Willkommen bei Kommunikations- und Netztechnik!

–

Von Kupferkabel, Glasfaser und Mikrowelle
über Telefon, Ethernet und TCP
zu E-Mail, Webserver und REST.

–

–

Heute: **DNS und Kampf den RTTs!**

Organisatorisches

- Klausuraufsicht: Ich habe vor, da zu sein.

Inhalt heute

- IPSec
- DNS
- Server –> Client Kommunikation mit HTTP
- Web Dev, HTTP 2
- Misc Stuff
- letztes Übungsblatt

IPSec

Wie können wir unkooperative[1] *Programme sichern?*

Ausreichende Sicherheit auf der Vermittlungsschicht.

[1] Zum Beispiel alte, ungewartete, unfreie, selbstzusammengehackte, nicht selbst gewartete. Eigentlich geht es darum, nicht jedes Programm anpacken zu müssen, aber unkooperativ macht das deutlicher.

Struktur

- Sicherheitsassoziation: Schlüsselaustausch (IKE)
- Authentifizierungs-Header (AH)
- Encapsulating Security Payload (ESP): Verschlüsselung *und* Authentifizierung[2]
- Transport- oder Tunnelmodus

[2] Weil sie es konnten.

Sicherheitsassoziation

Internet Key Exchange.

- Preshared-Key: Vorab einkonfiguriert
- IKEv1:
  - Algorithmen aushandeln
  - Diffie-Hellmann → Gemeinsamer Schlüssel
- IKEv2: Komplexer
- Pre-Shared-Keyring (PSK) oder Öffentlicher Schlüssel

⇒ ISAKMP: Internet Security Association and Key Management Protocol → https://www.kame.net/

Authentication Header

... IP Header ...		
Next Header	Data-Lengh	Reserviert
Sicherheitsparameterindex		
Sequenznummer		
Authentifizierungsdaten (HMAC)		
... TCP Header ...		

→ Integritätsprüfung, Nutzdaten und **unveränderliche IP Header Daten** signiert.

HMAC

```
HMAC(Message, Key):
  Hash(
      (Key xor opad)
    + (Hash(Key xor ipad) + Message)
  )
```

- ipad, opad: Konstanten

Encapsulating Security Payload (ESP)

Transportmodus

IP-Header	ESP-Header	TCP-Header Nutzdaten verschlüsselt	HMAC

/Pakete bleiben einzeln erkennbar, geringerer Overhead.

Tunnelmodus

Neu IP	ESP-Header	Alter IP-Header TCP Nutzdaten verschlüsselt	HMAC

/Tunnel zwischen Gateways, kann wieder ausgepackt werden und TCP Verbindungen bündeln. Verhindert Analyse der Header durch andere. Aber Doppelte Header./

ESP-Header

... IP Header ...
Sicherheitsparameterindex
Sequenznummer
Initialisierungsvektor (Optional)
... TCP Header ...

Wieso AH?

- ESP sollte ursprünglich nur Verschlüsselung machen
- AH prüft einen Tel des IP Headers.
- Kein anderer gute Grund

Zusammenfassung

- Verschlüsselung auf IP-Ebene.
- Header nach IP Header
  - Tunnel: Kapselt und Verschlüsselt in ganz neuem IP Paket
  - Transport: IP-Header bleibt erhalten.
- AH von ESP großteils ersetzt.

Lernziele

- Sinn und Funktion von DNS kennen
- DNS records kennen
- DNS Namerserver Klassen kennen
- Ablauf einer Namensauflösung kennen

DNS allgemein

- `216.58.214.36`
- IPs sind schlecht zu merken
- Umzug auf anderen Host (neue IP): Nutzer müssen informiert werden
- –> Mechanismus um Namen in IP zu übersetzen, und zu entkoppeln

DNS als Lösung

- DNS implementiert ein hierarchisches Namenssystem
- mittels einer verteilten Datenbank
- verwendet UDP

nslookup

```
nslookup www.google.com

Server: 192.168.0.2

Non-authoritative answer:
Name: www.google.com
Address: 216.58.214.36
Name: www.google.com
Address: 2a00:1450:4001:819::2004
```

Namespace

- Vergleichbar mit Post-Adressen
  - Land, Plz Stadt, Adresse
- top-level Domains von ICANN (Internet Corporation for Assigned Names and Numbers) verwaltet
- 2 Arten von top-level Domains:
  - generic (`com`, `org`)
  - countries (`de`, `fr`)
- second-level Domains werden vom jeweiligen Registrar vergeben
  - Bsp: DENIC für `de`

Hierarchien

Für die verschiedenen Hierarchieebenen sind unterschiedliche Organisationen verantwortlich.

- subdomains werden jeweils vom Inhaber der nächsthöheren Domain vergeben
- Bsp: `dhbw-karlsruhe.de` von DENIC vergeben
  - `else.dhbw-karlsruhe.de` von der DHBW vergeben

Resource Records

- sind ein 5er Tupel aus:
- `Domain_name`: für welche Domain gilt der Record?
- `Time_to_live`: wie lange darf ein Record gecached werden (in Sekunden)?
- `Class`: `IN` für Internet, andere Werte sind selten
- `Type`: `A` (Address), `AAAA` (IPv6), `MX` (Mail), `NS` (Nameserver), `CNAME` (alias)
- `Value`: abhängig von `Type`

```
mail.google.com.          1732    IN      CNAME   googlemail.
googlemail.l.google.com.  181     IN      A       108.177.126
```

Root Nameserver

- 13 Root Server
- zuständig für Auflösung von Top Level Domains (TLDs)
- betrieben von ICANN

dig the toplevel NS

```
dig NS .

;; ANSWER SECTION:
. 9342 IN NS i.root-servers.net.
. 9342 IN NS j.root-servers.net.
. 9342 IN NS k.root-servers.net.
. 9342 IN NS l.root-servers.net.
. 9342 IN NS m.root-servers.net.
. 9342 IN NS a.root-servers.net.
. 9342 IN NS b.root-servers.net.
. 9342 IN NS c.root-servers.net.
. 9342 IN NS d.root-servers.net.
. 9342 IN NS e.root-servers.net.
. 9342 IN NS f.root-servers.net.
```

TLD Nameserver

- zuständig für TLDs (org, de)
- betrieben von z.B.: DENIC

dig the de NS

```
dig NS de

;; ANSWER SECTION:
de. 4032 IN NS n.de.net.
de. 4032 IN NS s.de.net.
de. 4032 IN NS z.nic.de.
de. 4032 IN NS a.nic.de.
de. 4032 IN NS f.nic.de.
de. 4032 IN NS l.de.net.
```

