

3.1 Netzanwendungen

3.2 Web und HTTP (HyperText Transfer Protocol)

3.3 DNS (Domain Name System)

3.3.1 Host Names

3.3.2 DNS Struktur und LookUP

3.3.3 Load-Balancing in Content Delivery Networks (CDN)

3.4 Weitere Anwendungsprotokolle: Mail und FTP

- **Host-Name** (e.g., `www.cs.princeton.edu`)
 - mnemonisch (für Menschen lesbar und sinnbehaftet), variable Länge, von Menschen verstanden
 - hierarchisch strukturiert, nach Organisation vergeben
- **IP Adresse** (e.g., `128.112.7.156`)
 - numerische 32-Bit Adresse, von Routern verstanden
 - hierarchisch strukturiert, nach Organisation und Topologie vergeben
- **MAC Adresse, physikalische Adresse** (e.g., `00-15-C5-49-04-A9`)
 - numerische 48-Bit Adresse, von Netzwerkadaptern verstanden
 - unstrukturiert, nicht-hierarchisch, kein Bezug zur Netz-Topologie

- **Host-Name:** **www.cs.princeton.edu**
 - **Domain:** ICANN (Internet Corporation for Assigned Names and Numbers) vergibt Top-Level Domains zur Verwaltung an NICs (Network Information Center), die wiederum Sub-Domains an Registrare zur Vergabe der Domains an Endkunden übergeben
 - .de: DENIC (www.denic.de)
 - **Host-Name:** lokaler Administrator weist den Host-Namen innerhalb der Domain zu
- **IP Adresse:** **128.112.7.156**
 - **Prefixes:** ICANN (IANA, Internet Assigned Numbers Authority), regionale Stellen, und ISPs
 - **Hosts:** statisch oder mit DHCP konfiguriert (Dynamic Host Configuration Protocol, siehe Kapitel 4)
- **MAC Adresse:** **00-15-C5-49-04-A9**
 - **Blöcke:** von der IEEE an Hersteller vergeben
 - **Netzwerkadapter/Netzwerkkarte:** vom Hersteller zugewiesen
 - oft frei konfigurierbar

3.1 Netzanwendungen

3.2 Web und HTTP (HyperText Transfer Protocol)

3.3 DNS (Domain Name System)

3.3.1 Host Names

3.3.2 DNS Struktur und LookUP

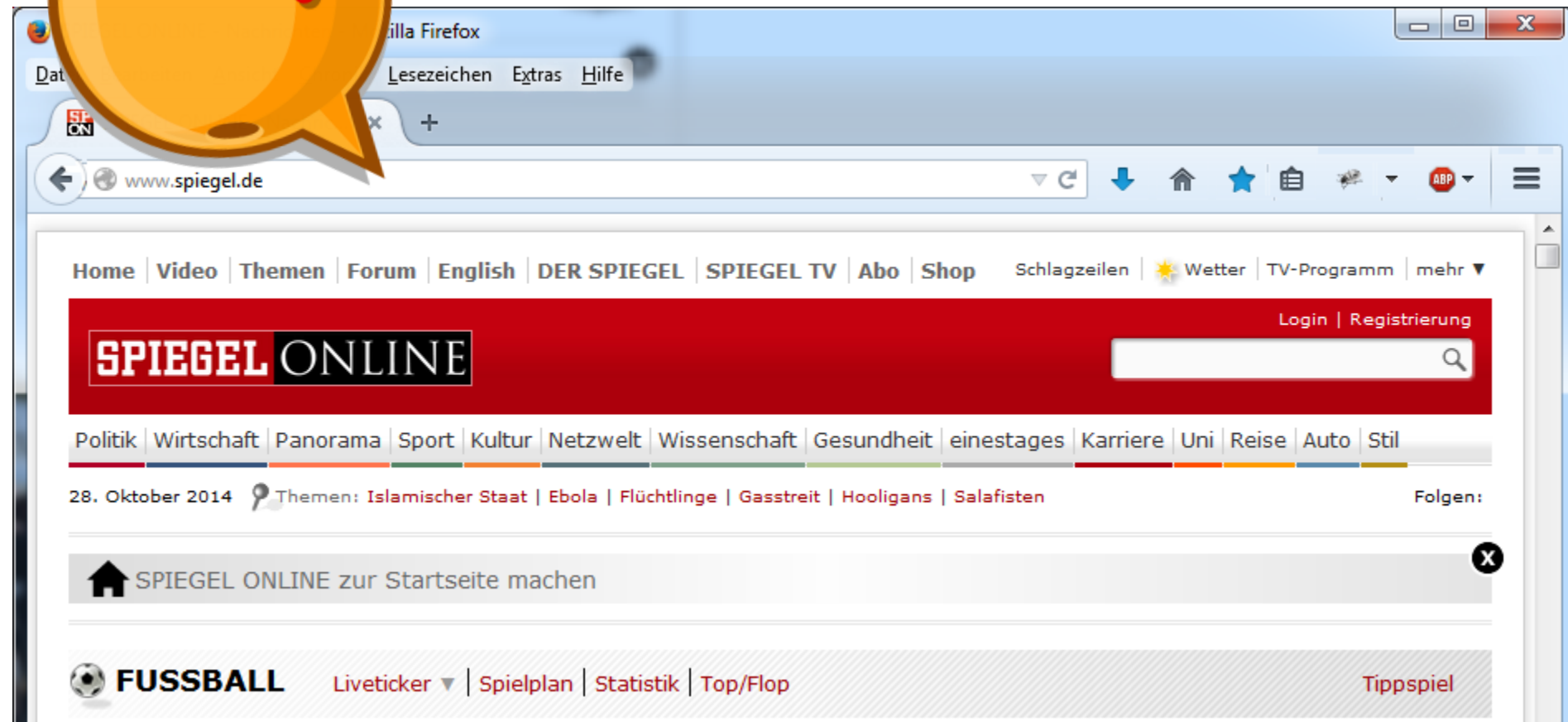
3.3.3 Load-Balancing in Content Delivery Networks (CDN)

