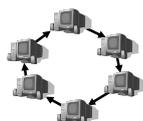
1. Internet

Internet Timeline

- 1976 – Grundprinzipien der Rechnervernetzung
 - Lokale Netze (LANs) lassen sich nach ihrer Topologie klassifizieren



Sterntopologie



Ringtopologie



Bustopologie

1. Internet

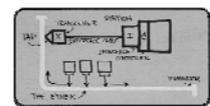
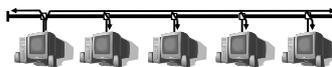
Internet Timeline

- 1976 – Ethernet
 - 1973 von Robert Metcalfe am PARC entwickelt
 - 1976 publiziert
 - entwickelt sich zum LAN-Standard



Robert Metcalfe

Ethernet Prinzip

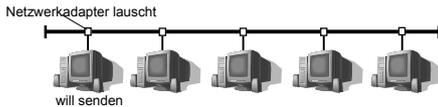


Original Entwurfskizze (1973)

1. Internet

Internet Timeline

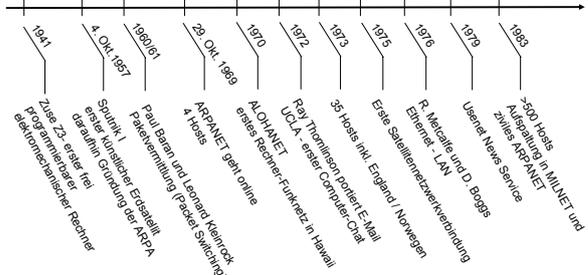
- 1976 – Ethernet
 - Ethernet Schiedsrichter-Algorithmus CSMA/CD
 - Netzwerkadapter kann auf den Bus hinaus „lauschen“, ob
 - gerade eine Kommunikation stattfindet
 - gerade eine Kollision stattgefunden hat
 - die Leitung frei ist
- wird Kollision festgestellt: **warten** (Backoff)



1. Internet

Internet Timeline

Entwicklung der Rechnerkommunikation



1. Internet

Internet Timeline

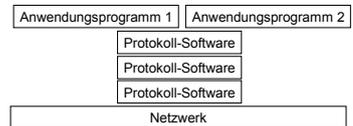
Entwicklung der Internetkommunikation



1. Internet

Internet Timeline

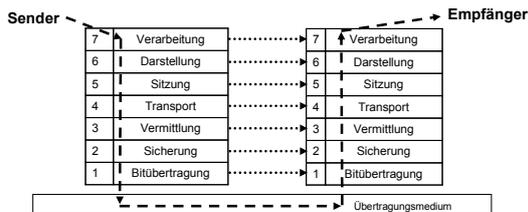
- 1983 – TCP/IP Protokoll
 - **Netzprotokoll** oder **Kommunikationsprotokoll**
 - Sammlung von **Vereinbarungen und Regeln**
 - Spezifiziert **Nachrichtenformate** und erforderliche **Aktionen** zur Nachrichtenübermittlung
 - **Protokoll-Software**
 - implementiert Netzprotokoll
 - komfortable und anspruchsvolle **Schnittstelle** zum Netzwerk



1. Internet

Internet Timeline

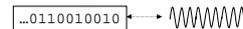
- 1983 – TCP/IP Protokoll
 - das **ISO/OSI-Referenzmodell** war historisch das erste Schichtenmodell der Rechnerkommunikation



1. Internet

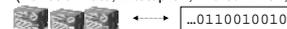
Internet Timeline

- 1983 – TCP/IP Protokoll
- **ISO/OSI Schichtenmodell**
 - ➔ **Schicht 1: Bitübertragung (Physical)**
 - **Übertragung einzelner Bits**
 - Umwandlung Bits / elektrische (optische) Signale



- ➔ **Schicht 2: Sicherung (Data Link)**

- **Organisation von Daten in Paketen**
- Übertragung von Paketen
- (Paketformate, Bitstopfen, Prüfsummen, ...)

