CoNe Freiburg

IIF INSTITUT FÜR INFORMATIK FREIBURG

Systeme II

6. Die Anwendungsschicht

Christian Schindelhauer
Technische Fakultät
Rechnernetze und Telematik
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Version 30.06.2014

UNI FREIBURG

CoNe Freiburg

Domain Name System (DNS) – Motivation

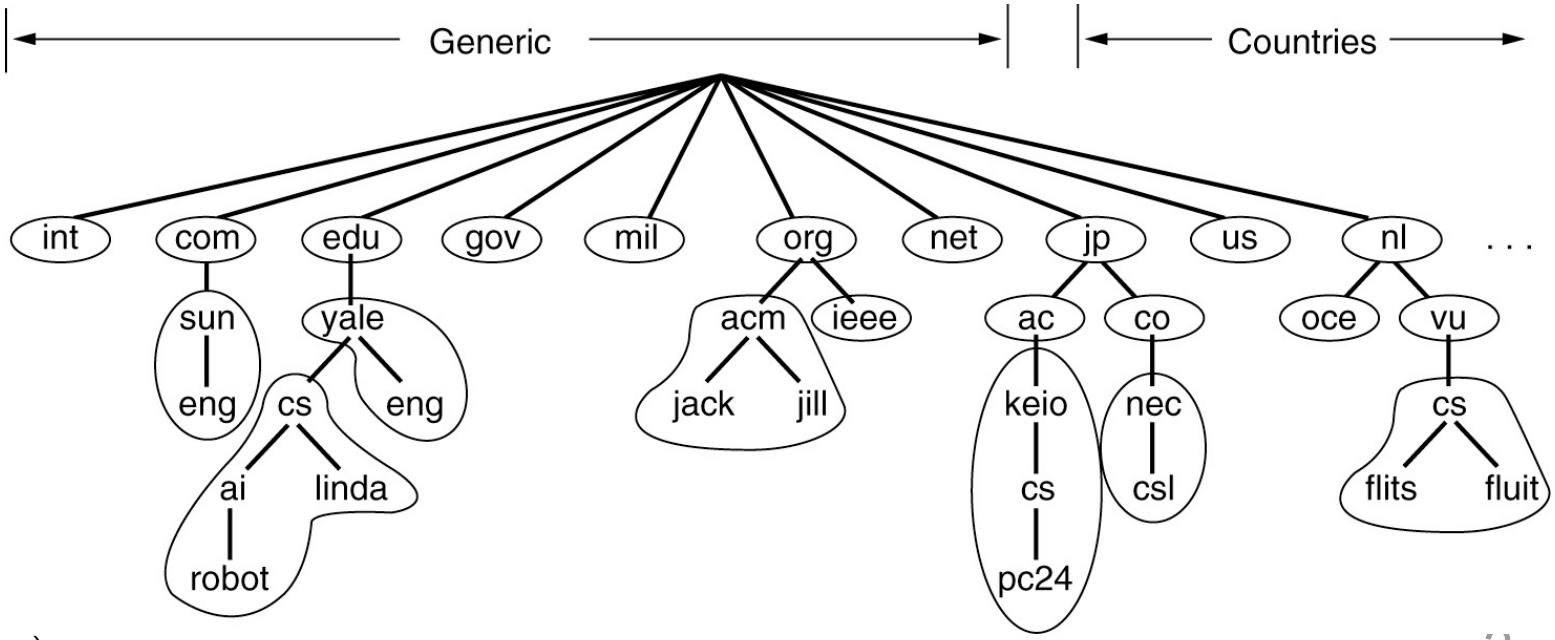
- Menschen kommen mit den 4-Byte IPv4-Adressen nicht zurecht:
  - 209.85.148.102 für Google
  - 132.230.2.100 für Uni Freiburg
  - Was bedeuten?
    - 77.87.229.75
    - 132.230.150.170
- Besser: Natürliche Wörter für IP-Adressen
  - Z.B. www.get-free-beer.de
  - oder www.uni-freiburg.de
- Das Domain Name System (DNS) übersetzt solche Adressen in IP-Adressen

UNI FREIBURG

CoNe Freiburg

DNS – Architektur

- DNS bildet Namen auf Adressen ab
  - Eigentlich: Namen auf Ressourcen-Einträge
- Namen sind hierarchisch strukturiert in einen Namensraum
  - Max. 63 Zeichen pro Komponente, insgesamt 255 Zeichen
  - In jeder Domain kontrolliert der Domain-Besitzer den Namensraum darunter
- Die Abbildung geschieht durch Name-Server