3.4 Weitere Anwendungsprotokolle: Mail und FTP

Host-Name und IP-Adresse

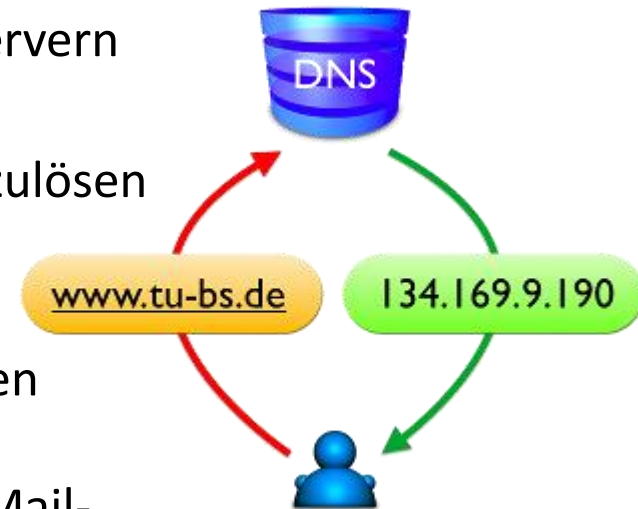


Wo schicke ich den GET Request
hin????

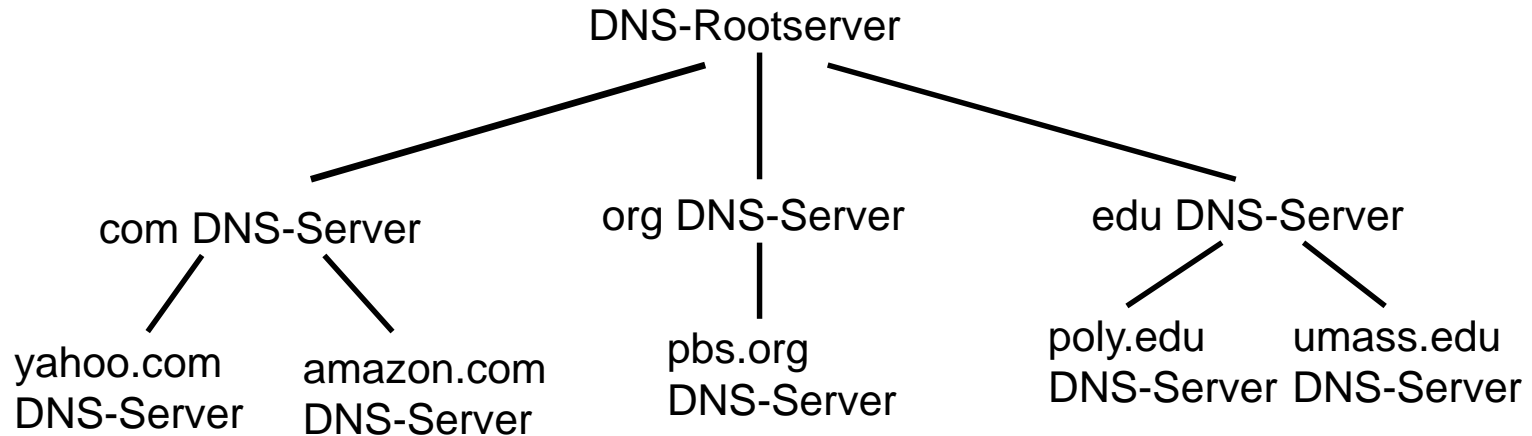


Domain Name System (DNS)