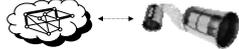


7	Verarbeitung
6	Darstellung
5	Sitzung
4	Transport
3	Vermittlung
2	Sicherung
1	Bitübertragung

1. Internet

Internet Timeline

- 1983 – TCP/IP Protokoll
- ISO/OSI Schichtenmodell
- **Schicht 3: Vermittlung (Network)**
 - Zuweisung von **Adressen**
 - **Weiterleitung** von Paketen im Netz
 - (Adressierung, Routing...)
- **Schicht 4: Transport (Transport)**
 - **zuverlässigen Übertragung**



7	Verarbeitung
6	Darstellung
5	Sitzung
4	Transport
3	Vermittlung
2	Sicherung
1	Bitübertragung

1. Internet

Internet Timeline

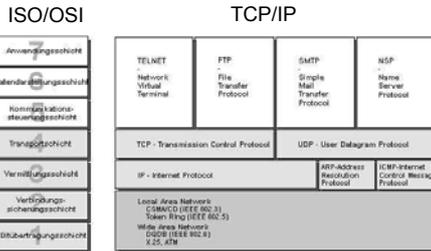
- 1983 – TCP/IP Protokoll
- ISO/OSI Schichtenmodell
- **Schicht 5: Sitzung (Session)**
 - Aufbau einer **Übertragungssitzung** zu entfernten System
 - Spezifikation von **Sicherheitstechniken** (z.B. Passwörter)
- **Schicht 6: Darstellung (Presentation)**
 - Darstellung der Daten
(**Übersetzung** der Datendarstellung eines Rechnertyps in die des anderen)
- **Schicht 7: Verarbeitung (Application)**
 - Benutzung des Netzes durch eine Anwen-
dung

7	Verarbeitung
6	Darstellung
5	Sitzung
4	Transport
3	Vermittlung
2	Sicherung
1	Bitübertragung

1. Internet

Internet Timeline

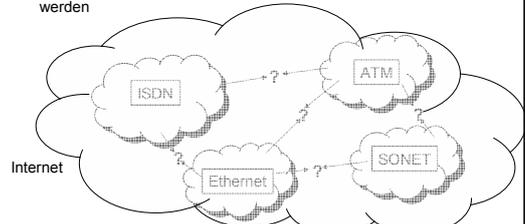
- 1983 – TCP/IP Protokoll



1. Internet

Internet Timeline

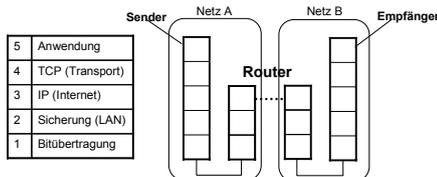
- 1983 – TCP/IP Protokoll
- **Internetworking**
 - Zahlreiche unterschiedliche Technologien müssen im **Internet** zu einem **homogen wirkenden Netzwerk** zusammengeschlossen werden



1. Internet

Internet Timeline

- 1983 – TCP/IP Protokoll
- **Router**
 - verbindet zwei autarke Netze zu einem **Internet**
 - Subnetze werden logisch auf Schicht 3 getrennt
 - Netzwerklogik muss dem Router bekannt sein, um effizient Datenpakete weiterleiten zu können



1. Internet

Internet Timeline

- 1983 – TCP/IP Protokoll

IP – Internet Protocol

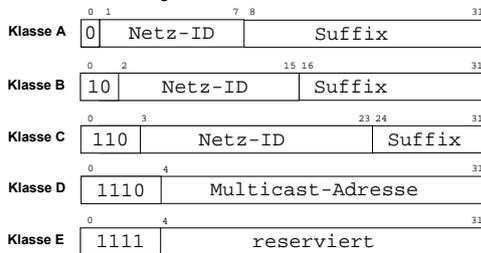
5	Verarbeitung (Application Layer)
4	Transport (Transport Layer)
3	Vermittlung (Internet Layer)
2	Sicherung (Network Interface Layer)
1	Bitübertragung (Physical Layer)

- Datenkommunikation zwischen zwei Endsystemen
→ **einheitliches Adressierungs-Schema**
- Wahl eines Verbindungsweges zwischen zwei Endsystemen
→ **Routing**
- Anpassung der Systemparameter zwischen unterschiedlichen Netzwerke
→ **Fragmentierung / Defragmentierung**
- Erkennen von Übertragungsfehlern
→ **fehlererkennende Kodierung**
- Erkennung und Behebung von Überlast- und Stausituationen im Netzwerk
→ **Flusskontrolle**