Authoritative Nameserver

- sind offiziell für eine Zone zuständig
- werden bei Registrar angegeben

dig the DHBW

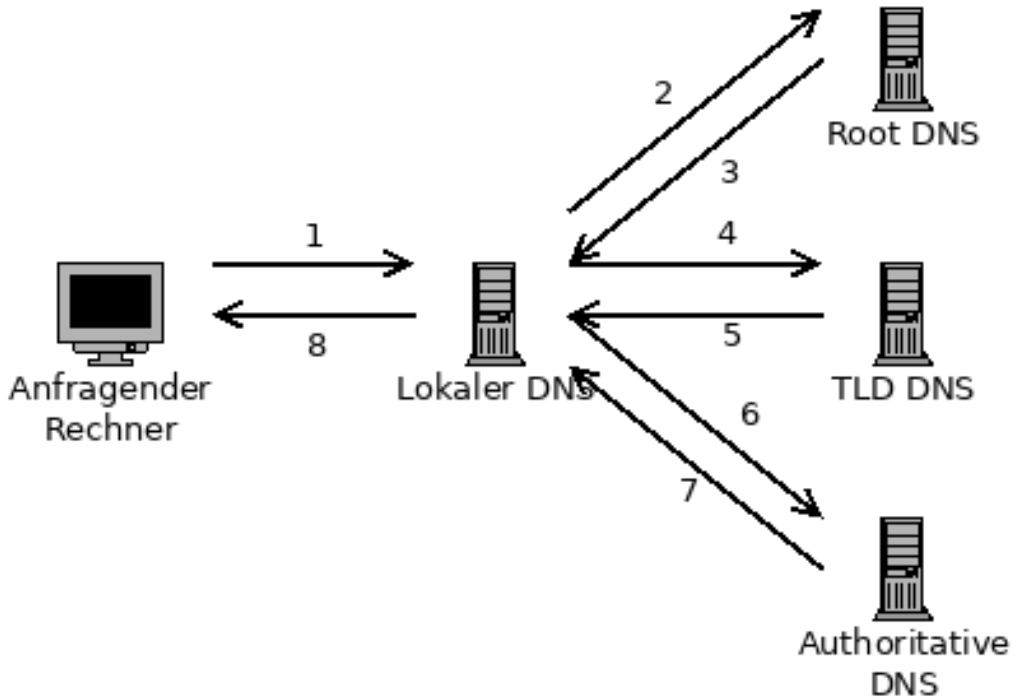
```
dig NS dhbw-karlsruhe.de

;; ANSWER SECTION:
dhbw-karlsruhe.de. 3600 IN NS dns3.belwue.de.
dhbw-karlsruhe.de. 3600 IN NS dns1.belwue.de.
```

Non-authoritative Nameserver

- entlasten die authoritative Nameserver
- werden z.B.: von ISPs betrieben
- beziehen ihre Daten von authoritative Nameservern
- und Cachen die Daten (time to live)

Anatomie einer Namensauflösung

1. `dhbw-karlsruhe.de`
2. `dhbw-karlsruhe.de`
3. `a.nic.de`
4. `dhbw-karlsruhe.de`
5. `dns1.belwue.de`
6. `dhbw-karlsruhe.de`
7. `185.30.157.2`
8. `185.30.157.2`



dig to trace I

```
dig +trace dhbw-karlsruhe.de
```

```
.                       8771    IN      NS      d.root-servers.net.
.                       8771    IN      NS      e.root-servers.net.
.                       8771    IN      NS      f.root-servers.net.
.                       8771    IN      NS      g.root-servers.net.
.                       8771    IN      NS      h.root-servers.net.
.                       8771    IN      NS      i.root-servers.net.
.                       8771    IN      NS      j.root-servers.net.
.                       8771    IN      NS      k.root-servers.net.
.                       8771    IN      NS      l.root-servers.net.
.                       8771    IN      NS      m.root-servers.net.
.                       8771    IN      NS      a.root-servers.net.
.                       8771    IN      NS      b.root-servers.net.
.                       8771    IN      NS      c.root-servers.net.
;; Received 717 bytes from 192.168.0.2#53(192.168.0.2) in 11 ms
```

dig to trace II

```
de.                     172800  IN      NS      l.de.net.
de.                     172800  IN      NS      f.nic.de.
de.                     172800  IN      NS      a.nic.de.
de.                     172800  IN      NS      z.nic.de.
de.                     172800  IN      NS      s.de.net.
de.                     172800  IN      NS      n.de.net.
;; Received 751 bytes from 199.9.14.201#53(b.root-servers.net) in 168 ms

dhbw-karlsruhe.de.      86400   IN      NS      dns1.belwue.de.
dhbw-karlsruhe.de.      86400   IN      NS      dns3.belwue.de.
;; Received 698 bytes from 194.0.0.53#53(a.nic.de) in 24 ms

dhbw-karlsruhe.de.      3600    IN      A       185.30.157.2
dhbw-karlsruhe.de.      3600    IN      NS      dns3.belwue.de.
dhbw-karlsruhe.de.      3600    IN      NS      dns1.belwue.de.
;; Received 135 bytes from 131.246.119.18#53(dns3.belwue.de) in 21 ms
```

Zusammenfassung

- DNS übersetzt Domains in Adressen
- DNS ist hierarchisch gegliedert (`else.dhbw-karlsruhe.de.`)
- es existieren verschiedene DNS records (NS, A, CNAME)
- unterschiedliche DNS Server für unterschiedliche Hierarchiestufen zuständig
- non-authoritative Server entlasten authoritative Server
- Namensauflösung verwendet mehrere Server

RPC

Fragt mich zur Praxis. . . Vorbereitung der Folien nicht fertig.

Server –> Client

- Die Rückrichtung effizienter machen.