- Domain Name System:
 - Verteilte Datenbank
 - implementiert eine Hierarchie von Nameservern
 - Protokoll der Anwendungsschicht
 - wird von Hosts verwendet, um Namen aufzulösen (Abbildung zwischen Adresse und Name)
 - www.spiegel.de -> 73.52.9.240
 - bietet auch Auflösung nach Aliasen (anderen Namen)
 - bietet auch Auflösung nach Diensten, z.B. Mail-Exchange-Server
- DNS wird von CDNs genutzt,
 - um Lokalität zu erzielen, indem weltweiter Host-Name wird auf IP-Adresse des besten lokalen Servers abgebildet
 - um Load balancing (Lastausgleich) zwischen Servern zu erzielen



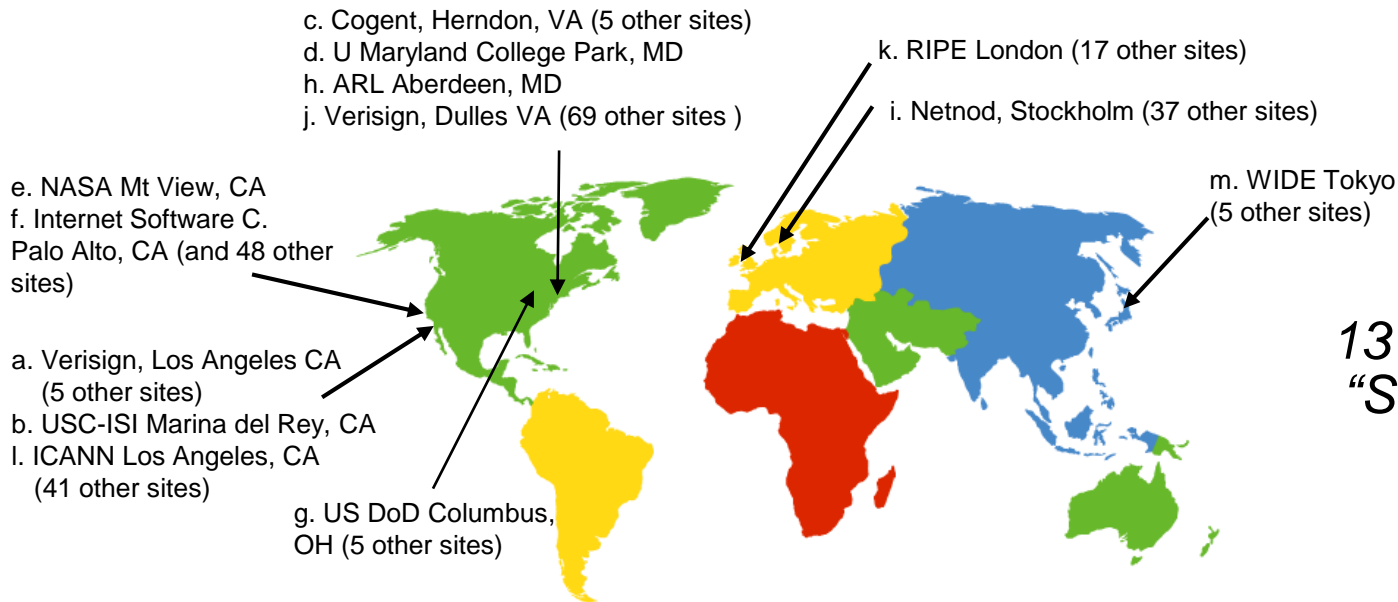
DNS: verteilte hierarchische Datenbank



- Eigenschaften
 - hierarchische Namensstruktur unterteilt in Zonen
 - verteilt über mehrere DNS Servers
- Hierarchie der DNS Server
 - Root Server
 - Top-level Domain (TLD) Server
 - Authoritative DNS Server
- Wer gibt die Antwort?
 - Lokale DNS Server und “Client Resolver”