1. Internet

Internet Timeline

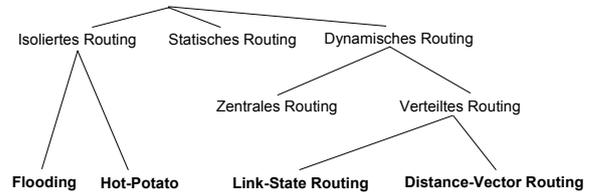
- 1983 – TCP/IP Protokoll
- IPv4 Adressierung



1. Internet

Internet Timeline

- 1983 – TCP/IP Protokoll
- Routingverfahren



1. Internet

Internet Timeline

- 1983 – TCP/IP Protokoll
- Link-State Routing
 - Internet-Standard
 - auch als SPF (Shortest-Path-First) / OSPF bezeichnet
 - Suche alle **direkten Nachbarn** im Netzwerk
 - **Messe die Distanz** zu jedem direkten Nachbarn
 - Bilde ein **Link-State-Paket** mit den ermittelten Distanzinformationen
 - Versende das Link-State-Paket via Broadcast **an alle Router** im Netzwerk

➡ **Schnelle Anpassung** an Veränderungen der Netzwerktopologie

1. Internet

Internet Timeline

- 1983 – TCP/IP Protokoll
- Services des IP-Protokolls
 - **Verbindungslos**
 Jedes Datenpaket kann auf unterschiedlichem Weg zum Ziel gelangen
 - **Best Effort**
 Es wird nicht garantiert, dass ein gesendetes Datenpaket tatsächlich am Ziel ankommt bzw. wann es dort eintrifft
- Bestimmte Aufgaben erfordern aber **Dienstgarantien**
 - Sichere Übertragung
 - Einhaltung von Zeitschranken

1. Internet

Internet Timeline

- 1983 – TCP/IP Protokoll

5	Verarbeitung (Application Layer)
4	Transport (Transport Layer)
3	Vermittlung (Internet Layer)
2	Sicherung (Network Interface Layer)
1	Bitübertragung (Physical Layer)

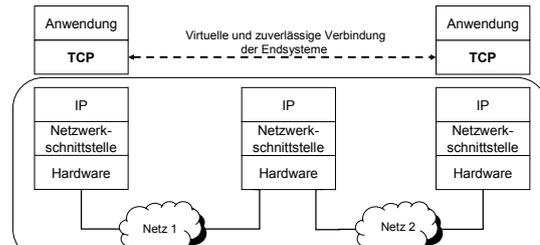
TCP – Transport Control Protocol

- Kommunikationsverbindung zwischen zwei Anwendungsprogrammen
 → **verbindungsorientiert**
- sichere Datenübertragung
 → **sicheres Verbindungsmanagement**
 → **fehlerfreie Datenübertragung**
 → **Flusssteuerung**

1. Internet

Internet Timeline

- 1983 – TCP/IP Protokoll
- Transmission Control Protocol



1. Internet

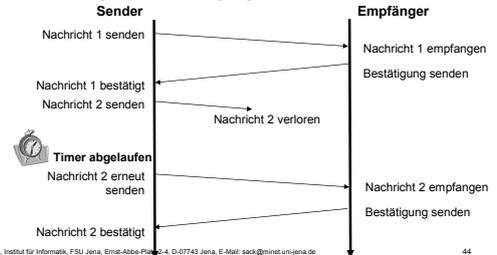
Internet Timeline

- 1983 – TCP/IP Protokoll
- Transmission Control Protocol
 - Verbindungsorientierte Datenübertragung
 1. Verbindungsaufbau
 2. Datenübertragung
 3. Verbindungsabbau
 - Verbindung kommt rein **software-technisch** (virtuell) zu Stande
 - TCP-Nachricht wird zur Übertragung in **IP-Datagramm gekapselt** (als Nutzdaten)
 - TCP-Implementierung daher auf Zwischensystemen nicht erforderlich
- Zuverlässige Übertragung durch **Quittierungsmechanismus**

1. Internet

Internet Timeline

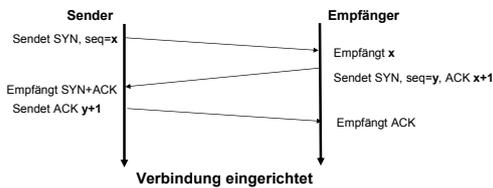
- 1983 – TCP/IP Protokoll
- Transmission Control Protocol
 - Zuverlässige Datenübertragung



