

Aufgabe 1: Bandbreitenverzögerungsprodukt (6 Punkte)

Fürs Internet nutzen wir ein Dial-Up-Modem, dessen Übertragungsrate $56,0 \text{ kbit s}^{-1}$ ist. Wir haben vor, Dateien mit einem Datenvolumen von insgesamt $38,402 \text{ MB}$ zu übermitteln. Die Leitungslänge ist 9000 km , und die Signale breiten sich im Kupferkabel mit $200\,000\,000 \text{ ms}^{-1}$ aus. Gehen Sie von einem Circuit-Switch-Verfahren aus, bei dem die Verbindung bereits hergestellt ist.

- (a) Welche Zeit nimmt die reine Ausbreitung eines einzelnen Bits von A nach B in Anspruch? (1P)
- (b) Welche Anzahl an Bits befindet sich zu einem bestimmten Zeitpunkt gleichzeitig auf der Leitung? (1P)
- (c) Wie viel Zeit vergeht insgesamt, bis die Bilddateien komplett übermittelt wurden? (2P)
- (d) Anschließend wollen Sie exakt diese Bilder ($38,402 \text{ MB}$) einer Person überbringen, die $2,45 \text{ km}$ entfernt wohnt. Hierfür brennen Sie die Dateien zuerst mit einer Schreibgeschwindigkeit von $590,8 \text{ kB s}^{-1}$ auf eine CD. Danach machen Sie sich mit Schrittgeschwindigkeit von $2,88 \text{ km h}^{-1}$ auf dem Weg zu ihr. Wie lange dauert diese alternative Form der Übertragung der Bilder insgesamt? (2P)

Aufgabe 2: Circuit vs. Packet Switching (3 Punkte)

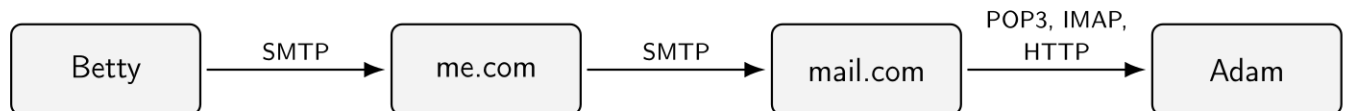
	Wahr	Falsch
i) Beim Circuit Switching findet kein separater Verbindungsaufbau statt. Die Pakete, welche sowohl Daten als auch Kontrollinformationen beinhalten, werden völlig unabhängig voneinander übermittelt. (0.5P)	☐	☐
ii) Aufgrund der Bereitstellung einer fest zugewiesenen Verbindung ist Packet Switching optimal fürs telefonieren geeignet. (0.5P)	☐	☐
iii) Während der eigentlichen Datenübertragungsphase ist beim Circuit Switching keine erneute Adressierung erforderlich; diese findet einzig beim Verbindungsaufbau statt. (0.5P)	☐	☐
iv) Fällt beim Circuit Switching eine Vermittlungsstelle aus, so bricht die Verbindung ab und ein neuer Circuit muss aufgebaut werden. (0.5P)	☐	☐
v) Beim Packet Switching ist Quality of Service schwierig, da es zu Congestion kommen kann. (0.5P)	☐	☐
vi) Circuit Switching braucht Congestion Control, da Router-Ressourcen geteilt werden. (0.5P)	☐	☐

Aufgabe 3: Protokolle (5 Punkte)

Man schaltet seinen Rechner zum allerersten Mal ein. Es sind absolut keine zwischengespeicherten (gecachten) Informationen vorhanden. Man ruft das erste Mal die Internetseite www.ieee.org/index.html auf.