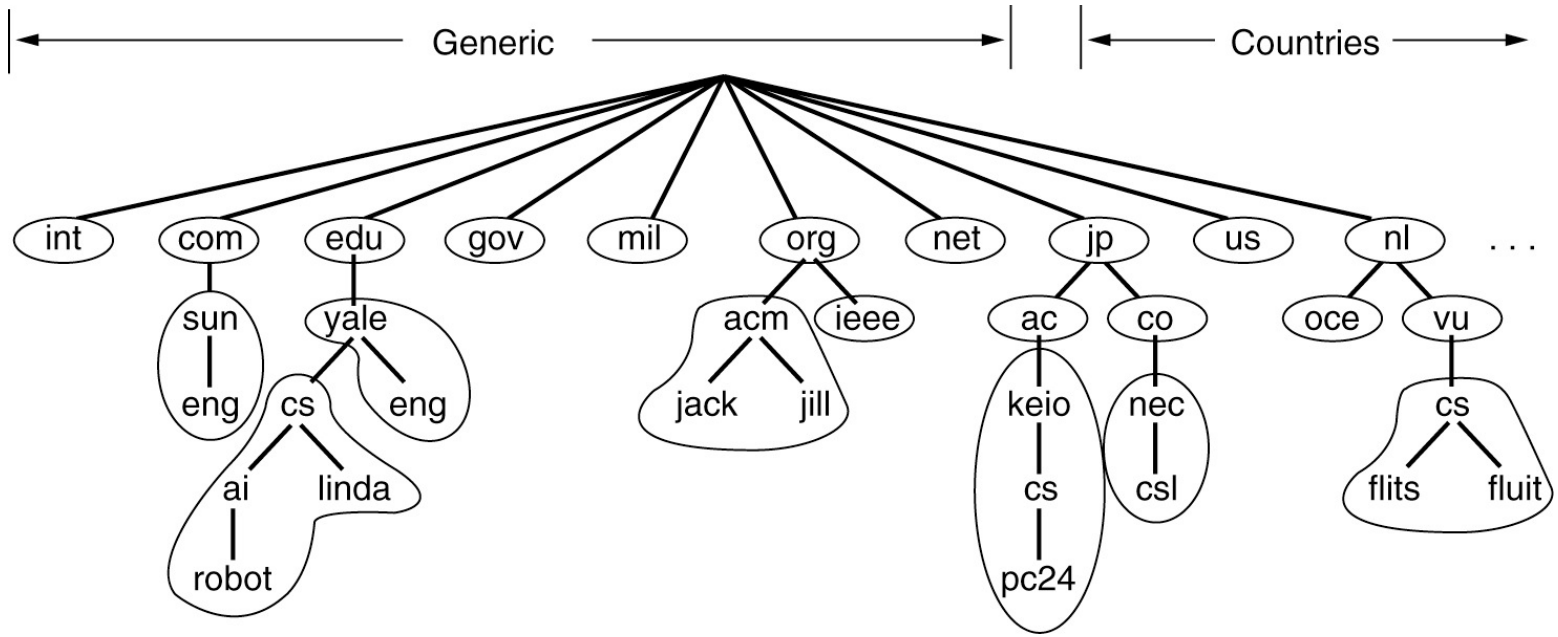


(Aus Tanenbaum)

UNI FREIBURG

DNS Name Server

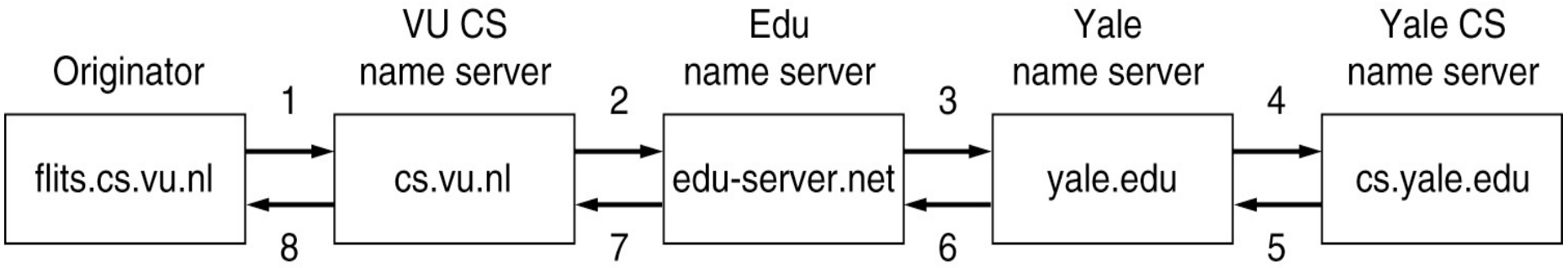
- Der Namensraum ist in Zonen aufgeteilt
- Jede Zone hat einen *Primary Name Server* mit maßgeblicher Information
  - Zusätzlich *Secondary Name Server* für Zuverlässigkeit
- Jeder Name Server kennt
  - seine eigene Zone
  - Name-Server der darunterliegenden Bereiche
  - Bruder-Name-Server oder zumindestens einen Server, der diese kennt



(Aus Tanenbaum)

DNS Anfragebearbeitung

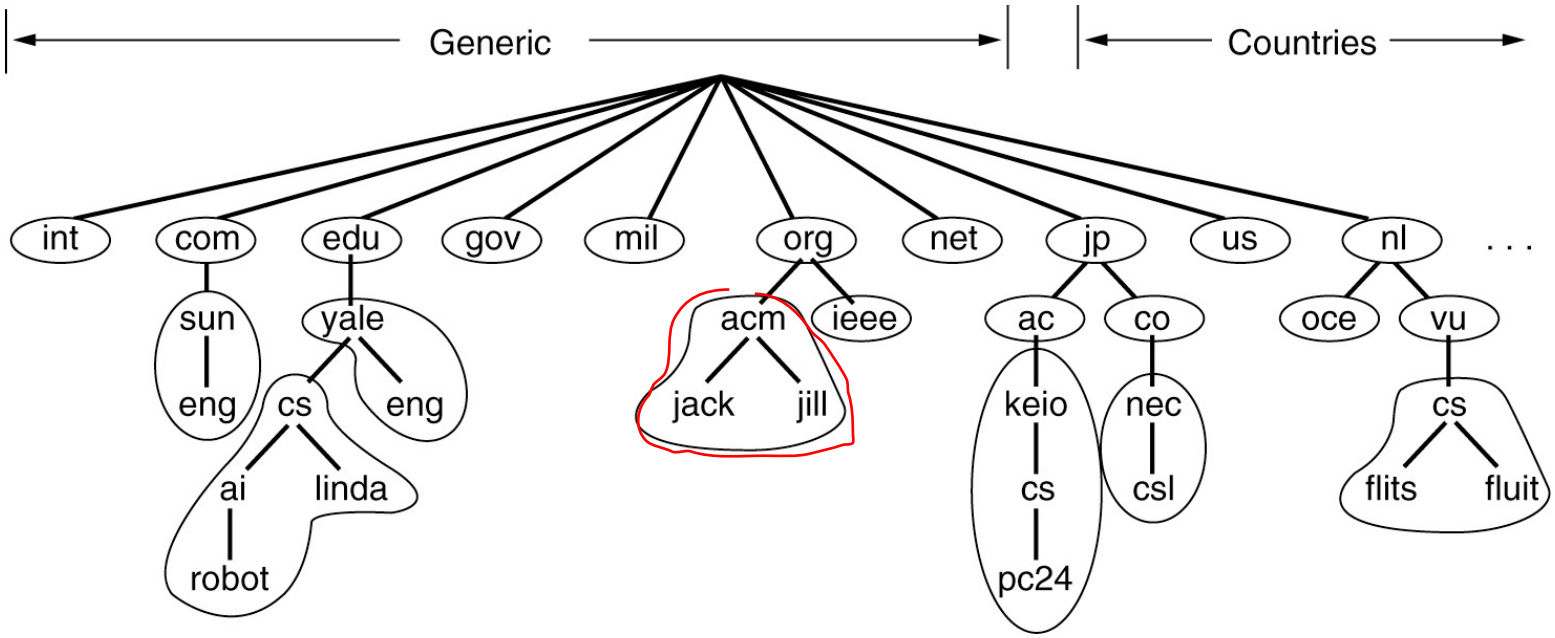
- Anfragen von einem End-System werden zu den vorkonfigurierten Name-Server geschickt
  - Soweit möglich, antwortet dieser Name-Server
  - Falls nicht, wird die Anfrage zu dem bestgeeigneten Name-Server weitergereicht
  - Die Antworten werden durch die Zwischen-Server zurückgeschickt
- Server darf Antworten speichern (cachen)
  - Aber nur für eine bestimmte Zeit