Lernziele

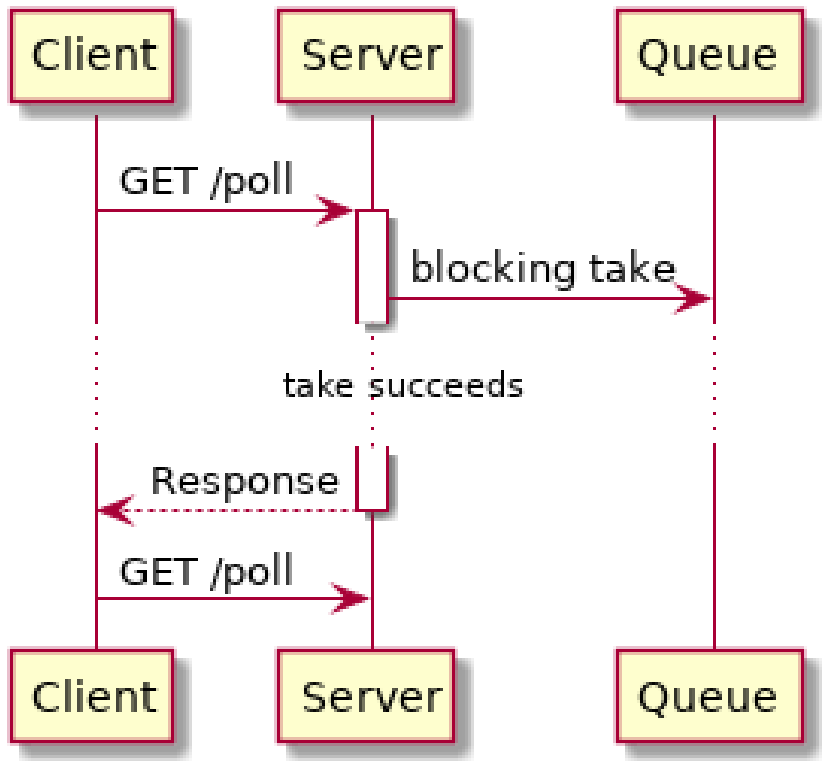
- kennen der 3 Verfahren Long Polling, SSE, Websockets (WS)
- je 1 Unterschied nennen können

Das Problem

- HTTP ist ein Request-Response Protokoll
- initiiert vom Client
- Client möchte etwas vom Server wissen
- Server antwortet

Problem: Server kann keine Kommunikation initiieren (Bsp: Chat vs. Forum)

Long Polling



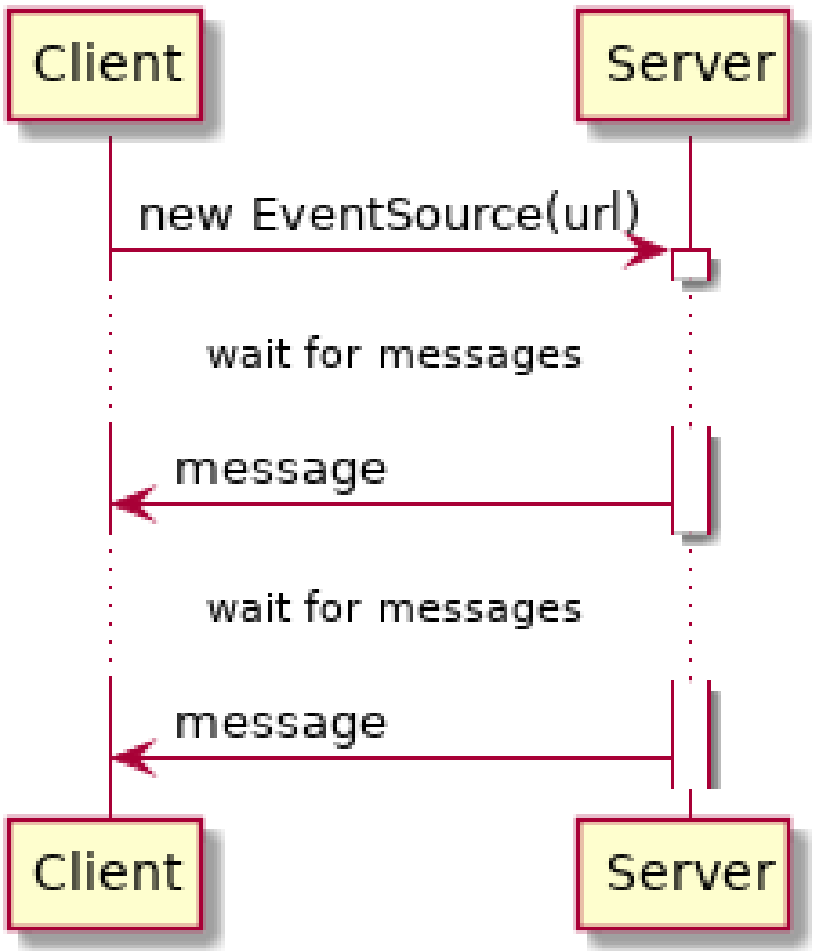
Long Polling

- Client baut Verbindung zu Server auf
- Server antwortet nicht sofort, sondern blockt
- sobald Server unblocked wird, antwortet er Client
- Client baut erneut Verbindung auf
- falls Verbindung geschlossen wird (timeout), baut Client neue Verbindung auf

Long Polling Fazit

- hacky
- erfordert keine Browserunterstützung
- besser als normales polling (Server antwortet sofort)

Server Sent Events



Server Sent Events

- Javascript-API
- Client baut Verbindung zu Server auf
- Server blockt bis Message verfügbar
- Server sendet Message an Client
- Verbindung bleibt offen, Server blockt wieder bis Message verfügbar

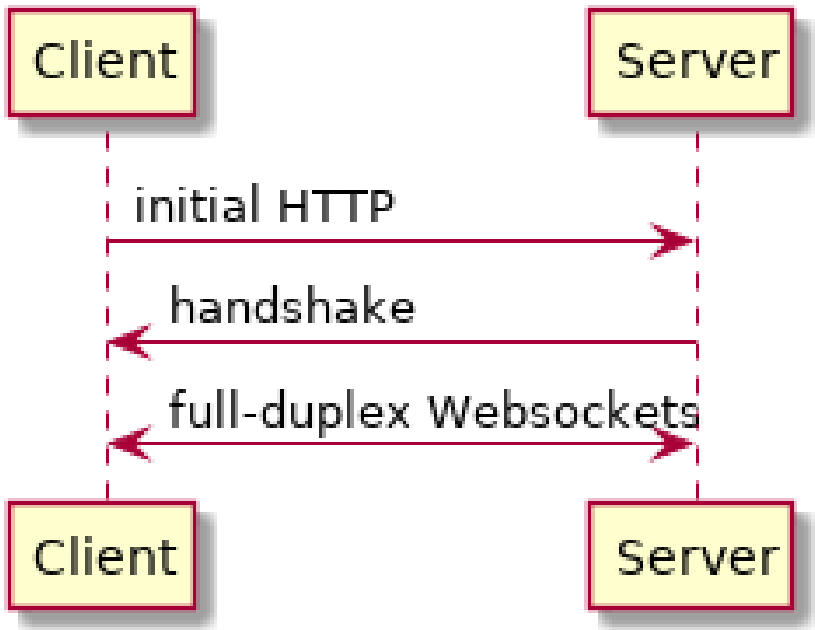
Beispiel Client Implementierung

```
const eventSource = new EventSource("/sse");

// handler für events ohne Typ
eventSource.onmessage = (e) => {
  console.log(e)
};

// handler für events vom Typen eventType
eventSource.addEventListener('eventType', (e) => {
  console.log('eventType', e)
});
```

