

Rechnernetze: Übungen zur Vermittlungsschicht

4.1	Übungsaufgabe: IP-Pakete in Wireshark.....	2
4.2	Übungsaufgabe: IP-Adressen nachschlagen.....	2
4.3	Übungsaufgabe: IP-Prüfsumme.....	2
4.4	Übungsaufgabe: Fragmentierung	3
4.5	Übungsaufgabe: IP-Adressen (klassisch)	3
4.6	Übungsaufgabe: IP-Adressen und Subnetze der Hochschule Trier	4
4.7	Übungsaufgabe: IP-Adressen & CIDR	4
4.8	Übungsaufgabe: Classless Inter-Domain Routing (CIDR)	4
4.9	Übungsaufgabe: <code>ifconfig</code>	5
4.10	Übungsaufgabe: <code>ping</code>	5
4.11	Übungsaufgabe: ICMP in Wireshark.....	5
4.12	Übungsaufgabe: Zusammenspiel ARP und IP	5
4.13	Übungsaufgabe: <code>arp</code> -Befehl.....	6
4.14	Übungsaufgabe: ARP in Wireshark.....	6
4.15	Übungsaufgabe: DHCP in Wireshark.....	6
4.16	Übungsaufgabe: Anzahl IPv6-Adressen.....	6
4.17	Übungsaufgabe: IPv6 in Wireshark.....	6
4.18	Übungsaufgabe: <code>route print</code>	6
4.19	Übungsaufgabe: <code>tracert</code>	6
4.20	Übungsaufgabe: Routing über Flooding.....	7
4.21	Übungsaufgabe: Dijkstra & Dijkstromania	8
4.22	Übungsaufgabe: Link State Routing (1)	9
4.23	Übungsaufgabe: Link State Routing (2)	10
4.24	Übungsaufgabe: Entfernungsvektor-Routing (1)	10
4.25	Übungsaufgabe: Entfernungsvektor-Routing (2)	11
4.26	Übungsaufgabe: Split Horizon.....	12

4.1 Übungsaufgabe: IP-Pakete in Wireshark

Erzeugen Sie geeigneten IP-Traffic und analysieren Sie die IP-Pakete, insbesondere die Header in Wireshark. Beantworten Sie die Fragen per Text und Wireshark-Screenshots. Markieren Sie die relevanten Stellen der Screenshots.

- Definieren Sie einen Filter, der nur die Pakete anzeigt, bei denen Ihre IP-Adresse Absender oder Empfänger ist.
- Welches Paket hat die kleinste IHL?
- Wie finden Sie heraus, welche Pakete Optionen verwenden?
- Welches Paket hat die größte Total Length?
- Was ist der größte, was der kleinste Wert für TTL?
- Zeigen Sie private, öffentliche, Broadcast und Multicast-Adressen.

4.2 Übungsaufgabe: IP-Adressen nachschlagen

Auf wen sind die IP-Adressen

- 143.93.249.12
- 1.2.3.4
- 222.222.222.222

registriert? Wie gehen Sie vor? Welche Seite liefert die Antwort?

4.3 Übungsaufgabe: IP-Prüfsumme

- Zeigen Sie, dass folgender IP-Header eine korrekte Prüfsumme hat:
4500 039f ead8 4000 3f06 c2d1 8f5d 366f 8f5d 3585
(Angaben in hexadezimaler Schreibweise).
- Der nächste Router empfängt das IP-Paket mit dem obigen Header. Zeigen Sie, dass der Router eine korrekte Prüfsumme berechnet.
- Ein Router vermindert die TTL um 1. Was ist die neue Prüfsumme?

4.4 Übungsaufgabe: Fragmentierung

Host A ist mit dem Router R1, R1 mit einem Router R2 und R2 mit dem Host B.

A === R1 === R2 === B

Eine TCP-Nachricht mit 900 Byte Daten und 20 Byte TCP-Header wird an die IP-Implementierung auf Host A zur Übertragung über die Router R1 und R2 an Host B übergeben. Es wird der Standard-IP-Header mit 20 Byte Größe (also ohne Optionen) verwendet.