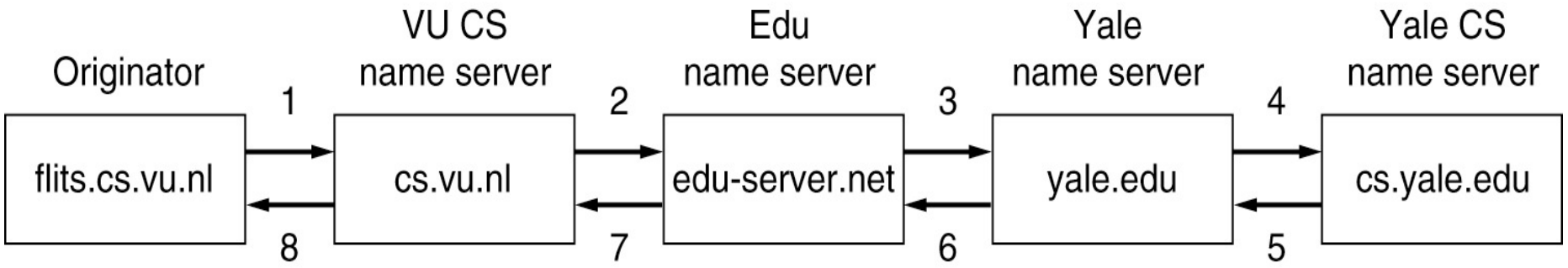


(Aus Tanenbaum)

CoNe Freiburg

Beispiel

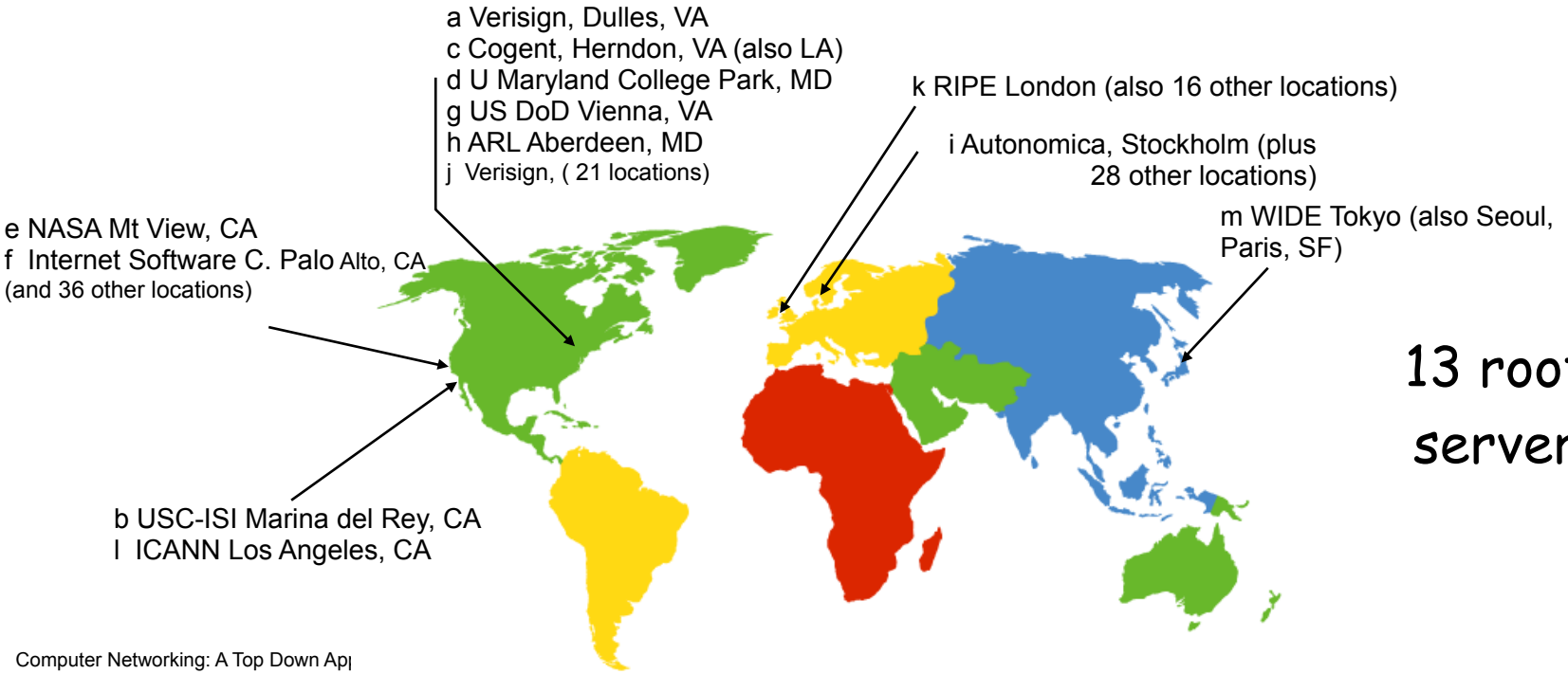




(Aus Tanenbaum)

DNS Root Name Servers

- wird von lokalen Name-Server kontaktiert, wenn der Name nicht aufgelöst werden kann
- Root Name Server:
  - wird kontaktiert vom Name-Server falls die Zuordnung der Namen nicht bekannt ist.
  - erhält die Zuordnung
  - gibt die Zuordnung an den lokalen Name-Server weiter