1. Internet

Internet Timeline

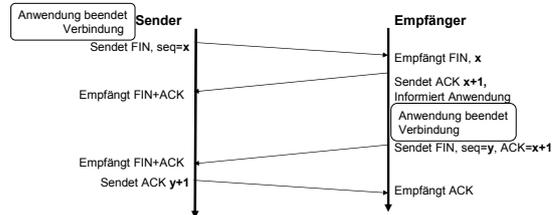
- 1983 – TCP/IP Protokoll
- Transmission Control Protocol
 - Zuverlässige Verbindungsaufbau (3-Wege Handshake)



1. Internet

Internet Timeline

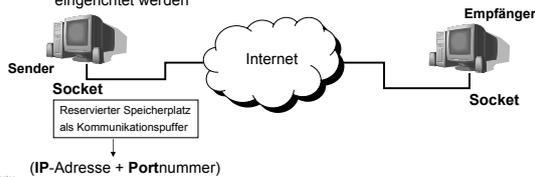
- 1983 – TCP/IP Protokoll
- Transmission Control Protocol
 - Zuverlässige Verbindungsabbau (mod. 3-Wege Handshake)



1. Internet

Internet Timeline

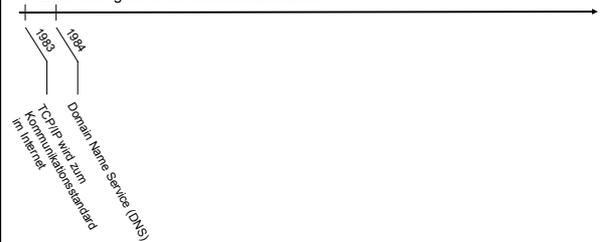
- 1983 – TCP/IP Protokoll
- Transmission Control Protocol
 - TCP Ports
 - Um **Verbindung zwischen zwei Endsystemen** einzurichten und aufrecht zu erhalten, müssen auf Sender und Empfänger eindeutig identifizierbare Endpunkte der Kommunikation (**Sockets**) eingerichtet werden



1. Internet

Internet Timeline

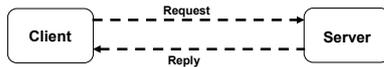
Entwicklung der Internetkommunikation



1. Internet

Internet Timeline

- 1984 – Domain Name Service (DNS)
- **Client-/Server-Prinzip**
 - Internetanwendungen sind Hauptakteure, die über das Internet miteinander kommunizieren
 - Internetanwendungen basieren auf dem Client-/Server-Prinzip

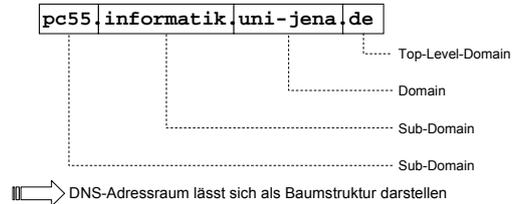


- aktive Komponente
- stellt Anfrage an gleichartige Anwendung, die auf einem anderen Rechner läuft (Request)
- passive Komponente
- antwortet auf Anfrage mit der gewünschten Information (Reply)

1. Internet

Internet Timeline

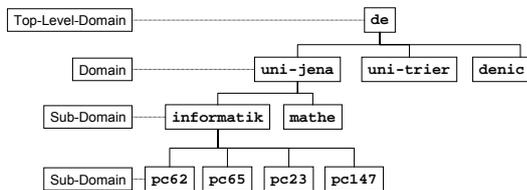
- 1984 – Domain Name Service (DNS)
- **DNS Adressraum**