Welche Netzwerkprotokolle, die in der Vorlesung genannt wurden, sind bei diesem Vorgang auf jeden Fall beteiligt? Beschreibe für jedes Protokoll, seine Aufgabe im Verlauf. (5P)

Aufgabe 4: SMTP Protokoll: Client-Server (2 Punkte)



Betty sendet eine Mail an Adam. Wer ist was? (2P)

	Client	Server	Beide	Keine
Adam	☐	☐	☐	☐
mail.com	☐	☐	☐	☐
me.com	☐	☐	☐	☐
Betty	☐	☐	☐	☐

Aufgabe 5: DNS (6 Punkte)

Gegeben ist folgender DNS Trace:

Von → An	Anfrage	Typ	Antwort / Ziel
Client → local DNS	ieeexplore.ieee.org	A	–
local DNS → a.root-servers.net	ieeexplore.ieee.org	A	–
a.root-servers.net → local DNS	org.	NS	a0.org.afiliast-nst.info
local DNS → a.root-servers.net	a0.org.afiliast-nst.info	A	–
a.root-servers.net → local DNS	a0.org.afiliast-nst.info	A	199.249.112.1
local DNS → a0.org.afiliast-nst.info	ieee.org	NS	–
a0.org.afiliast-nst.info → local DNS	ieee.org	NS	ns3.ieee.org
a0.org.afiliast-nst.info → local DNS	ns3.ieee.org	A	142.152.63.12
local DNS → ns3.ieee.org	ieeexplore.ieee.org	A	–
ns3.ieee.org → local DNS	ieeexplore.ieee.org	A	18.64.79.10
local DNS → Client	ieeexplore.ieee.org	A	18.64.79.10

- (a) Erkläre kurz die Hauptaufgabe von DNS. (1P)
- (b) Welchen Domain-Namen will der Client hier auflösen und wie lautet die gefundene IP dazu? (1P)
- (c) Welche DNS-Server werden genau gefragt? Gebe die Funktionsnamen und die Hostnamen an! (2P)
- (d) Ist das im Trace gezeigte Vorgehen iterativ oder rekursiv? (2P)

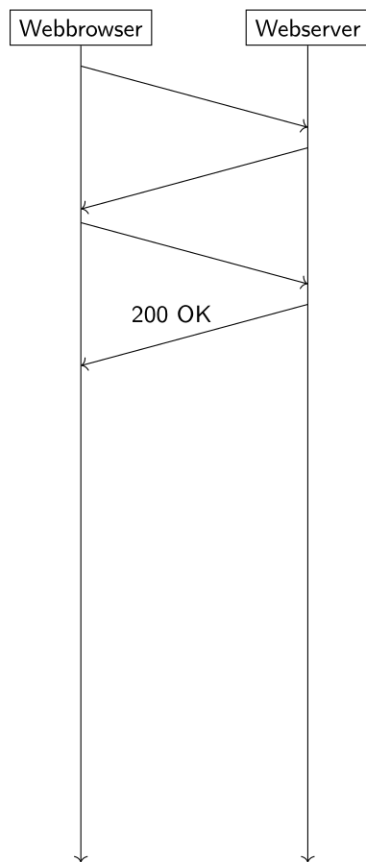
Aufgabe 6: HTTP (4 Punkte)

Gegeben ist eine Website (*index.html*) mit drei eingebetteten Elementen, die ein User im Browser komplett laden und anzeigen will.

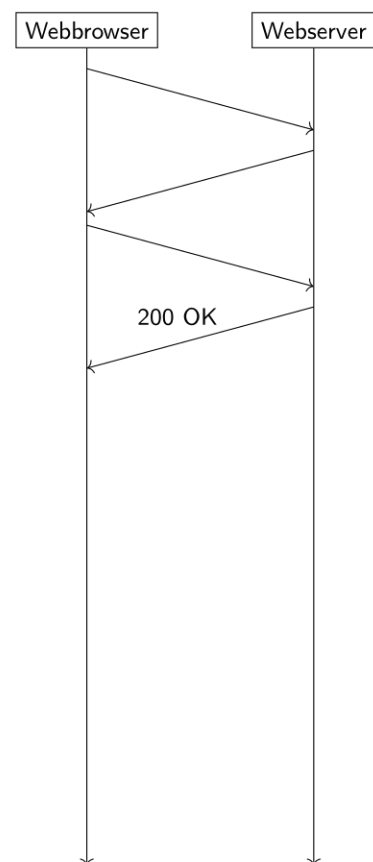
In die vorgegebenen Diagramme, sollen der TCP-Verbindungs Aufbau, die HTTP-Anfragen und -Antworten sowie der Verbindungsabbau eingezeichnet werden. Die Pfeile müssen mit den genutzten HTTP-Request-Methods und Statuscodes beschriftet werden.