Server Sent Events Fazit

- erfordert Browserunterstützung
  - hello darkness (IE, Edge legacy) my old friend
  - –> Polyfill
- Vorteil ggü. Long Polling: Verbindung bleibt auch über mehrere Messages hinweg offen
- aber: simplex

Websockets



- verwendet spezielles URL Schema (`ws://` und `wss://`)
- Client initialisiert Websocket Connection mit spezieller HTTP Request
- Server antwortet mit HTTP Response

initiale HTTP Request des Clients

```
GET /chat HTTP/1.1
Host: server.example.com
Upgrade: websocket
Connection: Upgrade
Sec-WebSocket-Key: dGhlIHNhbXBsZSBub25jZQ==
Origin: http://example.com
Sec-WebSocket-Protocol: chat, superchat
Sec-WebSocket-Version: 13
```

initiale HTTP Request des Clients

- Request-URI: identifiziert die Websocket Connection
  - erlaubt mehrere Websocket Connections pro Server
- Sec-WebSocket-Protocol: Liste von unterstützten Subprotokollen
- Origin: Schutz vor cross-origin Verwendung
- Sec-WebSocket-Key: verwendet für Handshake

Handshake HTTP Response des Servers

```
HTTP/1.1 101 Switching Protocols
Upgrade: websocket
Connection: Upgrade
Sec-WebSocket-Accept: s3pPLMBiTxaQ9kYGzzhZRbK+xOo=
Sec-WebSocket-Protocol: chat
```

handshake HTTP Response des Servers

- Status 101: erfolgreiche Websocket Verbindung
- Sec-WebSocket-Accept: vervollständigt den Handshake
  - Nonce des Client "dGhlIHNhbXBsZSBub25jZQ=="
  - Server: base64(sha1(concat(nonce, "258EAFA5-E914-47DA-95CA-C5AB0DC85B11")))
  - –> ß3pPLMBiTxaQ9kYGzzhZRbK+xOo="
- Sec-WebSocket-Protocol: **eins** der Client-Protokolle wird gewählt
  - Protokolle können standardisiert sein (mqtt)
  - oder auch nicht (chat)

Websockets Praktisch

Dryads wake zeigen.

Websocket Fazit

- ermöglicht full-duplex über persistente TCP Verbindung
- benötigt Browserunterstützung (ab IE 10)
- Subprotokolle müssen implementiert werden
- Vorteile Websocket-Libraries:
  - Fallback auf Long Polling
  - Channels (multiplexing über WS)

Zusammenfassung

- Problem: Server initiierte Kommunikation
- Long Polling:
  - 1 Connection pro Message Austausch
  - benötigt keine Browserunterstützung
- SSE:
  - mehrere Server-Messages pro Connection
  - benötigt Browserunterstützung
  - simplex
- Websockets:
  - eine Connection für mehrere Messages
  - benötigt Browserunterstützung
  - full-duplex
  - explizite Sub-Protokolle

HTTP

Wenn nichts mehr hilft (und du alle Entwicklungsteams finanzierst), änder' den Standard.

Lernziele

- verstehen der Problematik in Hinsicht auf mehrere Requests
- kennen der HTTP 1 Erweiterungen
- verstehen der 'Userspace' Lösung
- kennen von HTTP 2
- verfluchen von IE

Das Problem

```
<html lang="">
    <head>
<meta charset="utf-8">
<link href="/a.css" rel="stylesheet" type="text/css">
<!-- ... -->
<link href="/g.css" rel="stylesheet" type="text/css">
    </head>
    <body>
<script src="/a.js"></script>
<!-- ... -->
<script src="/g.js"></script>
    </body>
</html>
```

Wireshark Capture

GET / HTTP/1.1	HTTP: GET / HTTP/1.1
HTTP/1.0 304 Not Mod	HTTP: HTTP/1.0 304 Not Modified
GET /a.js HTTP/1.1	HTTP: GET /a.js HTTP/1.1
GET /b.js HTTP/1.1	HTTP: GET /b.js HTTP/1.1
GET /c.js HTTP/1.1	HTTP: GET /c.js HTTP/1.1
GET /a.css HTTP/1.1	HTTP: GET /a.css HTTP/1.1

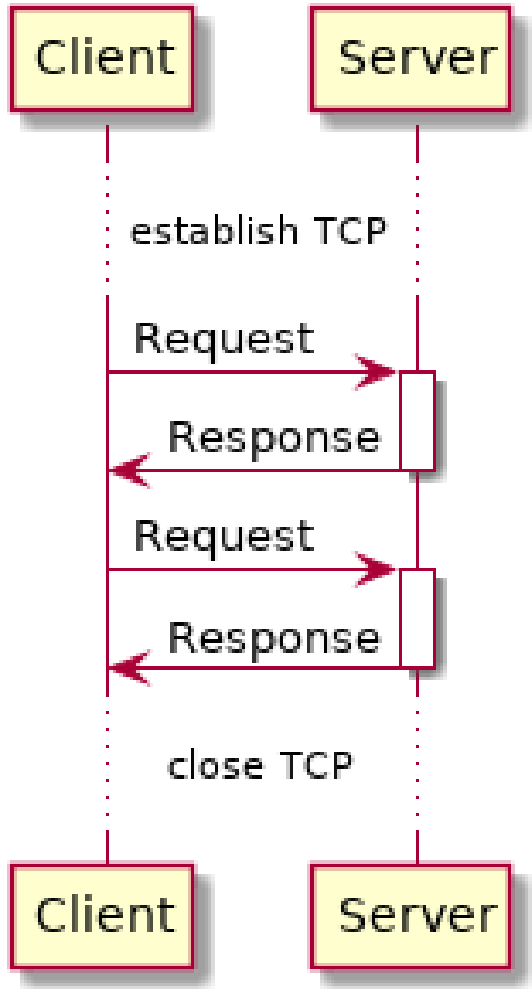
usw.