1. Internet

Internet Timeline

- 1984 – Domain Name Service (DNS)
- **Ausschnitt aus dem DNS Adressraum**



1. Internet

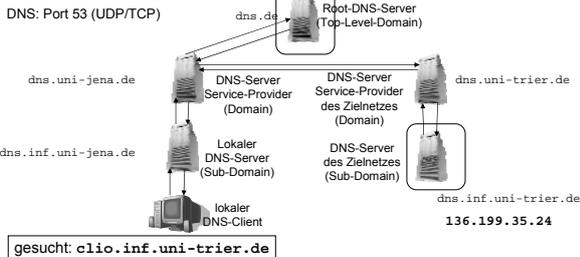
Internet Timeline

- 1984 – Domain Name Service (DNS)
- **DNS Server**
 - Macht es Sinn, wenn es einen **einzigsten, zentralen Server** gibt, der alle IP-Adressen und die ihnen zugeordneten DNS-Namen verwaltet ?
 - Problem: $> 394 \cdot 10^8$ Internet-Hosts
 - permanente Überlastung!
- DNS-Adressraum wird in nicht überlappende **Zonen** hierarchisch aufgeteilt
- **DNS-Server** kennt jeweils
 - **alle** Server/Hosts auf der **direkt unter** ihm liegenden Hierarchiestufe
 - den Server, der **direkt über** diesem in der Hierarchie steht

1. Internet

Internet Timeline

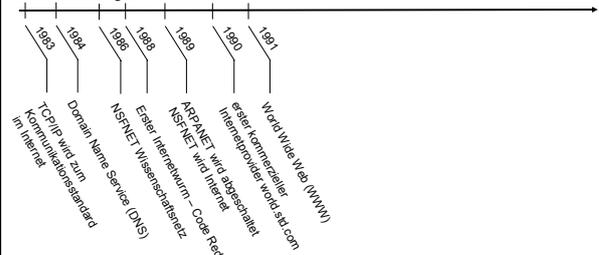
- 1984 – Domain Name Service (DNS)
- **DNS Anfrage**



1. Internet

Internet Timeline

Entwicklung der Internetkommunikation



1. Internet

Internet Timeline

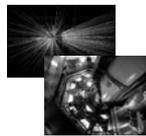
- 1991 – World Wide Web



Robert Cailliau



Sir Tim Berners-Lee

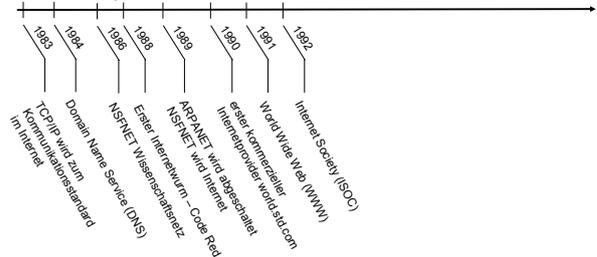


1991 am CERN zur Dokumentenverwaltung entwickelt

1. Internet

Internet Timeline

Entwicklung der Internetkommunikation



1. Internet

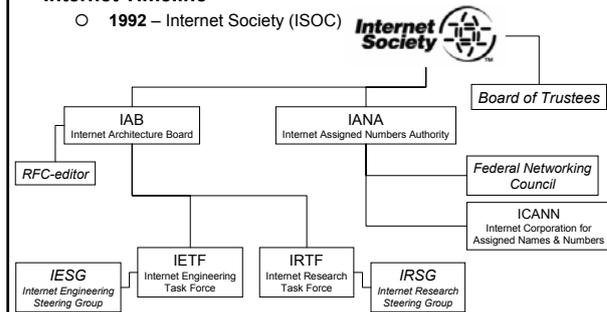
Internet Timeline

- 1992 – Internet Society (ISOC)
 - Internet besitzt **keine** Leitstelle oder **zentrale Administration (kein einheitliches internationales Recht)**
 - es existieren jedoch **Organisationen**, die sich mit
 - der Entwicklung,
 - dem Betrieb und der
 - Standardisierung des Internets beschäftigen
- **Internet Society (ISOC)** und deren Unterorganisationen
- **World Wide Web Consortium (W3C)**
- **Internet Corporation for Assigned Names and Numbers (ICANN)**

1. Internet

Internet Timeline

- 1992 – Internet Society (ISOC)