DNS Root Name Servers

- Es gibt 13 (A-M) Root-Server Domains (Namen)
 - jede Domain wird von einem Unternehmen betrieben
 - der Dienst einer Root-Server-Domain wird von zahlreichen Servern umgesetzt
 - Karte: root-server.org

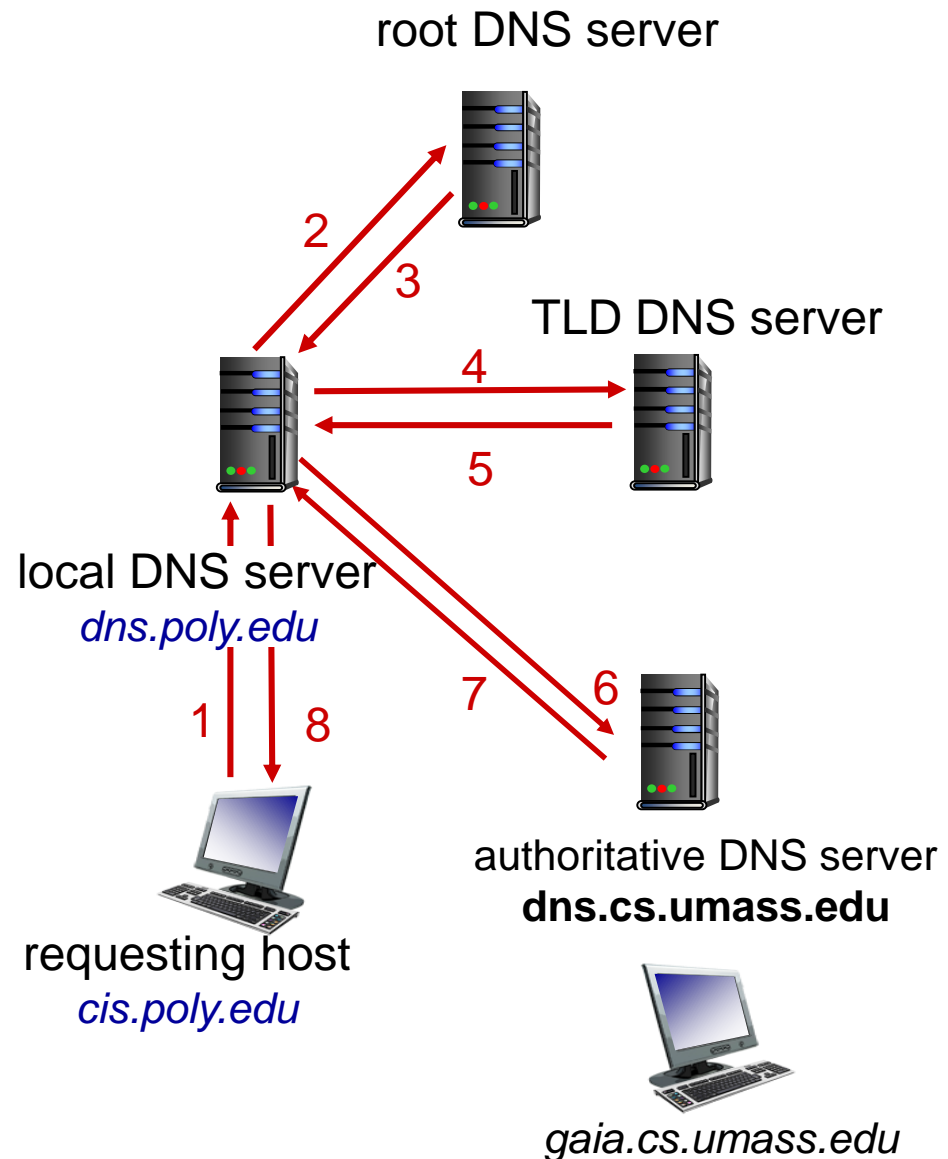


*13 Root Name
“Server” weltweit*

- Top-Level-Domain (TLD)-Server:
 - verantwortlich für com, org, net, edu etc. sowie für alle Länder-Domains, z.B. de, uk, fr, ca, jp
 - „Network Solutions“ ist verantwortlich für den „com“ TLD-Server
 - „Denic“ ist verantwortlich für den „de“ TLD-Server
- Autoritativer DNS-Server:
 - DNS-Server einer Organisation, der eine autorisierte Abbildung der Namen dieser Organisation auf IP-Adressen anbietet
 - Verwaltet von der entsprechenden Organisation oder einem Service Provider
- Alternative DNS Server:
 - Google bietet mit Public Google DNS (8.8.8.8 und 8.8.4.4) eine eigene öffentliche DNS Infrastruktur an
 - es gibt auch weitere DNS Infrastrukturen, beispielsweise ist mit Quad9 (9.9.9.9) eine "datenschutzfreundliche" Alternative zu Public Google DNS gestartet worden
 - alternative DNS Server werden von ISPs genutzt, die keinen eigenen lokalen DNS Server anbieten oder können von Privatpersonen direkt konfiguriert werden