- 15 HTTP-Requests (index + 7 CSS + 7 JS)
- –> 15 TCP Connections

Persistent Connections

- ab HTTP 1.1 default
- unterliegende TCP Connection wird nicht nach jeder Response geschlossen

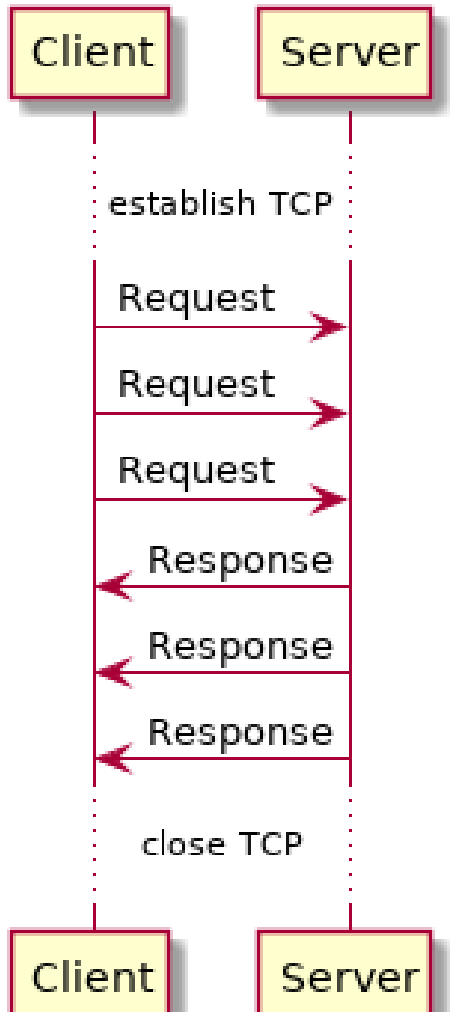
Persistent Connections



Problem: Head of line Blocking

Browser muss auf Erhalt der Response warten, bevor neue Request über selbe TCP-Connection abgesetzt werden kann.

Request Pipelining



Probleme mit Pipelining:

- Server bearbeitet Anfragen immer noch sequentiell
- Antworten müssen in gleicher Reihenfolge wie Requests gesendet werden
- Implementierungen waren buggy und in Browsern nicht der default

Userspace: Domain Sharding

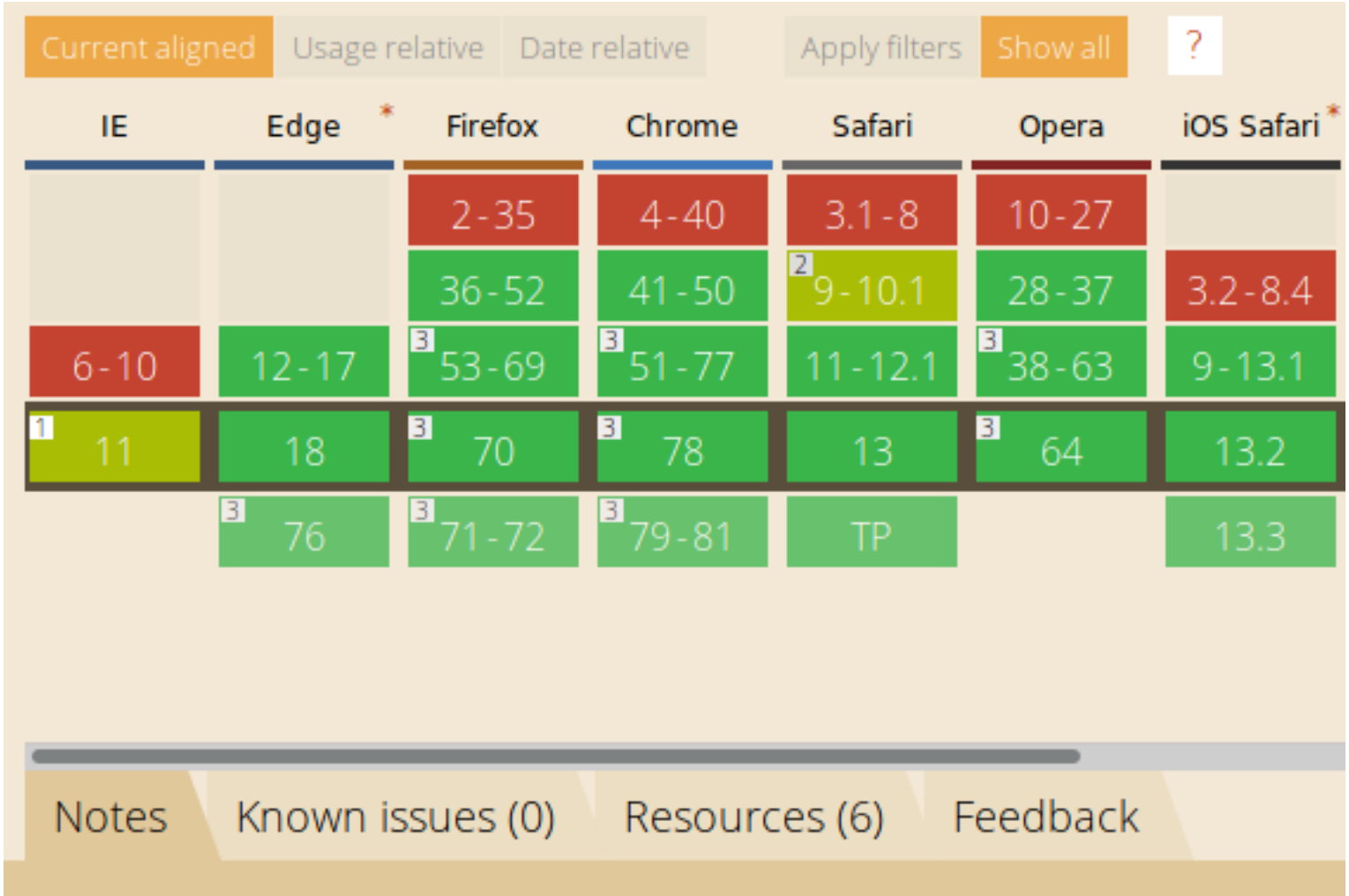
- Browser erlaubt z.B.: 6 parallele Connections zu gleichem Hostname
- –> unterschiedliche Hostnames = mehr parallele Connections
- wir hosten unserer assets auf verschiedenen subdomains wie `www1`, `www2`

```
<link href="www1.example.com/a.css" rel="stylesheet" ty
<link href="www2.example.com/b.css" rel="stylesheet" ty
<!-- ... -->
```

Mozilla zu Domain Sharding

Unless you have a very specific immediate need, don't use this deprecated technique; switch to HTTP/2 instead. In HTTP/2, domain sharding is no longer useful: the HTTP/2 connection is able to handle parallel unprioritized requests very well. Domain sharding is even detrimental to performance. Most HTTP/2 implementations use a technique called connection coalescing to revert eventual domain sharding.

caniuse HTTP2?