13 root name servers worldwide

CoNe Freiburg

TLD und autorisierte Server

- Top-Level Domain (TLD) Server
  - verantwortlich für com, org, net, edu, etc, und alle Top-Level-Country-Domains uk, fr, ca, jp.
  - Network Solutions unterhält Server für *com* TLD
  - Educause für *edu* TLD
- Autorisierte DNS Servers:
  - DNS-Server von Organisationen
    - welche verantwortlich für die Zuordnung von IP-Adresse zu Hostnamen sind
  - können von den Organisationen oder Service-Provider unterhalten werden

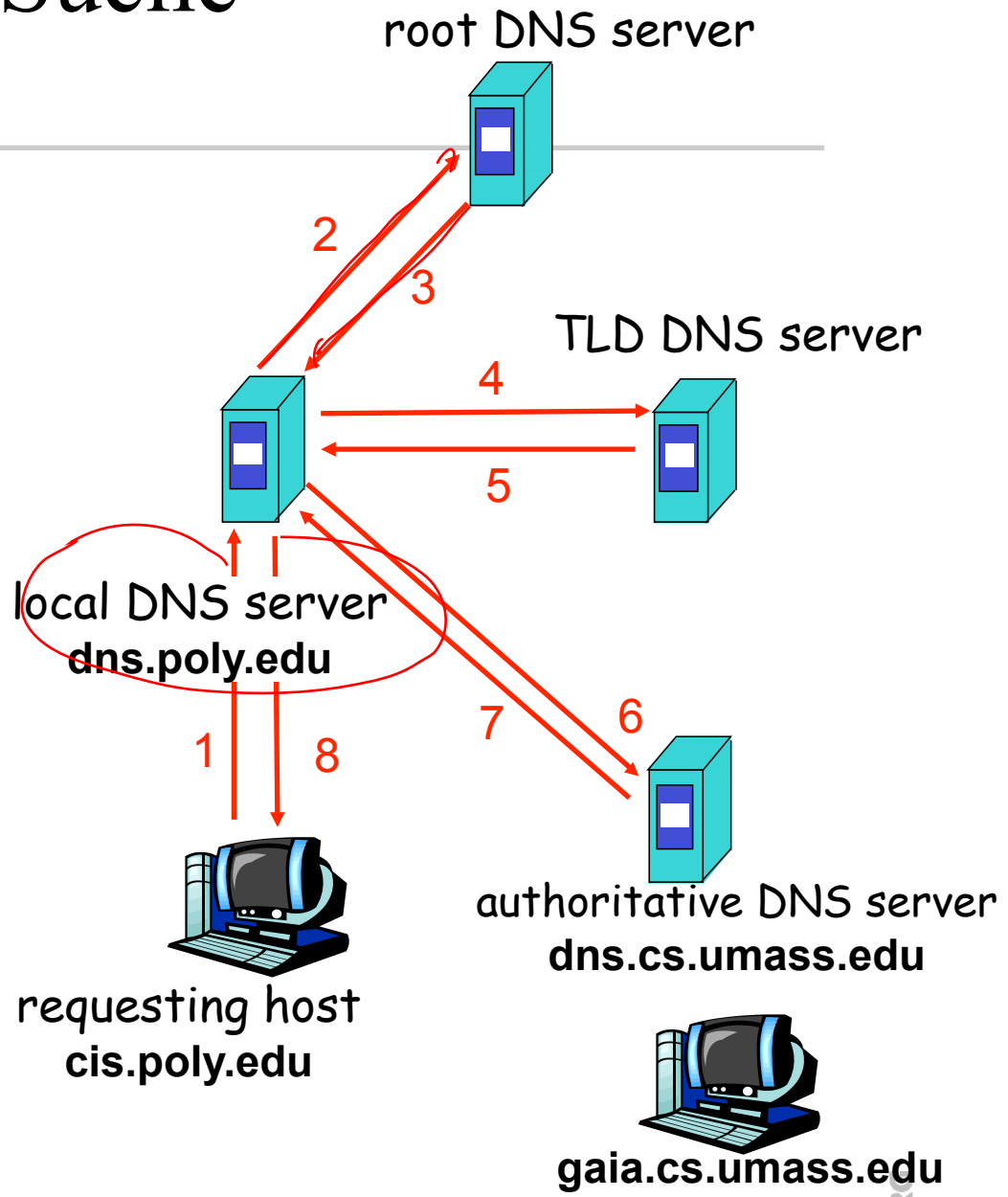
CoNe Freiburg

Local Name Server

- Jeder ISP hat einen lokalen Name-Server
  - Default Name Server
- Jede DNS-Anfrage wird zum lokalen Name-Server geschickt
  - fungiert als Proxy und leitet Anfragen in die Hierarchie weiter