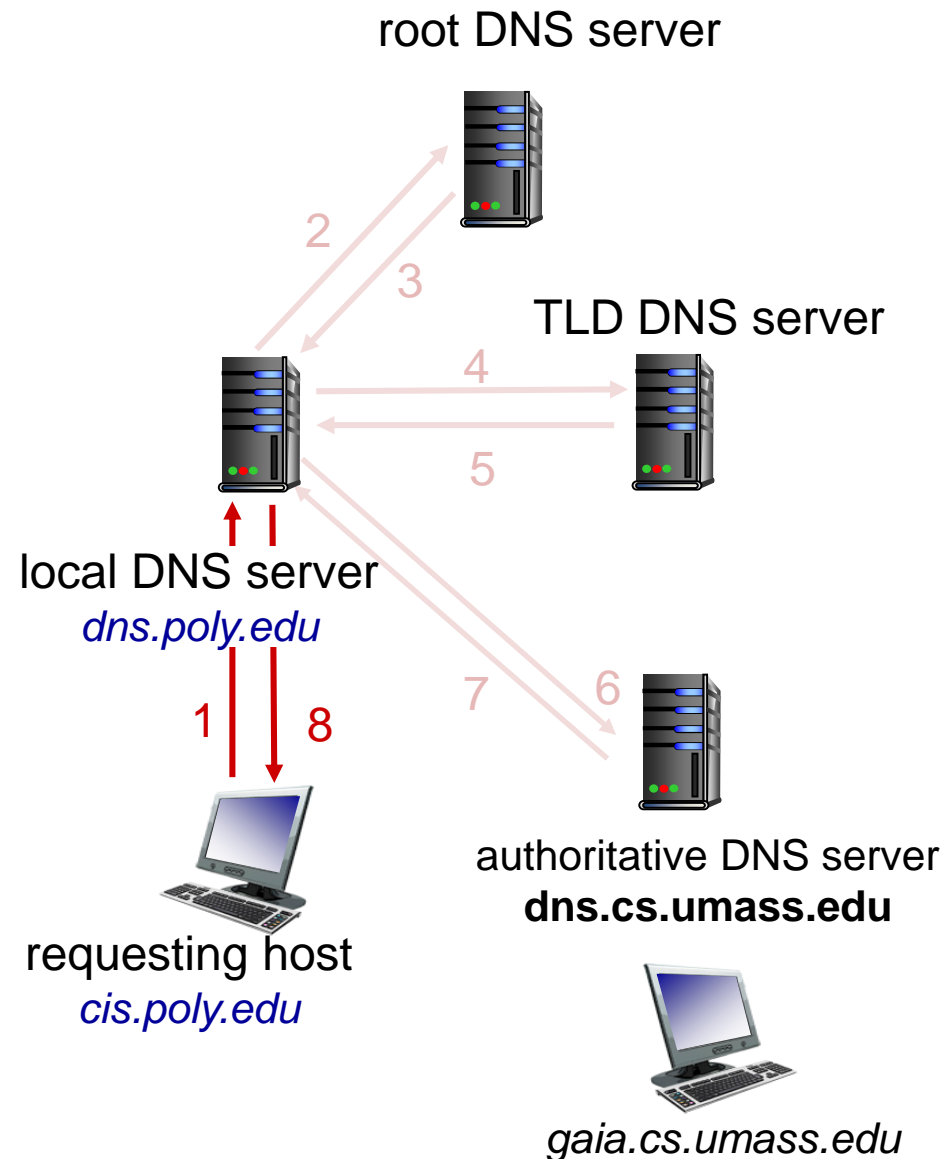
DNS: Iterativer Ablauf einer Anfrage (Query)

- Host an cis.poly.edu erfragt IP-Adresse von gaia.cs.mass.edu
- Rekursive Anfragen:
 - angefragter Name-Server muss Anfrage auflösen und mit IP Adresse oder Fehler antworten
 - Anfrage des Hosts an der lokalen DNS Server
- Iterative Anfragen:
 - angefragter Name-Server antwortet mit nächstem zuständigem Name-Server
 - „Keine Ahnung, frag doch diesen Server“
 - lokaler Name-Server „hangelt“ sich durch die Hierarchie