Die im Diagramm schon eingezeichneten Pfeile waren nur als Starthilfe gedacht; man musste alle noch benötigten Pfeile und Beschriftungen selbst ergänzen.

Persistentes HTTP

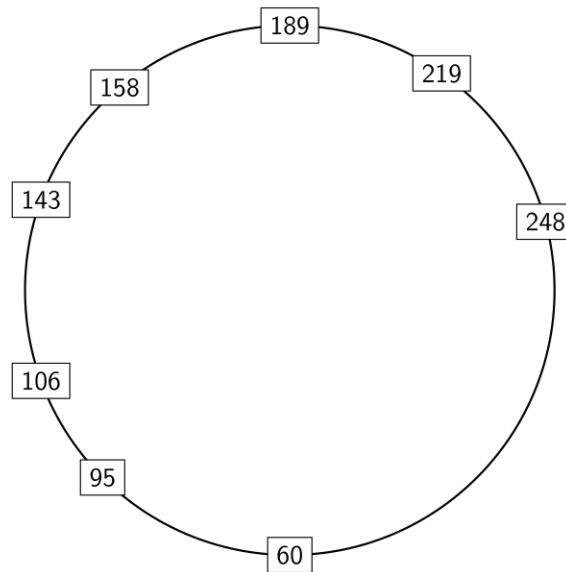


HTTP mit Pipelining



Aufgabe 7: DHT (5 Punkte)

Das gegebene Distributed Hash Table (DHT) benutzt *Chord* als Implementierung. Die Keys haben eine Länge von 8 Bits. Es sind 8 Knoten vorhanden. Die IDs der Knoten sind in der Grafik eingezeichnet.



(a) Für welche Keys ist Knoten 158 verantwortlich? (1P)

(b) Fülle die Fingertable von Knoten 189 aus. (2P)

i	ft[i]
0	
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	

(c) Knoten 189 macht einen Look-up für ID 123. Zeichne diesen in die Abbildung ein. (1P)

(d) Wann sind Fingertables genau so effizient, wie das Suchen ohne Fingertables? (1P)

Aufgabe 8: NTP (3 Punkte)

Man sollte die Uhrzeit des Rechners mit einem Zeitserver synchronisieren. Gegeben waren die folgenden Messwerte (T_1 = Originate Timestamp vom Client, T_2 = Receive Timestamp vom Server, T_3 = Transmit Timestamp vom Server und T_4 = Destination Timestamp vom Client):

$$T_1 = 42$$

$$T_2 = 39$$

$$T_3 = 39.5$$

$$T_4 = 47$$

- (a) Offset ausrechnen und die korrigierten Zeiten T_1 und T_4 für den Client angeben. (2P)
- (b) Die neuen, korrigierten Offsets zwischen T_1 und T_2 sowie zwischen T_3 und T_4 berechnen. (1P)

Aufgabe 9: TCP über drahtlose Links (1 Punkt)

Welches Problem kann auftreten, wenn man eine TCP-Verbindung über einen fehleranfälligen drahtlosen Link betreibt? (1P)

Aufgabe 10: Vergleich von Transportprotokollen (2 Punkte)

	Wahr	Falsch
i) UDP misst vor der Übertragung erst die Bandbreite, damit keine Pakete verloren gehen.	☐	☐
ii) RTP wird genutzt, um zeitkritische Daten (Audio/Video) zu übertragen.	☐	☐
iii) TCP ist zuverlässiger, als UDP.	☐	☐
iv) Für den Download großer Audio-/Videodateien ist UDP besser geeignet als TCP.	☐	☐