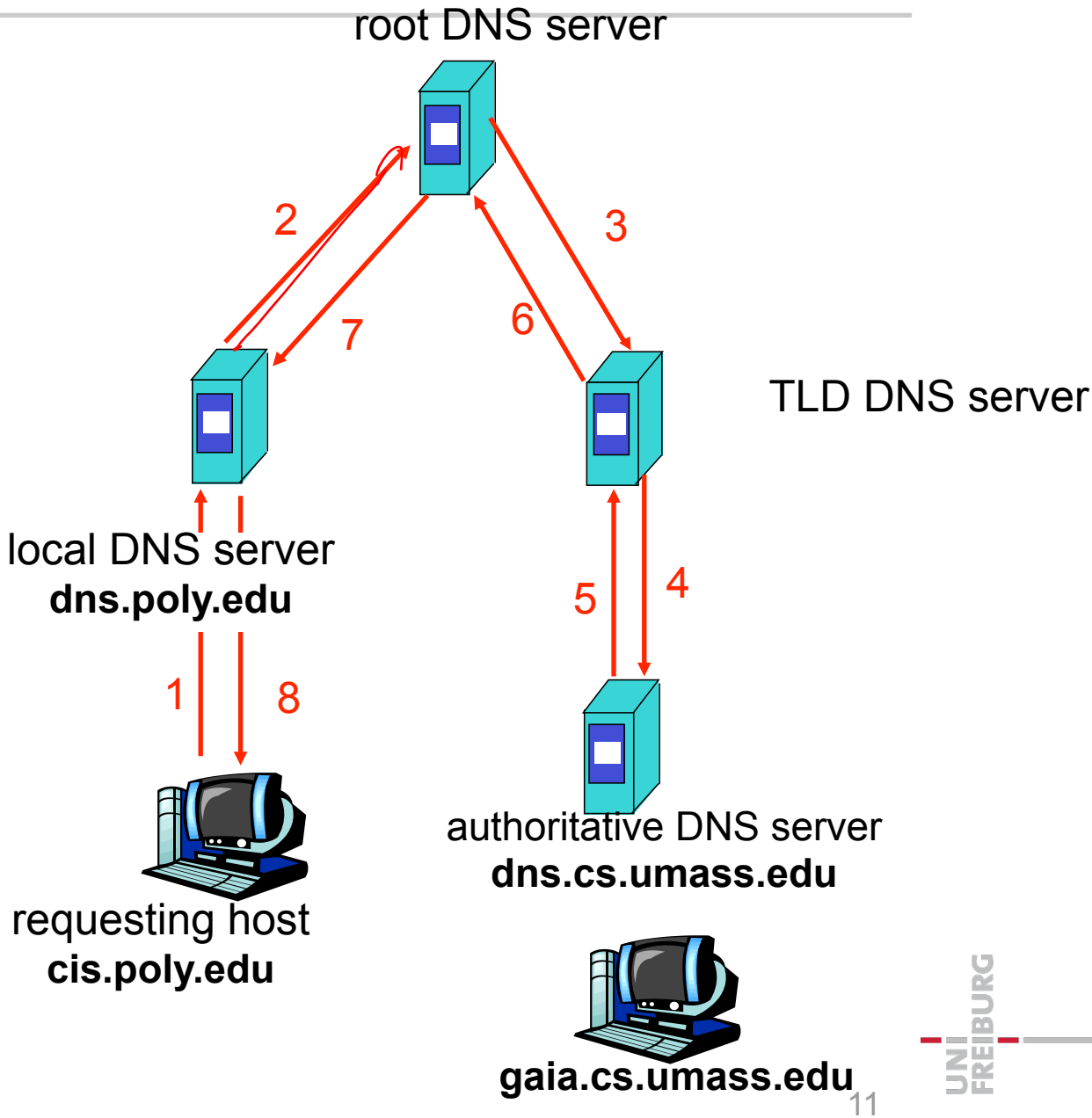
DNS Iterative Suche

- Rechner bei cis.poly.edu fragt nach IP address für gaia.cs.umass.edu
- Iterative Anfrage
  - Angefragte Server antworten
    - mit IP-Adresse
    - oder mit dem Namen des nächsten Servers
  - Lokaler DNS-Server ist selbst für Suche verantwortlich



DNS Rekursive Suche

- Jeder angefragte Server ist für die Namens-auflösung zuständig
- Anfrage wird rekursive weitergeleitet und dann zurück gegeben



CoNe Freiburg

DNS: Caching und Update der Einträge

- Sobald ein Name-Server einen Namen kennen lernt, speichert er die Zuordnung
  - Cache-Einträge haben einen Time-Out und werden nach einer gewissen Zeit gelöscht
  - TLD-Servers werden in lokalen Name-Servern gespeichert
    - Daher werden Root-Name-Server nicht oft besucht
- Update und Benachrichtungsmechanismus von IETF festgelegt
  - RFC 2136
  - http://www.ietf.org/html.charters/dnsind-charter.html

CoNe Freiburg

DNS-Einträge

- DNS: verteilte Datenbank speichert Resource Records (RR)
- RR Format: (Name, Wert, Typ, TTL)
- Typ = A
  - Name = hostname
  - Wert = IP-Adresse
- Typ = NS
  - Name = domain (z.B. uni-freiburg.de)
  - Wert = hostname eines autorisierten Name-Servers für diese Domain
- Typ = CNAME
  - Name = Alias für einen „kanonischen“ (wirklichen) Namen
    - z.B. www.ibm.com ist in Wirklichkeit servereast.backup2.ibm.com
    - Wert ist kanonischer Name
- Typ = MX
  - Wert ist der Name des Mailservers

AAAA IpV6-Adresse

DNS Resource Record

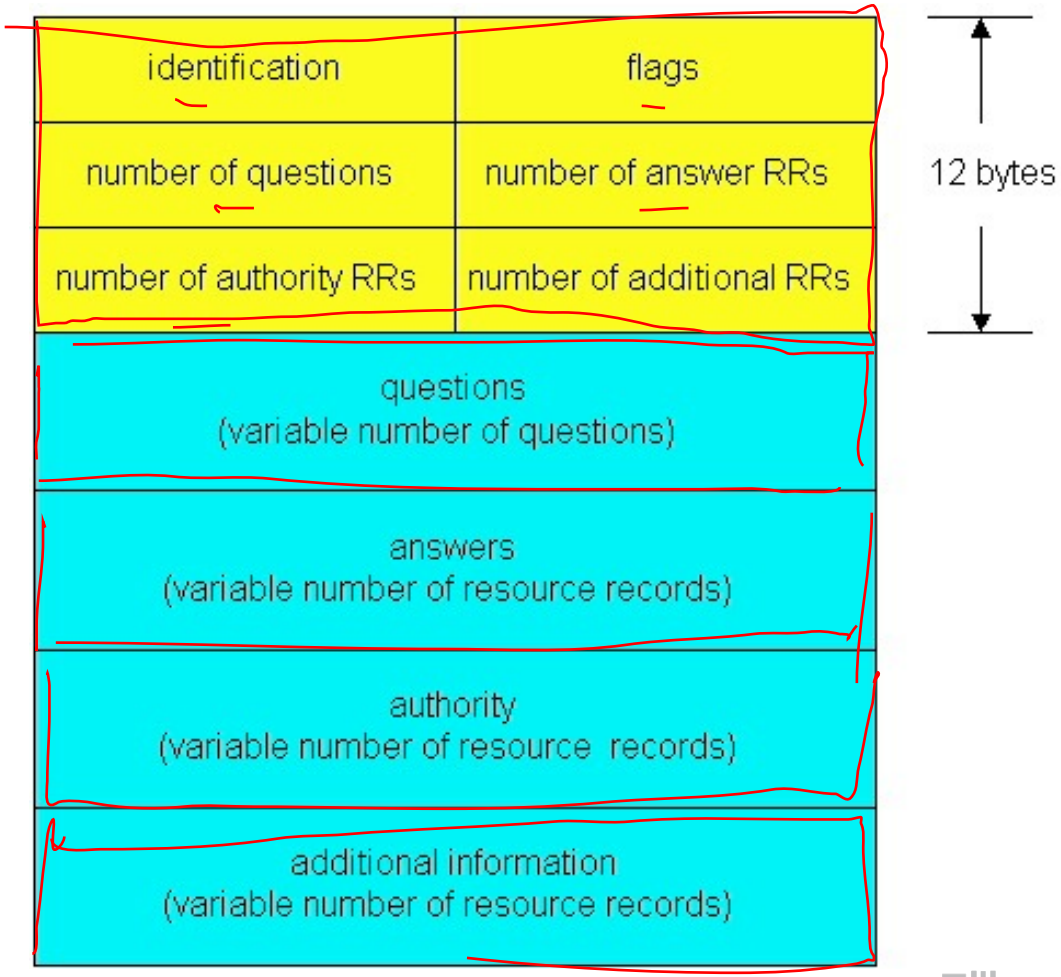
- Ressourcen-Einträge: Informationen über Domains, einzelne Hosts,...
- Inhalt:
  - Domain_name: Domain(s) des Eintrags
  - Time_to_live: Gültigkeit (in Sekunden)
  - Class: Im Internet immer “IN”
  - Type: Siehe Tabelle
  - Value: z.B. IP-Adresse