1. Internet

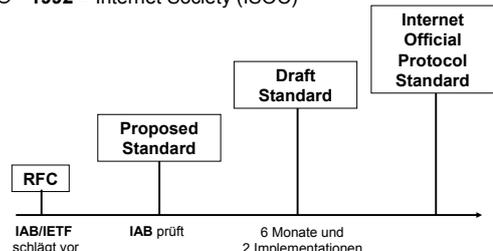
Internet Timeline

- 1992 – Internet Society (ISOC)
- **Request for Comments (RFC)**
 - RFC = Vorschlag für einen neuen Standard
 - Autor reicht einen Vorschlag beim **IAB** ein
 - RFC wird darauf hin von **IAB** oder **IETF** als **RFC** veröffentlicht
 - bis RFC als Standard verabschiedet werden kann, muss dieser den **Internet-Standardisierungsprozess** durchlaufen
- RFCs werden fortlaufend durchnummeriert
- RFCs sind über Internet/WWW **frei verfügbar** und
- RFCs können **öffentlich diskutiert** werden
- RFCs enthalten nur technische Informationen / Spezifikationen

1. Internet

Internet Timeline

- 1992 – Internet Society (ISOC)



1. Internet

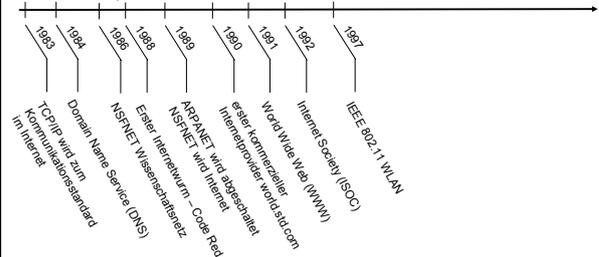
Internet Timeline

- 1992 – Internet Society (ISOC)
- Einige wichtige RFCs
 - RFC 1160: Internet Architecture Board
 - RFC 821: Email
 - RFC 822: SMTP
 - RFC 791: Internet Protokoll – IP
 - RFC 793: TCP Protokoll
 - RFC 1034/1035: Domain Name Service – DNS
 - RFC 1630: URIs für World Wide Web
 - RFC 1866: HTML
 - RFC 1945/2068: HTTP

1. Internet

Internet Timeline

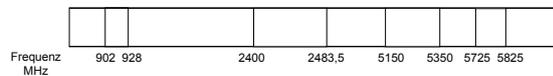
Entwicklung der Internetkommunikation



1. Internet

Internet Timeline

- 1997 – IEEE 802.11 WLAN
- 1971 ALOHA-Net, erstes Funk-Datennetz auf Hawaii
- 1985 Festlegung der ISM-Frequenzbänder
 - (Industrial, Scientific, Medical), lizenzfreie Nutzung

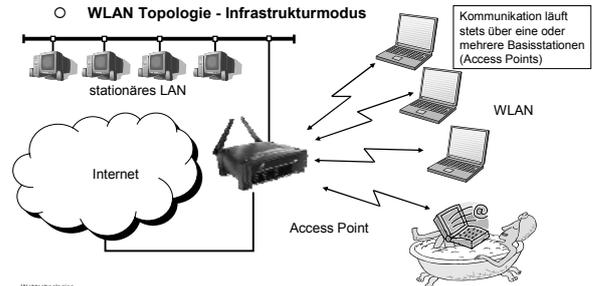


- 1988 IEEE Arbeitsgruppe 802 – lokale Netzwerke
- 1997 IEEE 802.11 – Wireless LAN
- 2003 IEEE 802.g/i
 - Bandbreiten bis 108 Mbps

1. Internet

Internet Timeline

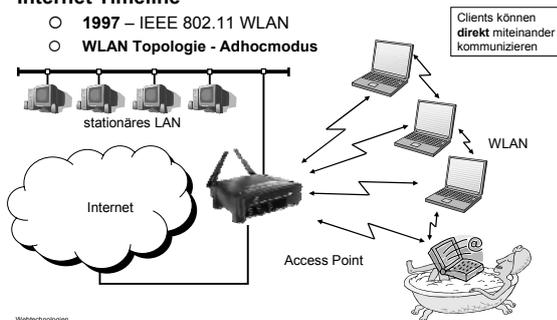
- 1997 – IEEE 802.11 WLAN
- WLAN Topologie - infrastrukturmodus