Draketo

Userspace: Webpack

- JS Build Tool
- dank IE momentan weitverbreitet
- unterstützt Bundles
  - mehrere JS, CSS, etc. Dateien werden zu einem Bundle (einzelne Datei) zusammengefasst
  - mehrer Bundles pro Projekt verwendbar (chart.html, table.html)
  - Code der in verschiedenen Bundles verwendet wird kann in separates Bundle ausgelagert werden
- unterstützt Übersetzung von ES6 zu JS, das von IE verstanden wird (Babel)
- Minification uvm. wird auch unterstützt

–

Webpack Nachteile (subjektiv):

- Webpack ist komplex
- schlechte Performance
- Bundleoptimierung benötigt viel Arbeit
- automatisierte Codeoptimierung durch JS dynamische Aspekte schwer
  - Google Closure Compiler? –> viel Aufwand!

HTTP 2

- aus SPDY (sprich speedy) Protokoll hervorgegangen
  - SPDY von Google entwickelt
- größtenteils mit HTTP 1.1 kompatibel
- HTTP 2.0 erfordert keine encryption
- header compression
- HTTP/2 Server Push
- Multiplexing

HTTP 2 Encryption

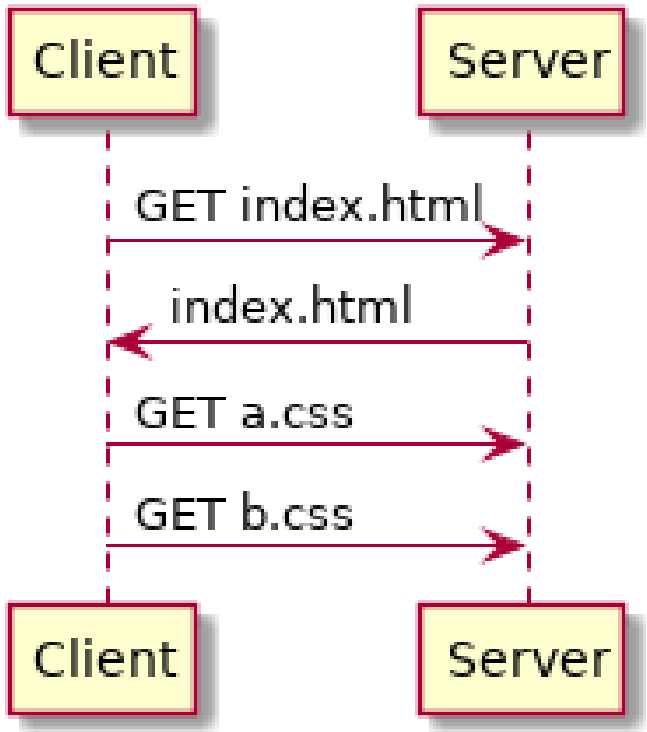
- sollte eigentlich in den Standard
- war von einigen Standardisierungsteilnehmern aber unerwünscht
- Firefox, Chrome, Safari, Opera, IE und Edge:
  - unterstützen HTTP2 nur über TLS
- Encryption dadurch de facto im Standard
- kann problematisch sein bei Endkunden

HTTP 2 Server Push

Ein Server kann weitere Daten senden.

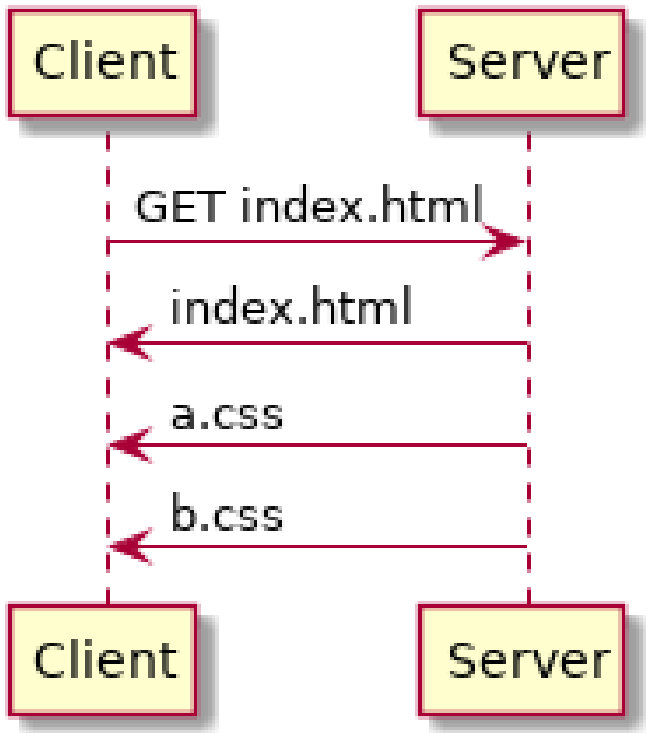
Bisher: Client ruft `index.html` auf, danach werden Stylesheets etc. aus `index.html` angefragt.

Bisher


Client
Server
GET index.html
index.html
GET a.css
GET b.css
Client
Server

Server-Push

Server Push erlaubt dem Server Stylesheets etc. bereits vor der Anfrage zu senden.



HTTP 2 Multiplexing

- ähnlich Pipelining
- aber: Responses müssen nicht in selber Reihenfolge eingehen
- Congestion Control
  - Browser verwendet mehrere TCP Connections
  - Congestion Control pro TCP Connection
  - Multiplexing erreicht bessere Congestion Control durch Verwendung einer Verbindung
- löst viele der hier genannten Probleme

HTTP 2 Multiplexing - Nachteile

- Annahme: wir multiplexen 2 Streams über 1 TCP Verbindung
- TCP: buffert Frames bis alle vorherigen Frames erhalten wurden
- Packte Loss blockiert beide Streams!

HTTP 2 Multiplexing - HTTP/1?

> *At 2% packet loss (which is a terrible network quality, mind you), tests have proven that HTTP/1 users are usually better off - because they typically have up to six TCP connections to distribute lost packets over* — https://http3-explained.haxx.se/en/why-quic/why-tcphol

Zusammenfassung

- moderne Webseiten fragen viele Ressourcen an
  - –> benötigt viele Connections
- Persistent Connections verringern die benötigten TCP Connections
  - aber immer noch relativ wenig Requests gleichzeitig
- Domain Sharding, Webpack und ähnliches als Userspace Lösungen
- HTTP 2: Server Push und Multiplexing

HTTP 3 (QUIC)

> *To address this, I'd like to suggest that – after coordination with the HTTP WG – we rename our the HTTP document to "HTTP/3", and using the final ALPN token "h3". — Mark Nottingham, IETF chair (* https://mailarchive.ietf.org/arch/msg/quic/RLRs4nB1lwFCZ_7k0iuz0ZBa35s/ *)*

- encryption
- verwendet UDP (Latenz, Overhead)
- UDP erlaubt `recvmmsg()` call
  - ruft mehrere UDP Pakete auf einmal aus Kernel ab
  - –> weniger Syscalls –> bessere Performance?