Type	Meaning	Value
SOA	Start of Authority	Parameters for this zone
A	IP address of a host	32-Bit integer
MX	Mail exchange	Priority, domain willing to accept e-mail
NS	Name Server	Name of a server for this domain
CNAME	Canonical name	Domain name
PTR	Pointer	Alias for an IP address
HINFO	Host description	CPU and OS in ASCII
TXT	Text	Uninterpreted ASCII text

CoNe Freiburg

DNS-Protokoll und Nachrichten

- DNS-Protokoll
  - Anfrage und Antwort im selben Format
- Nachrichten-Header
  - ID, 16 Bit für Anzahl der Anfragen, Anzahl der Antworten, ...
- Flags:
  - Query oder Reply
  - Rekursion gewünscht
  - Rekursion verfügbar
  - Antwort ist autorisiert



Computer Networking: A Top Down Approach
Jim Kurose, Keith Ross

UN FRE

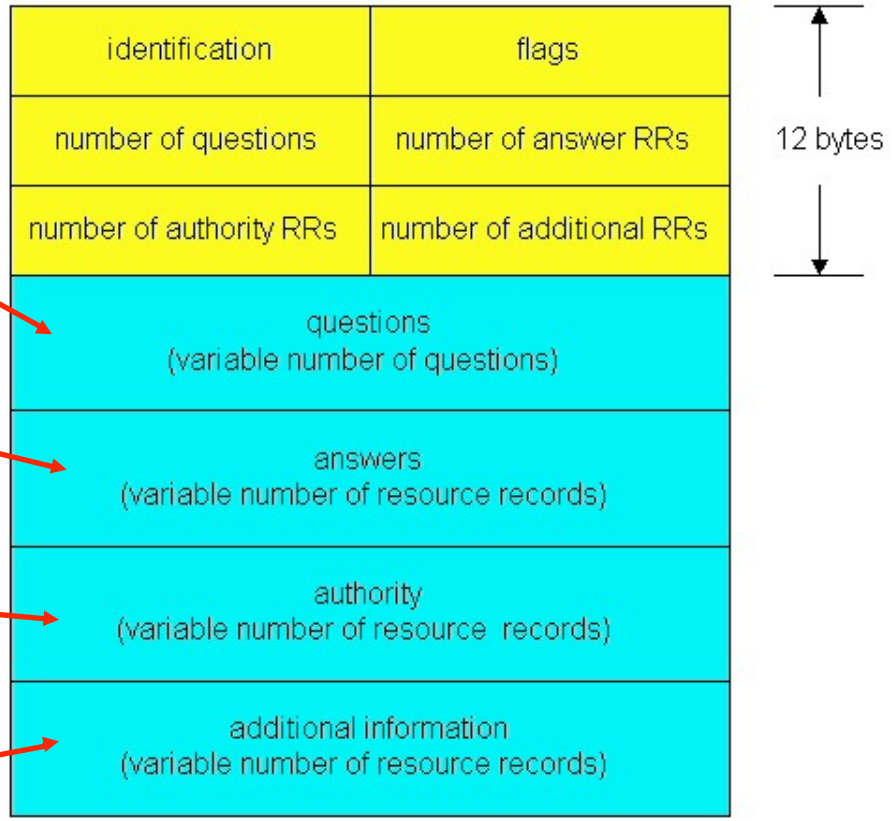
DNS-Protokoll und Nachrichten

Name, type fields for a query

RRs in response to query

records for authoritative servers

additional “helpful” info that may be used



CoNe Freiburg

Dynamisches DNS

- Problem
  - Zeitlich zugewiesene IP-Adressen
  - z.B. durch DHCP
- Dynamisches DNS
  - Sobald ein Knoten eine neue IP-Adresse erhält, registriert dieser diese beim DNS-Server, der für diesen Namen zuständig ist
  - Kurze time-to-live-Einträge sorgen für eine zeitnahe Anpassung
    - da sonst bei Abwesenheit die Anfragen an falsche Rechner weitergeleitet werden
- Anwendung
  - Registrierung einer Domain für den Otto Normalverbraucher
  - Siehe www.dyndns.com

CoNe Freiburg

DNS Security Extensions

- Cache Poisoning
  - Falsche Einträge werden in DNS-Server eingebracht
  - weitergeleitete Einträge werden gecacht und können zu falschen Auskünften führen
- DNSSEC
  - implementiert seit 2010
  - Zuständiger Master-Server unterschreibt seine Einträge digital (mit Hilfe eines Public-Key-Kryptosystems)
  - Ursprüngliche Information bleibt unverschlüsselt
- Schlüsselverwaltung
  - Gegenseitiges unterschreiben der Public-Keys
  - Aufwand wird gemildert durch „Chain of Trust“
  - Hierarchisches Kette von unterschriebenen Schlüsseln
- Diskussion
  - aufwändigere DNS-Antworten
  - Sicherheitslücken bleiben bestehen