1. Internet

Internet Timeline

- 1997 – IEEE 802.11 WLAN
- WLAN Topologie - Adhocmodus



1. Internet

Internet Timeline

- 1997 – IEEE 802.11 WLAN

Standard	802.11	802.11a	802.11b	802.11g
Frequenz	2,4 GHz	5 GHz	2,4 GHz	2,4 GHz
Kanäle		14	3	3
Reichweite		800m	400m	1000m
Übertragungsrate	2Mbit	54 Mbit	22 Mbit	54 Mbit

- dazu
 - 802.11e (WiFi-Multimedia, Verbesserung Übertragungskapazität, Sicherheit für zeitkritische Anwendungen, z.B. VoIP)
 - 802.11h (europäische Variante zu 802.11a)
 - 802.11i (Verbesserung der Sicherheit, WPA, TKIP)
 - 802.11n (Standard erst 2006/7 → 108 - 540 Mbps)

1. Internet

Internet Timeline

- 1997 – IEEE 802.11 WLAN
- 802.11 Protokollstack

Transport	TCP / UDP	
Internet	IP	
Sicherung	802.2	Logical Link Control
	802.11 MAC	Media Access Control
Physikalisch	802.11 PHY	Physical

Physical: Funk Layer mit Modulation, Kodierung, etc.
Media Access: Regeln für konkurrierenden gemeinsamen Zugriff

1. Internet

Internet Timeline

- 1997 – IEEE 802.11 WLAN
- 802.11 Protokollstack Physical Layer
 - **Modulationsverfahren:**
 - Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS)
 - Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS)
 - Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM)
 - **Operationsfrequenzen:**
 - 2.4 GHz und 5 GHz im ISM-Band
 - **Sendestärke:**
 - 100 mW bei 2.4 GHz
 - 50 mW – 1 W bei 5 GHz

1. Internet

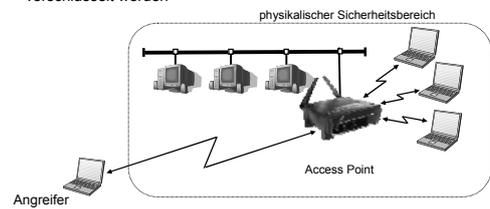
Internet Timeline

- 1997 – IEEE 802.11 WLAN
- 802.11 Protokollstack Medium Access Layer (MAC)
 - regelt konkurrierenden Zugriff auf das Funknetz über
 - Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance (CSMA/CA)
 - ähnlich Ethernet CSMA/CD-Algorithmus
 - Sendeerlaubnis, sobald Kanal für bestimmte Zeitspanne frei
 - Empfänger bestätigt stets Empfang einer vollständig empfangenen Nachricht
 - Kollisionen werden vermieden (MACA-Algorithmus)
- Weitere Aufgaben:
 - Authentifikation
 - Verschlüsselung
 - Power Management

1. Internet

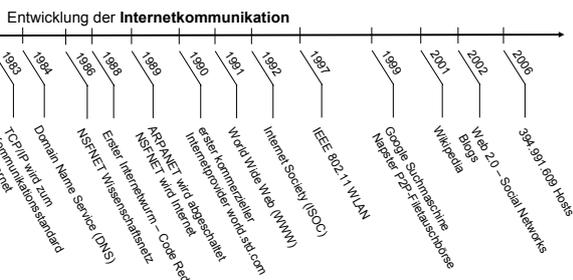
Internet Timeline

- 1997 – IEEE 802.11 WLAN
- 802.11 Sicherheit
 - im Gegensatz zu kabelgebundenen Netzen kann (potenziell) jeder mithören → Datenverkehr im WLAN muss eigentlich stets verschlüsselt werden



1. Internet

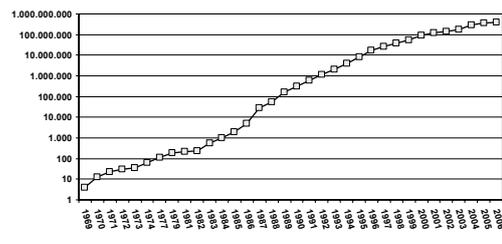
Internet Timeline



1. Internet

Internet Timeline

- Internet Wachstum – 394.991.609 Hosts (Stand 01/2006)



Webtechnologien

1. Internet

○ Literatur



- Ch. Meinel, H. Sack:
WWW – Kommunikation, Internetworking, Web Technologien, Springer, 2004.



- A. Tanenbaum:
Computer Networks, 4th ed., Pearson, 2003.