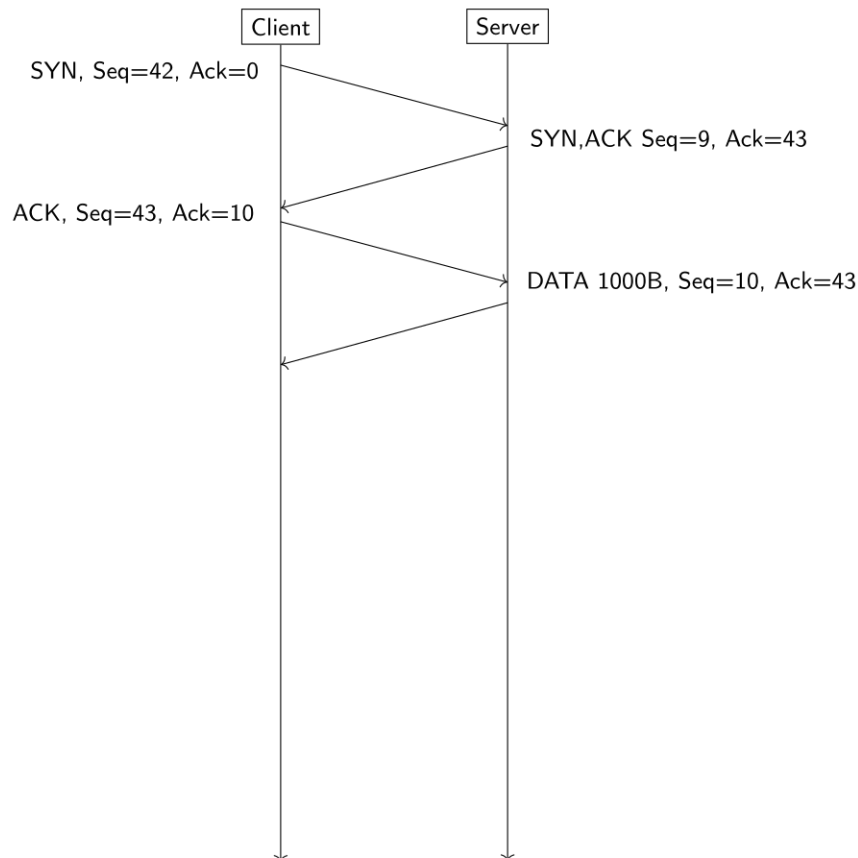
Aufgabe 11: TLS / TCP vs. QUIC (2 Punkte)

	Wahr	Falsch
i) QUIC braucht mindestens 1 RTT für den Aufbau einer Verbindung.	☐	☐
ii) QUIC ist Transport- und Verschlüsselungsprotokoll in einem.	☐	☐
iii) Weil QUIC Handshake und Verschlüsselung in einem Schritt zusammenfasst, bietet es eine niedrigere Latenz als TLS/TCP.	☐	☐
iv) Fehlerkorrektur ist eine Aufgabe der SSL Security Services.	☐	☐

Aufgabe 12: TCP (5 Punkte)

Aufgabe zum Einzeichnen in ein Sequenzdiagramm (TCP Reno): Gefragt war der komplette Ablauf von Verbindungsaufbau, gefolgt von 5000 B Nutzdaten-Übertragung (vom Server zum Client) und dem finalen Verbindungsabbau (ausgehend vom Client). Wir sollten annehmen, dass alles fehlerfrei übertragen wird. Startwerte: Client hat Seq = 42, Server hat Seq = 9. Die MSS lag bei 1000 B. Flusskontrolle wurde vereinfacht weggelassen, also konnte jedes Paket voll mit bis zu 1000 B Nutzdaten gepackt werden. Start-Fenstergröße war 1 MSS.

An jedes einzelne Segment mussten zwingend die korrekten Flags sowie die jeweiligen Sequenz- und ACK-Nummern geschrieben werden.



Aufgabe 13: IP-Subnetze (2 Punkte)

Gebe das kleinste Netzwerk, welches die Host-Adressen 77.189.137.52 und 77.189.138.143 beinhaltet, in CIDR-Notation an.

Aufgabe 14: Berkeley-Sockets (4 Punkte)

Man will einen TCP-Server, mit IPv4-Adresse programmieren, der Verbindungen zu Clients aufbaut. Gebe **alle** dafür benötigten Funktionsaufrufe inklusive der relevanten Parameter in der exakt richtigen Reihenfolge angeben, bis die Verbindung letztendlich steht.