RSA

CoNe Freiburg

Anwendungsschicht
Ziele

- Aspekte der Programmierung im Internet aus der Sicht der Anwendung
- Anforderungen an die Transportschicht
- Client-Server-Prinzip
- Peer-to-Peer-Prinzip
- Beispiel-Protokolle:
  - HTTP
  - SMTP / POP3 / IMAP
  - DNS
- Programmierung von Netzwerk-Anwendungen

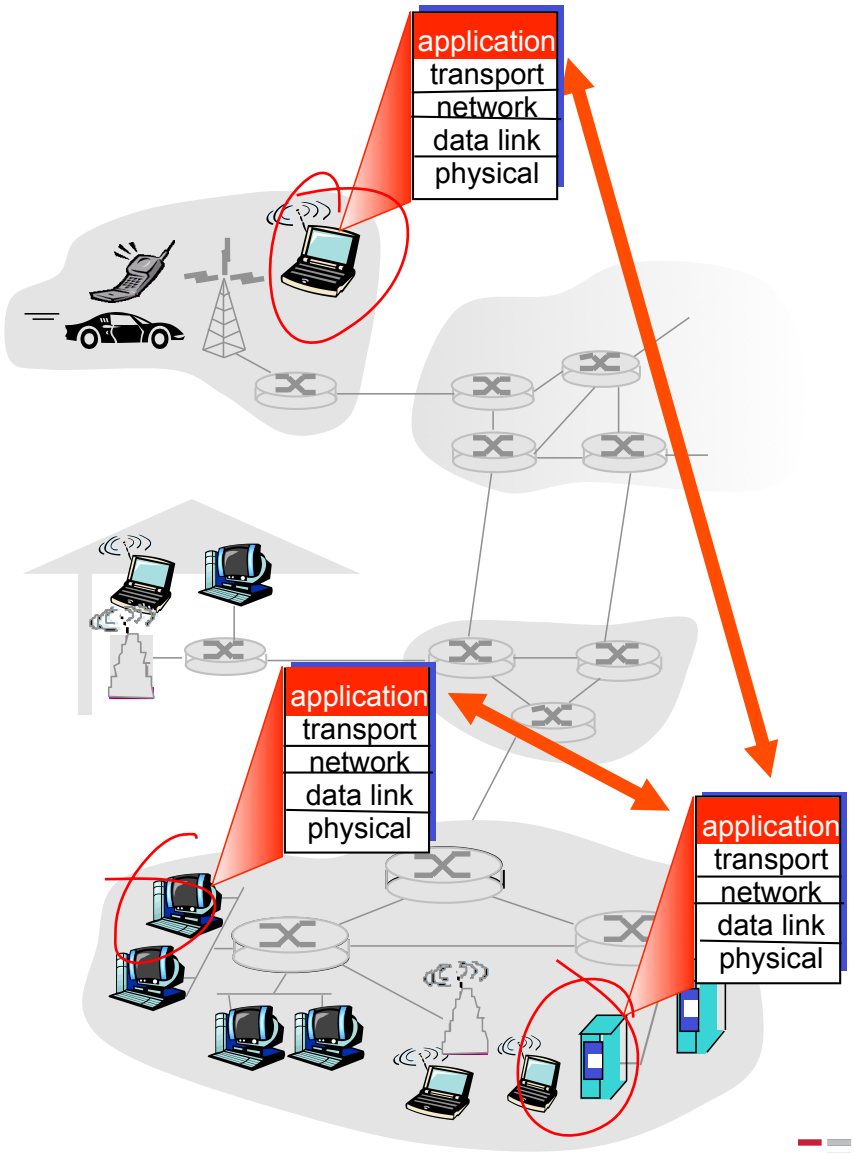
CoNe Freiburg

Beispiele Netzwerk-Anwendungen

- E-Mail
- Web
- Instant messaging
- Remote Login
- P2P File Sharing
- Multi-User Network Games
- Video Streaming
- Social Networks
- Voice over IP
- Real-time Video Konferenz
- Grid Computing

Erstellen einer Netzwerk-Anwendung

- Programme laufen auf den End-Punkten
  - kommunizieren über das Netzwerk
  - z.B. Web-Client kommuniziert durch Browser-Software
- Netzwerk-Router
  - werden nicht programmiert!
  - nicht für den Benutzer verfügbar
- Dadurch schnelle Programm-Entwicklung möglich
  - gleiche Umgebung
  - schnelle Verbreitung



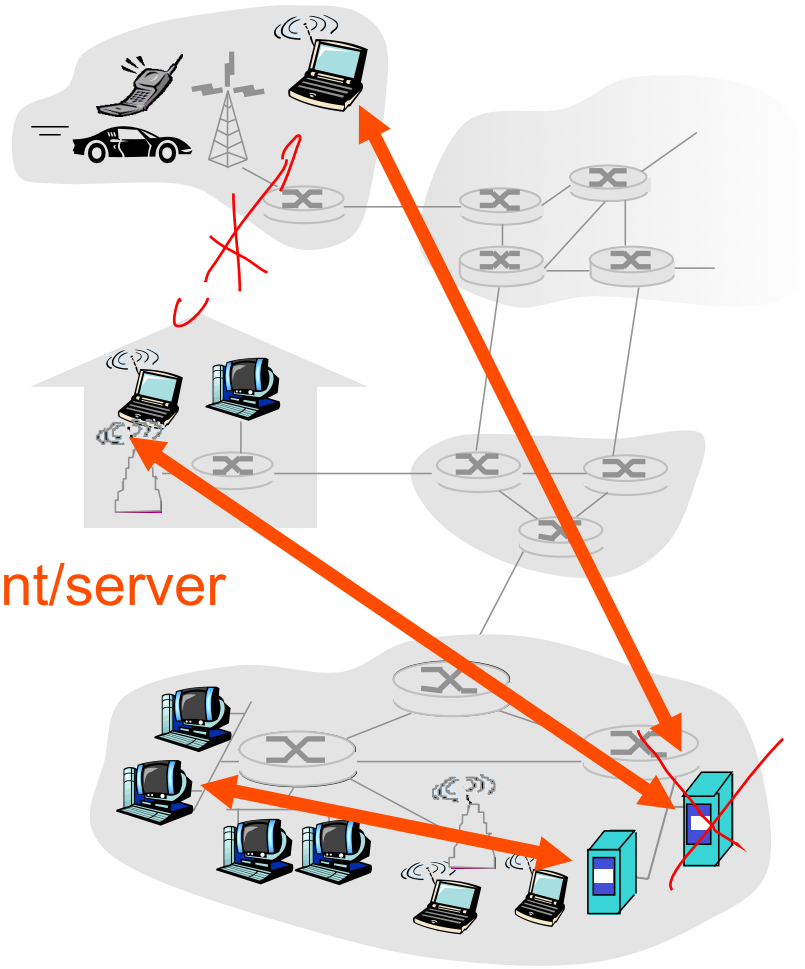
Kommunikationsformen in der Anwendungsschicht