DNS Caching

- Latenz der DNS Anfragen
 - z.B. 1s Latenz vor dem Starten eines Download
 - Cachen verringert Overhead und Verzögerung
 - kleine Anzahl von Top-level Servern, die sich selten ändern
 - Populäre Seiten werden oft besucht
- Wo DNS Einträge cachen?
 - Lokaler DNS Server
 - Browser
- Konsistenz der gecachten Einträge
 - Time-to-live (TTL)
 - problematisch bei Änderung einer IP-Adresse während TTL



- Lokaler DNS Server (“Default Name Server”)
 - gehört nicht in die DNS-Server-Hierarchie
 - typischerweise in der Nähe des Hosts, der eine Anfrage stellt
 - entweder auf dem Host konfiguriert oder über DHCP (Kapitel 4)
- Anwendung auf dem Client
 - extrahiert den Server-Namen z.B. von der URL
 - nutzt Befehle *gethostbyname()* oder *getaddrinfo()* um die Adresse zu erhalten
- Anwendung auf dem Server
 - extrahiert die IP Adresse des Clients vom Socket
 - kann *gethostbyaddr()* nutzen, um den Host-Namen des Clients festzustellen
- Proxy:
 - extrahiert Server-Namen aus GET-Request und löst diesen auf
- NSLOOKUP
 - Windows: nslookup in cmd
 - im Internet: network-tools.com/nslook/
- Alternative:
 - Google und andere Firmen stellen öffentliche DNS Server zur Verfügung
 - Ziel: aktuellere Einträge, kürzere Delays