HTTP 3 - UDP

- TCP verhindert effizientes Multiplexing wie in HTTP 2 gesehen
- Lösung neues Transportprotokoll?
  - Viele Router, Firewalls, NATs kennen nur UDP und TCP
  - –> blocken alles andere
  - Transportprotokolle werden im Kernelspace implementiert –> nur langsame Entwicklung möglich
  - Viele TCP Verbesserungen können nicht deswegen nicht flächendeckend verwendet werden

HTTP 3 - Verbreitung

- lt. Google ca. 7% des Netzwerktraffics (Googles Version, nicht IETF)
- NGINX geplant für Version 1.17
- Mozilla: in Entwicklung (Neqo), Teil von Necko (verwendet in Firefox)
- curl 11.9.2019 (HTTP 3 draft-22)

HTTP 3 - Probleme

- verwendet TLS 1.3 mit TLS messages statt records
  - viele TLS Libs stellen keine API dafür zur Verfügung (OpenSSL)
- Google + FB: HTTP 3 erzeugt doppelte CPU Last im Vergleich zu HTTP 2
  - UDP in Linux nicht so gut optimiert wie TCP
  - TCP + TLS oft hardwarebeschleunigt, UDP nicht
- Viele Firewalls blocken UDP bis auf Port 53 (DNS)

HTTP 3 - Connection

- eigene Definition einer Connection (über Ids)
  - TCP (IP+Port)
  - Problem: mobile –> ändernde IPs
  - wird durch HTTP 3 gefixt
- Connection unterstützt mehrere Streams
  - einzelne Streams sind in-order
  - unterschiedliche Streams können out-of-order verarbeitet werden
- Flow Control (Flusskontrolle) für Connections und Streams

Zusammenfassung

- HTTP 3: über UDP

https://http3-explained.haxx.se

Weiteres:
https://archive.fosdem.org/2020/schedule/event/http3/

Misc

nicht klausurrelevant

VPN

- wird gerne für erweiterte Privacy empfohlen
  - Usertracking über IP ist kleinstes Problem
- ermöglicht auch Umgehung von gesperrten Ports
  - Steam in der DHBW
- Tip: selber hosten
  - VPN Provider kann gesamten Traffic mitschneiden
  - im kostenlosen VPN Bereich ist dies teilweise der einzige Grund für die Existenz

SSH

- sichere Verbindung auf Server für Remoteterminals
  - praktisch für Server, die sich ohne GUI administrieren lassen
- Port Forwarding:
  - local: `ssh -L 9000:imgur.com:80 user@example.com`
    - lokaler Port 9000 wird durch SSH Verbindung auf `imgur.com:80` weitergeleitet
  - remote: `ssh -R 9000:localhost:22 user@example.com`
    - Port 9000 auf Server wird auf lokalen Port 22 weitergeleitet
    - Bsp: Box A mit dynamischer IP `ssh -R 9000:localhost:22 user@exmple.com`
    - Auf `example.com`: `ssh user@localhost` stellt SSH Verbindung zu Box A her

Klausurthemen

- ☐ Slides durchgehen

Übungsblatt MAC Schicht Lösung

Aufgabe 1

Welche der folgenden Aussagen sind korrekt für ALOHA?

- ☒ Nach einer Kollision wird eine zufällige Zeit gewartet, um eine erneute Kollision zu vermeiden.
- ☒ Bei pure ALOHA kann es zu Kollisionen kommen, wenn die einzelnen Stationen fast zur selben Zeit senden.
- ☐ Beim Senden beobachtet eine Station das Medium, um Kollisionen zu erkennen.

Aufgabe 2

Welche der folgenden Aussagen sind korrekt für CSMA?

- ☒ Beim Senden beobachtet eine Station das Medium, um Kollisionen zu erkennen.
- ☒ Bei der Verwendung von persistent CSMA wird gesendet sobald das Medium wieder frei wird.

Aufgabe 3

Welche der folgenden Aussagen sind korrekt für CSMA/CD?

- ☐ CSMA/CD verwendet Bestätigungsframes zur Feststellung von Kollisionen.
- ☒ Eine Station muss vor dem Senden prüfen, ob das Medium frei ist.

Aufgabe 4

Vergleiche pure und slotted ALOHA hinsichtlich der Latenz bei sehr geringer Last. Bei welchem Protokoll ist die Latenz geringer?

Pure hat hier wahrscheinlich eine geringere Latenz, da vor dem Senden nicht auf einen Slot gewartet werden muss.

Aufgabe 5

Wie lange muss eine Station bei Verwendung des Bitmap Protokolls im schlimmsten Fall warten bis sie senden darf?

Annahme: n Stationen, jede Station will senden, unsere Station ist die letzte

Die Station muss n Contentions Slots warten (Anmeldung der einzelnen Stationen wer senden möchte) und n-1 Frames (alle anderen Stationen senden ihren Frame vor uns).

Aufgabe 6

Wie lange muss eine Station bei Verwendung des Binary Countdown Protokolls im schlimmsten Fall warten bis sie senden darf?

Es kann sein, dass einen Station unendlich warten muss, falls es immer eine Station mit einer höheren Adresse gibt, die auch senden möchte.

Aufgabe 7

Die 6 Stationen A-F kommunizieren mit dem MACA Protokoll. Ist es möglich, dass 2 Übertragungen gleichzeitig stattfinden?

Es ist möglich. Annahme: A sendet an B und C sendet an D. A und B sind jeweils nicht in Reichweite von C oder D.

Aufgabe 8

Erkläre Store and Forward und Cut Through Switching.

Store Forward: Frame wrid empfangen und intern gebuffert, erst wenn Frame komplett empfangen wurde, wird er ausgegeben.

Cut Through: Sobald Zieladresse des Frames gelesen wurde, wird mit der Ausgabe begonnen.