- Der Link A-R1 unterstützt eine maximale Rahmengröße von 1.024 Byte inkl. 14 Byte Headers.
 - Der Link R1-R2 unterstützt eine maximale Rahmengröße von 512 Byte inkl. 12 Byte Header.
 - Der Link R2-B unterstützt eine maximale Rahmengröße von 308 Byte inkl. 8 Byte Header.
- a) Geben Sie in einer Tabelle folgende Werte an:
- Betrachteter Link (z.B. A-R1)
 - Länge des Sicherungsschicht-Header
 - Länge des IP-Headers
 - Länge des TCP-Headers
 - max. Länge der TCP-Daten
 - max. Rahmenlänge
- b) Führen Sie die notwendigen Fragmentierungen durch. Geben Sie dazu für jede Teilstrecke die benötigten IP-Pakete und die folgenden Felder des IP-Headers an:
- Total Length
 - Identification
 - DF
 - MF
 - Fragment Offset
 - Anzahl der Bytes in der IP-Payload.

4.5 Übungsaufgabe: IP-Adressen (klassisch)

Ein Netz mit der IP-Adresse 201.29.38.0 soll unter Verwendung der Subnetzmaske 255.255.255.240 in Subnetze unterteilt werden.

- a) Um welche Adress-Klasse handelt es sich (A, B oder C)?
- b) Wie lauten die IP-Adresse und Subnetzmaske in Binärschreibweise?
- c) In wie viele Subnetze kann das Netz mit dieser Subnetzmaske unterteilt werden? Wie viele Hosts sind in jedem Subnetz?
- d) Gegeben sind die IP-Adressen 201.29.38.20, 201.29.38.30, 201.29.38.100 und 201.29.38.200. Bestimmen Sie für jede IP-Adresse das entsprechende Subnetz, zu dem die IP-Adresse gehört. Welche weiteren Host-IP-Adressen gehören jeweils zu diesem Subnetz?
- e) Überprüfen Sie die Berechnungen mit einem geeigneten Subnet-Calculator, wie z.B. <http://www.subnetmask.info/>

4.6 Übungsaufgabe: IP-Adressen und Subnetze der Hochschule Trier

Das IP-Netzwerk der Hochschule Trier verwendet die IP-Adressen 143.93.32.0 bis 143.93.63.255.

- Geben Sie zunächst die beiden begrenzenden IP-Adressen in binärer Schreibweise an.
- Welche CIDR-Netzmaske gehört zum Hochschule-Netzwerk?
- Sie wollen das Netzwerk auf acht Fachbereiche aufteilen. Welche Subnetzmaske verwenden Sie?
- Der Fachbereich Informatik ist der siebte / vorletzte Fachbereich. Welche IP-Adressen kann er für seine Hosts verwenden?

4.7 Übungsaufgabe: IP-Adressen & CIDR

- Sie wollen ein Netz mit 5.000 Rechnern an das Internet anschließen. Welche IP-Adressklasse (ohne CIDR) benötigen Sie? Wie viel Prozent der zugeteilten Adressen nutzen Sie?
- Die 5.000 Rechner werden gleichmäßig auf 50 Abteilungen verteilt. Setzen Sie eine Subnetz-Maske unter der Annahme, dass die Anzahl der Abteilungen in der Zukunft nicht mehr signifikant anwachsen wird. Die Anzahl der Rechner pro Abteilung ist jedoch schwer für die Zukunft abzuschätzen. Man erwartet einen Zuwachs und möchte möglichst flexibel sein. Wie viele Rechner passen maximal in die von Ihnen definierten Subnetze?
- Ihr Antrag auf eine volle Klassen-Adresse wurde abgelehnt. Stattdessen sollen klassenlose CIDR-Adressen vergeben werden. Um Kosten zu sparen, geben Sie die Subnetz-Struktur der Abteilungen auf. Wie lautet die passende CIDR-Netzmaske? Geben Sie ein Beispiel für einen gültigen Adress-Bereich an.

4.8 Übungsaufgabe: Classless Inter-Domain Routing (CIDR)

- Gegeben Sei folgende Routing-Tabelle:

Eintrag	Adresse / Subnetzmaske	Nächster Router
1.	201.1.80.0 / 20	R1
2.	201.1.84.0 / 22	R2
3.	201.1.81.0 / 24	R3
4.	201.1.86.0 / 24	R4
5.	192.0.0.0 / 2	R5
6.	0.0.0.0 / 0	R6

Beschreiben Sie jeweils, wie der obige Router vorgeht, wenn er nach CIDR routet und ein IP-Paket an die folgenden Adressen erhält:

A1 = 201.1.85.1

A2 = 201.1.86.2

A3 = 201.1.89.3

A4 = 201.1.81.247

A5 = 199.3.80.4

A6 = 191.1.32.17

Welche Einträge der Wegewahltabelle „passen“? Welcher nächste Router wird jeweils gewählt?