3.1 Netzanwendungen

3.2 Web und HTTP (HyperText Transfer Protocol)

3.3 DNS (Domain Name System)

3.3.1 Host Names

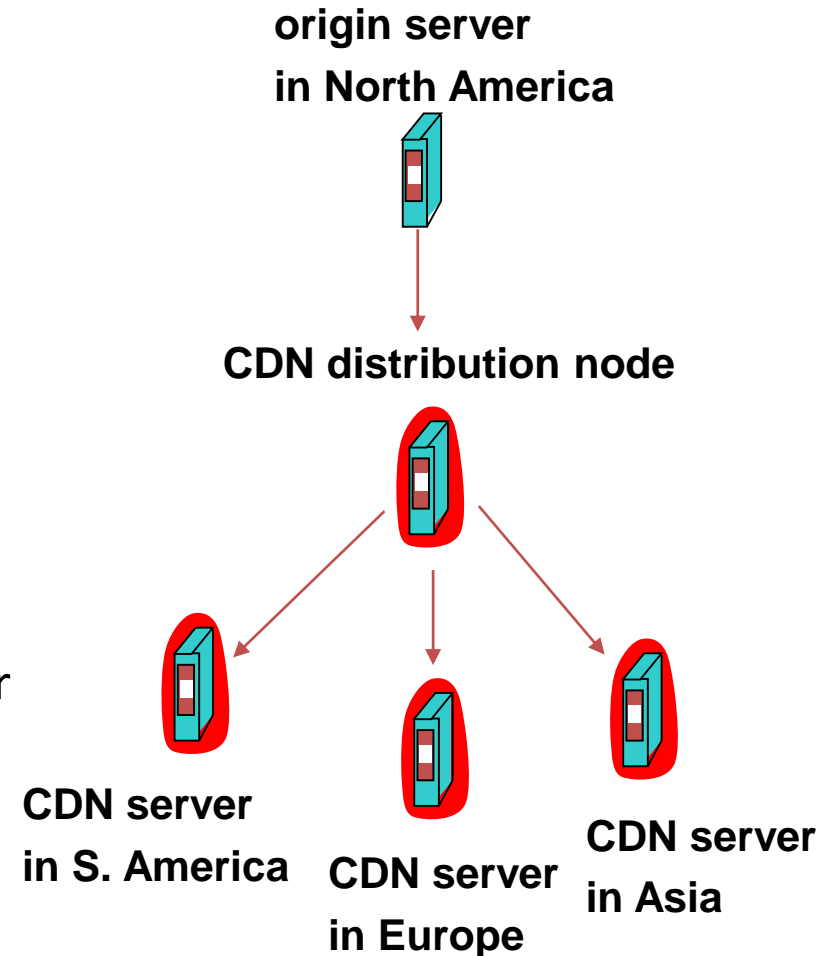
3.3.2 DNS Struktur und LookUP

3.3.3 Load-Balancing in Content Delivery Networks (CDN)

3.4 Weitere Anwendungsprotokolle: Mail und FTP

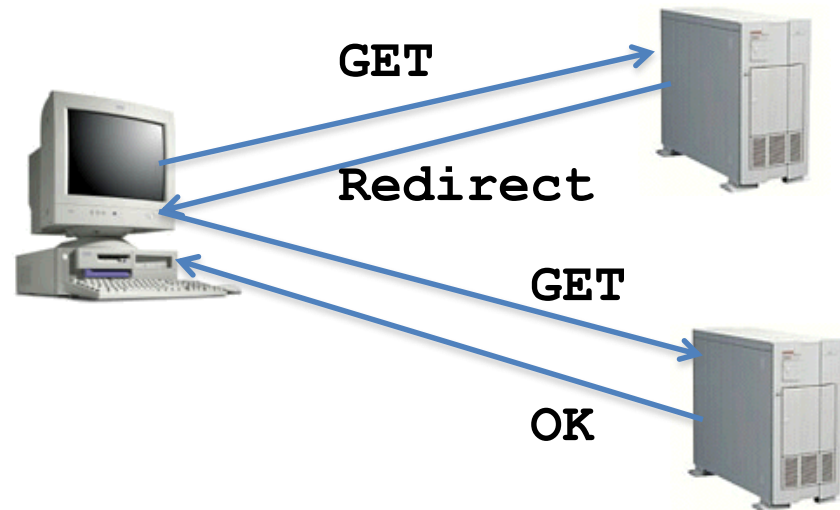
Content Distribution Network (CDN)

- Proaktive Content Replikation
 - Content-Provider (e.g., CNN) hat einen Vertrag mit einem CDN
- CDN repliziert Content
 - auf vielen Serverfarmen in den verschiedenen Regionen des Internets
- Updaten der Replikas
 - updates werden gepusht, wenn sich der Inhalt ändert (proaktiv)
- Unterschied Cache / CDN
 - Cache: reaktiv
 - CDN: proaktiv



- Ziele:
 - hohe Verfügbarkeit, Load-Balancing, Performance, Kostenreduktion
- Strategien:
 - Live-Server, niedrigste Last, nächster Server, günstigste Serverfarm
- Mechanismen:
 - HTTP redirect
 - DNS basierte Serverauswahl

- Prinzip
 - Server antwortet mit HTTP Redirect Statuscode (3xx) und teilt die Adresse mit, unter der die Ressource zu finden ist



- Vorteil
 - präzise Kontrolle
 - Serverwahl nach Client-IP
- Nachteil
 - zusätzliche RTTs für TCP Verbindungsaufbau
 - Overhead für den Server

DNS-basierte Serverauswahl

- Prinzip:

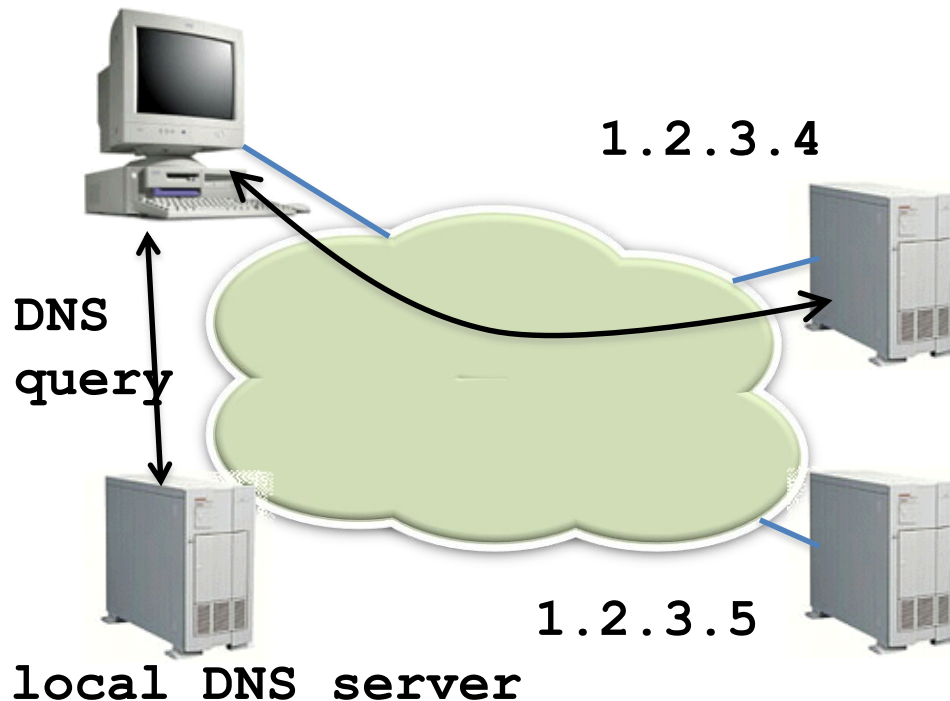
- DNS liefert den vom CDN bevorzugten Server