- Client-server
  - beinhaltet auch Data Centers & Cloud Computing
- Peer-to-peer (P2P)
- Hybride Verbindung von Client-Server und P2P

CoNe Freiburg

Client-Server-Architektur

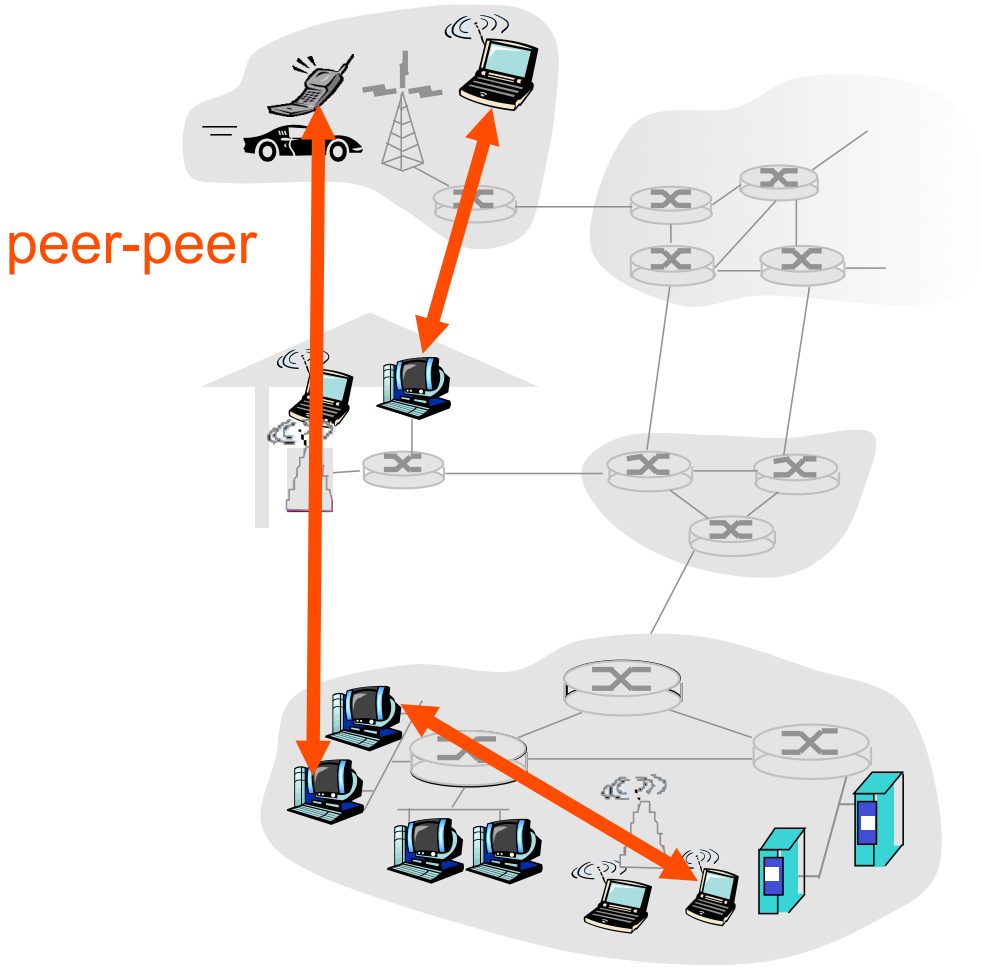
- Server
  - allzeit verfügbarer Host
  - permanente IP-Address
    - oder per DNS ansprechbar
  - Server-Farms wegen Skalierung
- Client
  - kommuniziert mit dem Server
  - möglicherweise nicht durchgängig verbunden
  - evtl. dynamische IP-Adresse
  - Clients kommunizieren **nicht** miteinander



CoNe Freiburg

Peer-to-Peer-Architektur

- Ohne Server
- End-Systeme kommunizieren direkt
- Peers
  - sind nur zeitlich begrenzt online
  - verändern von Zeit zu Zeit ihre IP-Adresse
- Hochskalierbar, aber schwer zu handhaben



CoNe Freiburg

Hybrid aus Client-Server und Peer-to-Peer

- z.B. Skype
  - Voice-over-IP P2P
  - Server für Anmeldung und Verzeichnis
  - Telefonie und Video-Verbindung Direktverbindung
- Instant Messaging
  - Chat zwischen zwei Benutzern ist P2P
  - Zentraler Service:
    - Client-Anwesenheit
    - Suche und Zuordnung der IP-Adresse
    - Benutzer registrieren die IP-Adresse, sobald online
    - Benutzer fragen beim Server nach IP-Adresse der Partner

CoNe Freiburg

Kommunizierende Prozesse

- Prozess: Programm auf einem Rechner (Host)
  - innerhalb des selben Rechners kommunizieren Prozesse durch Inter-Prozess-Kommunikation
    - über OS
- Prozesse in verschiedenen Rechnern
  - kommunizieren durch Nachrichten
- Client-Prozess
  - Initiiert die Kommunikation

  Server-Prozess

  wartet auf Client-Kontakt
- P2P

  haben Client und Server-Prozesse

→ Verteilte Systeme