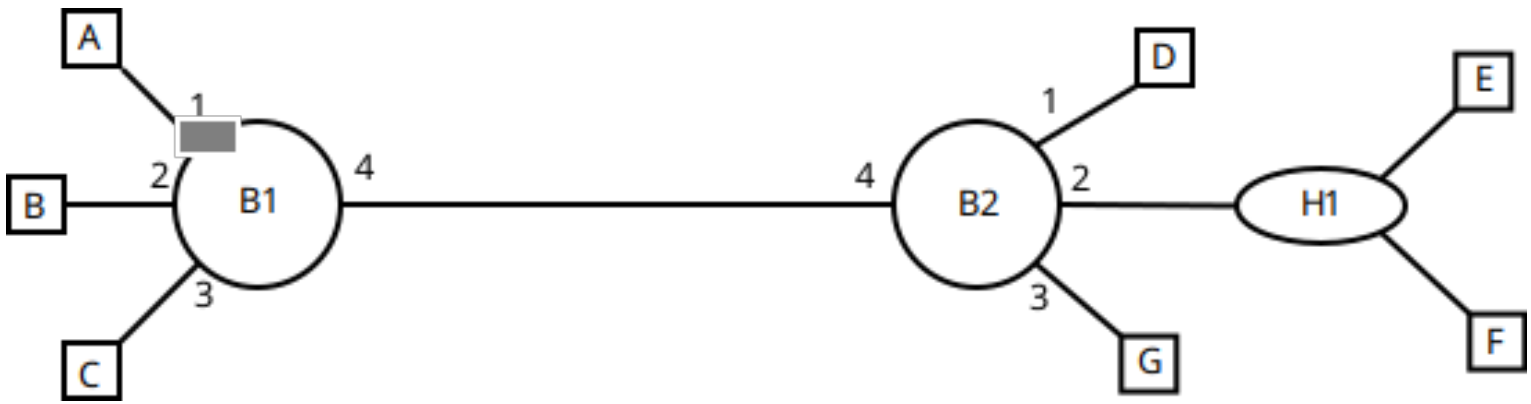
Aufgabe 9

Nehme die Netzwerkkonfiguration aus der Folie "Beispiel: Backward Learningäls Ausgangspunkt. Die Tabellen der beiden Switches B1 und B2 sind anfangs leer. Die nachfolgenden Übertragungen finden nacheinander statt. Notiere jeweils die Ports von B1 und B2 auf denen Frames ausgegeben werden.

1. A -> C
2. E -> F
3. F -> E
4. G -> E
5. D -> A
6. B -> F

Übungsblatt MAC Schicht Lösung

–



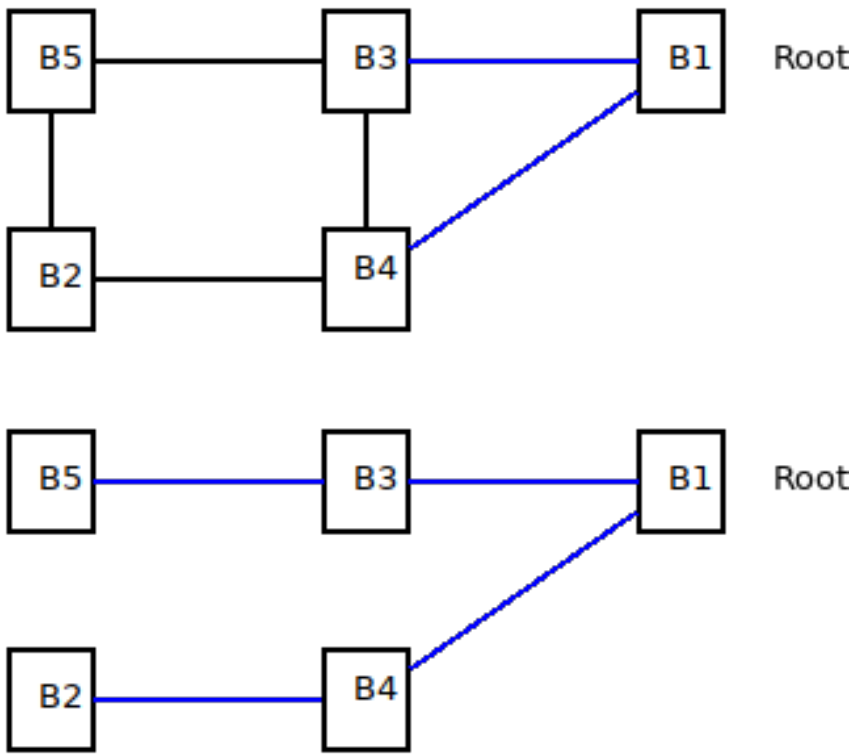
–

1. A -> C, Ports B1: 2, 3, 4, Table B1: 1: A; Ports B2: 1, 2, 3, Table B2: 4: A
2. E -> F, Ports B1: 1, 2, 3, Table B1: 4: E; Ports B2: 1, 3, 4, Table B2: 2: E
3. F -> E, Ports B1: -, Table B1: -, Ports B2: -, Table B2: 2: F
4. G -> E, Ports B1: -, Table B1: -, Ports B2: 2, Table B2: 4: G
5. D -> A, Ports B1: 1, Table B1: 4: D, Ports B2: 4, Table B2: 1: D
6. B -> F, Ports B1: 1, 3, 4, Table B1: 2: B, Ports B2: 2, Table B2: 4: B

Tip: notiert irgendwo die Tabellen der Router

Aufgabe 10

Zeichne den Spannig Tree für das Netzwerk aus der Folie "Beispiel: Spanning Tree". Allerdings wurden die Switches B1 und B5 vertauscht.



Übungsblatt Anwendungsschicht 2

Abgabe nicht erforderlich für Klausurzulassung!

Bearbeitung: Gruppen bis zu 3 Personen. Abgabe mit Matrikelnummer der beteiligten Personen. Dateinamen bitte: `Matrikelnummer.pdf` bzw. `MatNr1_MatNr2.pdf`.

Bei Multiple Choice Aufgaben reicht eine Lösung nach folgendem Muster:

Beispiel Aufgabe Multiple Choice

Kreuze die korrekten Aussagen an:

1. ☐ die letzte Vorlesung war viel zu schnell
2. ☐ Sriracha passt zu allem
3. ☐ Tabs sind besser geeignet für die Einrückung von Quellcode

Beispiel Lösung Multiple Choice

1, 2

Aufgabe 1

Welche der folgenden DNS Resource Records wird für IPv6 verwendet?

1. A record
2. AAAA record
3. NS record

Aufgabe 2

Die Domain `example.com` soll aufgelöst werden. Kreuze die verschiedenen DNS Record Types an, die hierfür verwendet werden.

1. ☐ A record
2. ☐ NS record
3. ☐ MX record

Aufgabe 3

Mit welchem Mechanismus der Transportschicht ist Request Pipelining vergleichbar?

Aufgabe 4

Nenne 2 Gründe, die die Verbreitung von HTTP 2 erschweren.

Aufgabe 5

```
interface Http {
  Response get(Uri uri);
}
```

Gegeben ist das Interface `Http`. Implementiere (Pseudocode ist ok) die Client-Seite von Long Polling. Fehlerbehandlung etc. kann vernachlässigt werden.

Aufgabe 6

Welche der folgenden Technologien können für duplex Kommunikation verwendet werden?

1. ☐ Server Sent Events
2. ☐ Websockets

Fragen für die Prüfung?

Zusammenfassung

Viel Erfolg beim Lernen!

Literatur

Verweise

Bilder: