

Tutorübung zur Vorlesung Grundlagen Rechnernetze und Verteilte Systeme Übungsblatt 13 (15. Juli – 19. Juli 2013)

Hinweis: Die mit * gekennzeichneten Teilaufgaben sind ohne Kenntnis der Ergebnisse vorhergehender Teilaufgaben lösbar.

Aufgabe 1 All in a nutshell

In dieser Aufgabe wollen wir noch einmal alles nachvollziehen, was geschieht, wenn Sie auf Ihrem Computer die Webseite `www.google.de` aufrufen. Wir treffen dabei lediglich die Annahme, dass in Ihrem privaten Netz ARP- und DNS-Caches noch leer sind.

Die Netzwerktopologie ist in Abbildung 1 dargestellt. Ihr Router übersetzt bei Bedarf private in öffentliche IP-Adressen sowie Portnummern (NAT). Auf Ihrem Computer sei der Google-DNS-Server mit der IP-Adresse 8.8.8.8 konfiguriert. Sie können annehmen, dass der Google-DNS-Server Ihre Anfrage direkt beantworten wird¹.

Es sollen nun für **jeden Link** – also jeden Abschnitt zwischen jeweils zwei Geräten – einige ausgewählte Felder der Nachrichten notiert werden, die im jeweiligen Schritt über diesen Link versendet werden. Da dies etwas Schreiarbeit ist, kürzen wir MAC-Adressen mit der Bezeichnung `<Gerätename>.<Interface>` wie in Abbildung 1 angegeben ab, z. B. `RA.eth0` stehe für die MAC-Adresse von Interface eth0 and Router RA.

Sie finden in den Abbildungen 2 – 4 vorgedruckte Tabellen. Eine Zeile entspricht dabei einer Nachricht, die über den jeweiligen Link gesendet wird. Die erste Spalte bezeichnet dabei den Link, also z. B. vom PC zum Switch oder vom Switch zum Router. Die übrigen Spalten entsprechen verschiedenen Schichten des ISO/OSI-Modells. Diese sind jeweils in die relevanten Headerfelder der üblicherweise verwendeten Protokolle unterteilt. Je nach Nachricht sind nicht alle Spalten oder Unterzeilen pro Spalte auszufüllen. **Streichen Sie deutlich nicht benötigte Felder.** Ein Beispiel ist bereits in der Tabelle eingetragen.

Einige Header verfügen über ein Protokoll-Feld, in denen das Protokoll der nächsthöheren Schicht angegeben wird. Üblicherweise stehen Zahlencodes für die jeweiligen Protokolle. Es ist **nicht** notwendig, diese Zahlencodes anzugeben. Stattdessen reicht es, das verwendete Protokoll anzugeben, z. B. IP, TCP oder UDP. Bei einigen Header-Feldern gibt es gewisse Freiheiten, z. B. bei Portnummern oder der initialen TTL. Wählen Sie in diesen Fällen **sinnvolle** Werte.

¹Entweder da er ohnehin autoritativ für die Domäne ist oder aber bei Bedarf den FQDN iterativ für Sie auflöst.

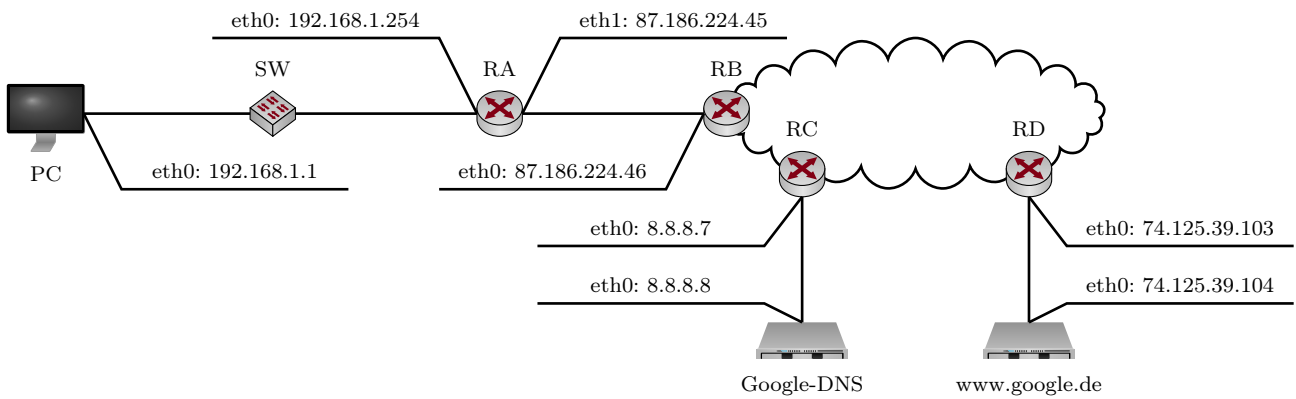


Abbildung 1: Netztopologie zu Aufgabe 2

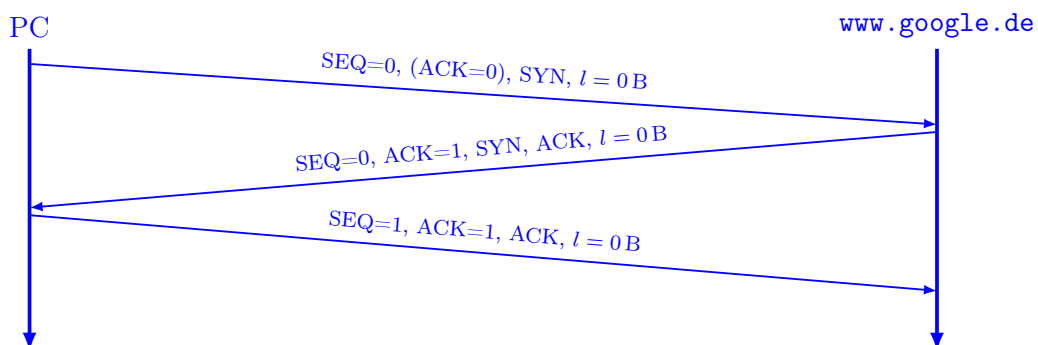
a)* Füllen Sie nun die Vordrucke in den Abbildungen 2 – 4 aus. Brechen Sie **nach dem ersten** an **www.google.de** übermittelten Paket ab. **Hinweise:**

- Der Well-Known Port für DNS ist UDP 53.
- Wir nehmen an, dass sich zwischen Router RB und RC insgesamt 10 weitere Router befinden. Dies ist für die Bestimmung der TTL entscheidend.
- In die Spalte „Schicht 7“ tragen sie einfach das Anwendungsprotokoll, ggf. den Typ der Nachricht (z. B. Request / Reply) sowie stichpunktartig den Inhalt der übermittelten Nachricht ein (z. B. „DNS-Request“ oder „DNS-Response“).

Siehe Abbildungen 2 – 4.

Die vorangegangene Teilaufgabe hat detailliert die Vorgänge bis zum Beginn des TCP-Verbindungsaufbaus dargestellt. Im Folgenden wollen wir uns auf die TCP-Verbindung und Datenübertragung konzentrieren. Aus diesem Grund betrachten wir ab jetzt nur noch die logische Verbindung zwischen dem PC und **www.google.de** in Form eines einfachen Weg-Zeit-Diagramms **ohne** die dazwischenliegenden Knoten. Sie können Serialisierungszeiten vernachlässigen. Gehen Sie außerdem davon aus, dass während der gesamten Übertragung keine Segmentverluste auftreten.

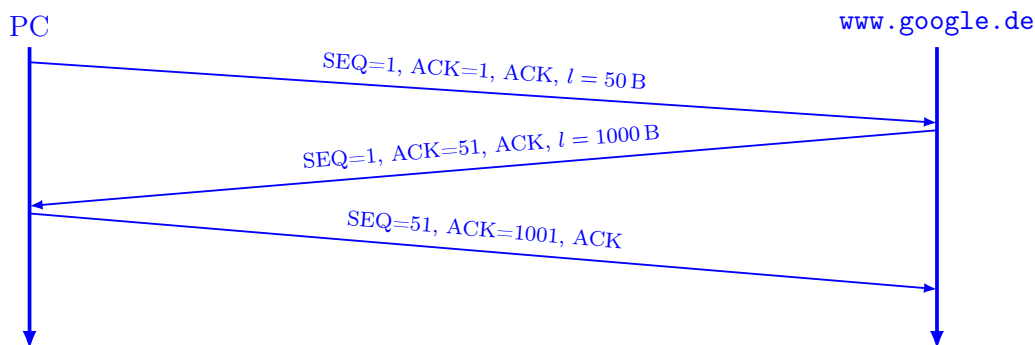
b)* Skizzieren Sie ein Weg-Zeit-Diagramm, welches den TCP-Verbindungsaufbau darstellt. Geben Sie für jedes übermittelte Segment die Sequenznummer, Bestätigungsnummer, die gesetzten Flags sowie die Länge l der transportierten Nutzdaten an.



Die Bestätigungsnummer des ersten Segments hat keinerlei Auswirkung, da das ACK-Flag nicht gesetzt ist (was soll auch beim ersten Segment bestätigt werden?). Die initialen Sequenznummern beider Teilnehmer sind prinzipiell beliebig. Der Übersicht halber lassen wir sie hier bei null starten.

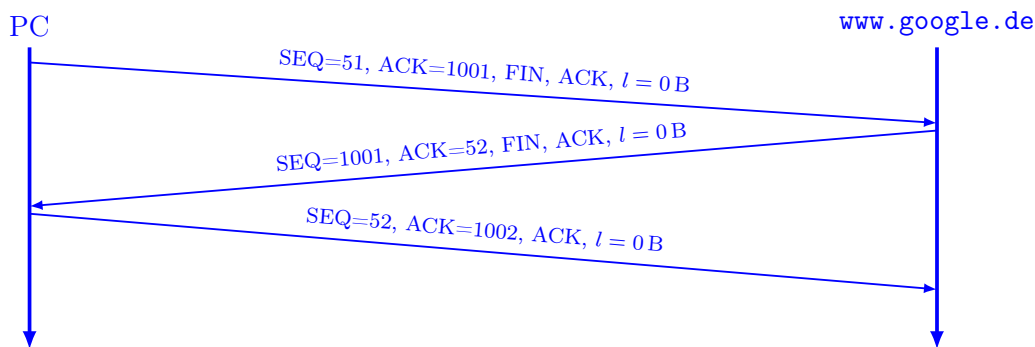
Der PC fordert nun eine die Webseite an, die auf `www.google.de` gehostet wird. Dazu sendet der PC eine `HTTP-GET`-Nachricht, welche eine Nutzdatenlänge von $l_1 = 50$ B habe. Der Webserver wird draufhin die Webseite an den PC senden, welche eine Länge $l_2 = 1000$ B habe. Die ausgehandelte MSS^2 sei größer als l_2 .

c) Skizzieren Sie ein Weg-Zeit-Diagramm, welches die TCP-Verbindungsphase darstellt. Gehen Sie von den in Teilaufgabe b) ausgehandelten Sequenznummern aus. Geben Sie für jedes übermittelte Segment die Sequenznummer, Bestätigungsnummer, die gesetzten Flags sowie die Länge l der im Segment transportieren Nutzdaten an.



Hinweis: Will der PC die Verbindung unmittelbar nach dem Erhalt der Nachricht abbauen, so kann das dritte Segment bereits das `FIN`-Flag gesetzt haben.

d) Skizzieren Sie ein Weg-Zeit-Diagramm, welches den TCP-Verbindungsabbau darstellt. Dieser werde vom PC initiiert. Gehen Sie dabei von den in Teilaufgabe c) ausgehandelten Sequenznummern aus. Geben Sie für jedes übermittelte Segment die Sequenznummer, Bestätigungsnummer, die gesetzten Flags sowie die Länge l der im Segment transportieren Nutzdaten an.



An dieser und den vorherigen beiden Teilaufgaben ist noch einmal zu sehen, dass TCP einzelne Bytes, nicht aber Segmente bestätigt. Segmente, welche ein `SYN` oder `FIN` Flag gesetzt haben, werden dabei wie Segmente mit genau 1 B Nutzdaten behandelt.

²Die MSS (Maximum Segment Size) gibt die maximale Größe eines Segments an. Sie bezieht sich dabei lediglich auf die Nutzdaten. Bestätigungen beispielsweise sind Segmente der Länge null, welche lediglich aus einem TCP-Header bestehen.

Link		Schicht 2				Schicht 3				Schicht 4				Schicht 7					
From	PC	Src	PC.eth0			Src				Src									
		Dst	ff:ff:ff:ff:ff:ff			Dst				Dst									
To	SW	Prot	ARP			Prot				Prot									
		Op	Request			TTL				ACK									
From	SW	Src	PC.eth0			Src				Src									
		Dst	ff:ff:ff:ff:ff:ff			Dst				Dst									
To	RA	Prot	ARP			Prot				Prot									
		Op	Request			TTL				ACK									
From	RA	Src	RA.eth0			Src				Src									
		Dst	PC.eth0			Dst				Dst									
To	SW	Prot	ARP			Prot				Prot									
		Op	Reply			TTL				ACK									
From	SW	Src	RA.eth0			Src				Src									
		Dst	PC.eth0			Dst				Dst									
To	PC	Prot	ARP			Prot				Prot									
		Op	Reply			TTL				ACK									
From	PC	Src	PC.eth0			Src	192.168.1.1			Src	51827								
		Dst	RA.eth0			Dst	8.8.8.8			Dst	53								
To	SW	Prot	IP			Prot	UDP			Prot									
						TTL	64			ACK									