- Vorteil

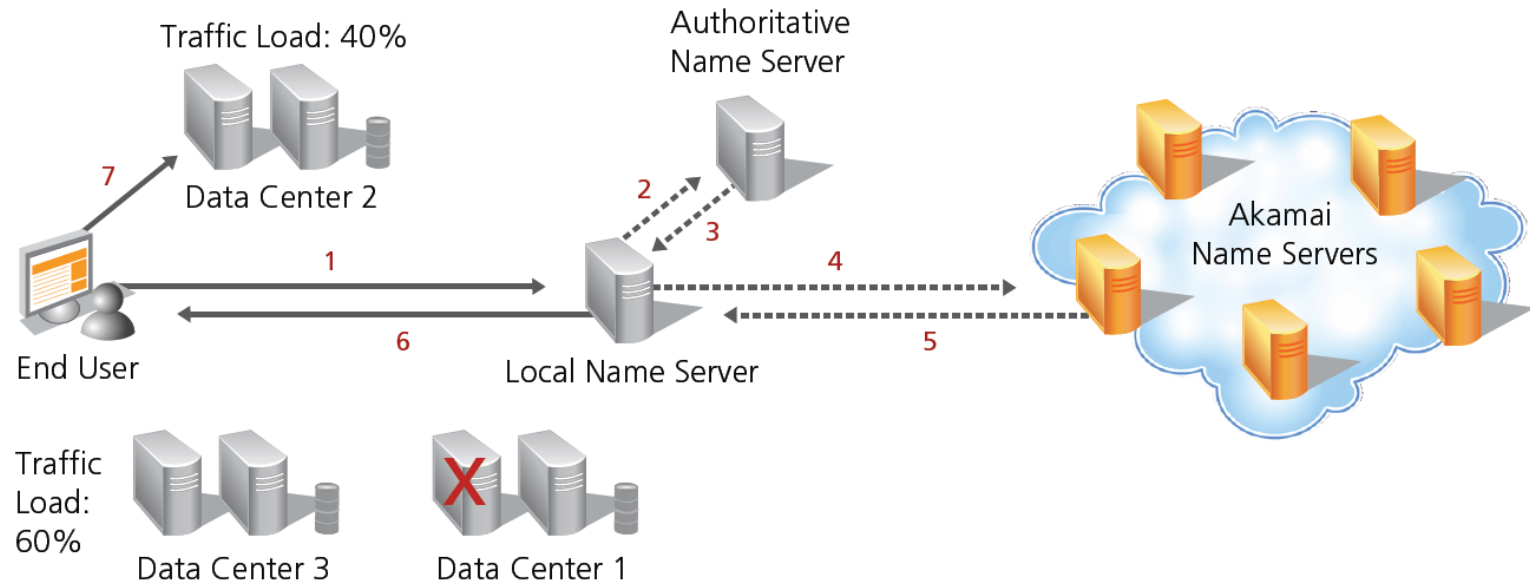
- keine zusätzlichen TCP-Verbindungen
- DNS Caching reduziert Overhead

- Nachteil

- Auswahl aufgrund der IP des lokalen DNS Servers
- kleine TTL notwendig



- Servers
 - Servers: ~100,000
 - Networks: ~1,000
 - Countries: ~70
- Kunden
 - Apple, BBC, FOX, GM IBM, MTV, NASA, NBC, NFL, NPR, Puma, Red Bull, Rutgers, SAP, ...
- Anfragen
 - Milliarden pro Tag
 - 50% in den Top 45 Netzen
 - 15-20% des weltweiten Netzverkehrs



- DNS Eintrag im autoritativen Name Server enthält nur ein Alias, keine IP-Adresse
- Lokaler Name Server kontaktiert Akamai Name Server, um die IP-Adresse zu erhalten
- Akamai entscheidet aufgrund interner Strategie, welcher Web-Server der geschickteste ist
 - Akamai betreibt auch eine Hierarchie von DNS Servers