Abbildung 2: Vordruck zu Aufgabe 1

Link		Schicht 2				Schicht 3				Schicht 4				Schicht 7			
From	SW	Src	PC.eth0	Src	192.168.1.1	Src	51827	Src	DNS Request	Who is www.google.de?	51827	53	Flags	SEQ	ACK		
		Dst	RA.eth0	Dst	8.8.8.8	Dst	53										
To	RA	Prot	IP	Prot	UDP	Prot	SEQ	Prot	ACK	Who is www.google.de?	38218	53	Flags	SEQ	ACK		
				TTL	64	TTL	63										
From	RA	Src	RA.eth1	Src	87.186.224.45	Src	38218	Src	DNS Request	Who is www.google.de?	38218	53	Flags	SEQ	ACK		
		Dst	RB.eth0	Dst	8.8.8.8	Dst	53										
To	RB	Prot	IP	Prot	UDP	Prot	SEQ	Prot	ACK	Who is www.google.de?	38218	53	Flags	SEQ	ACK		
				TTL	63	TTL	51										
From	RC	Src	RC.eth0	Src	87.186.224.45	Src	38218	Src	DNS Request	Who is www.google.de?	38218	53	Flags	SEQ	ACK		
		Dst	DNS.eth0	Dst	8.8.8.8	Dst	53										
To	Google DNS	Prot	IP	Prot	UDP	Prot	SEQ	Prot	ACK	Who is www.google.de?	38218	53	Flags	SEQ	ACK		
				TTL	51	TTL	51										
From	Google DNS	Src	DNS.eth0	Src	8.8.8.8	Src	53	Src	DNS Reply	www.google.de is 74.125.39.104!	53	38218	Flags	SEQ	ACK		
		Dst	RC.eth0	Dst	87.186.224.45	Dst	38218										
To	RC	Prot	IP	Prot	UDP	Prot	SEQ	Prot	ACK	www.google.de is 74.125.39.104!	53	38218	Flags	SEQ	ACK		
				TTL	64	TTL	64										
From	RB	Src	RB.eth0	Src	8.8.8.8	Src	53	Src	DNS Reply	www.google.de is 74.125.39.104!	53	38218	Flags	SEQ	ACK		
		Dst	RA.eth1	Dst	87.186.224.45	Dst	38218										
To	RA	Prot	IP	Prot	UDP	Prot	SEQ	Prot	ACK	www.google.de is 74.125.39.104!	53	38218	Flags	SEQ	ACK		
				TTL	52	TTL	52										

Abbildung 3: Vordruck zu Aufgabe 1

Link		Schicht 2				Schicht 3				Schicht 4				Schicht 7			
From	RA	Src	RA.eth0	Src	8.8.8.8	Src	53	Src	DNS Reply								
		Dst	PC.eth0	Dst	192.168.1.1	Dst	51827	Dst	www.google.de is								
To	SW	Prot	IP	Prot	UDP	Flags		Flags	74.125.39.104!								
				TTL	51	SEQ		SEQ									
From	SW	Src	RA.eth0	Src	8.8.8.8	Src	53	Src	DNS Reply								
		Dst	PC.eth0	Dst	192.168.1.1	Dst	51827	Dst	www.google.de is								
To	PC	Prot	IP	Prot	UDP	Flags		Flags	74.125.39.104!								
				TTL	51	SEQ		SEQ									
From	PC	Src	PC.eth0	Src	192.168.1.1	Src	58392	Src									
		Dst	RA.eth0	Dst	74.125.39.104	Dst	80	Dst									
To	SW	Prot	IP	Prot	TCP	Flags	SYN	Flags									
				TTL	64	SEQ	0	SEQ	0								
From		Src		Src		Src		Src									
		Dst		Dst		Dst		Dst									
To		Prot		Prot		Flags		Flags									
				TTL		SEQ		SEQ									
From		Src		Src		Src		Src									
		Dst		Dst		Dst		Dst									
To		Prot		Prot		Flags		Flags									
				TTL		SEQ		SEQ									

Abbildung 4: Vordruck zu Aufgabe 1