Hinweis: Gehen Sie bei der Lösung dieser Aufgabe davon aus, dass der Eintrag mit der längsten passenden Subnetzmaske verwendet wird; ansonsten wird wie bei herkömmlichen Subnetzen geroutet.

- b) Beim CIDR können sich Netze „überlagern“. Was sind die Vorteile dieses Vorgehens?

4.9 Übungsaufgabe: `ifconfig`

Verwenden Sie den Befehl `ifconfig` (für Linux, unter Windows lautet der Befehl `ipconfig`) auf einem mit dem Internet verbundenen Host. Erklären Sie den Output.

4.10 Übungsaufgabe: `ping`

- Benutzen Sie das Kommando „ping“, um zu sehen, ob ein anderer Rechner antwortet.
- Welche weiteren Optionen besitzt das Kommando „ping“? Betrachten Sie insbesondere `-t` („unendlich“), `-l size` (Größe des Pakets), `-f` (Setzen des Flags „Don't Fragment“), `-i ttl` (Setzen des TTLWerts) und `-s count` (Aufzeichnen des Wegs und des Zeitstempels für count Router).
- Welches Protokoll verwendet das Kommando "ping"?

4.11 Übungsaufgabe: ICMP in Wireshark

Erzeugen Sie ICMP-Traffic und analysieren Sie die erzeugten Pakete in Wireshark. Zeigen Sie den verwendeten ICMP Type.

4.12 Übungsaufgabe: Zusammenspiel ARP und IP

Gegeben sei folgende Netzkonfiguration mit Angabe der IP-Adressen in lateinischen Buchstaben und Angabe der MAC-Adressen in griechischen Buchstaben. Geben Sie die für die Adressauflösung relevanten Felder der ausgetauschten Ethernet-Rahmen, ARP-Rahmen und die versendeten IP-Pakete in einem Nachrichtenflussdiagramm an, wenn der Rechner mit der IP-Adresse A ein IP-Paket an den Rechner mit der IP-Adresse D sendet und eine „IP-Antwort“ von D an A gesendet wird.

Anmerkungen:

- Die ARP-Caches aller beteiligten Rechner sind zu Beginn leer.
- Alle Rechner kennen die IP-Adresse ihres Standardgateways.
- A und D befinden sich in unterschiedlichen Subnetzen.
- Die Routing-Tabelle im Router ist passend gefüllt.



4.13 Übungsaufgabe: arp-Befehl

Führen Sie den Befehl `arp -a` auf Ihrem Rechner aus und interpretieren Sie die Ausgabe.

Sie betrachten das Abschneiden der Eintracht online unter www.kicker.de. Taucht die MAC-Adresse des Kicker-Servers in Ihrer ARP-Tabelle auf? Warum?

Verwenden Sie weitere Optionen von `arp` wie `-d` und `-s`.

4.14 Übungsaufgabe: ARP in Wireshark

Erzeugen und beobachten Sie ARP-Traffic und analysieren Sie die ARP-Pakete, insbesondere die Header in Wireshark.

4.15 Übungsaufgabe: DHCP in Wireshark

Analysieren Sie das zur Verfügung gestellte Wireshark-Capture und beantworten Sie dann folgende Fragen:

- Woran erkennen Sie den Unterschied zwischen einem DHCP Offer und einem DHCP ACK im Header?
- Für welche Zeit wird die IP-Adresse vergeben?
- Wird ein DHCP Relay Agent verwendet?

Beantworten Sie die Fragen per Text und Wireshark-Screenshots. Markieren Sie die relevanten Stellen der Screenshots.

4.16 Übungsaufgabe: Anzahl IPv6-Adressen

Wie viele IPv6 Adressen könnten Sie ungefähr jedem Quadratmillimeter der Erdoberfläche zuordnen? Geben Sie die Berechnung an.

4.17 Übungsaufgabe: IPv6 in Wireshark

Analysieren Sie das zur Verfügung gestellte Wireshark-Capture. Zeigen Sie,

- welche Werte im „Next Header“-Feld auftreten.
- wie lang die verwendeten Adressen sind und welche Werte diese annehmen.
- auf wen die verwendeten IPv6-Adressen registriert sind.
- wie lang die maximale „Payload Length“ ist.

Beantworten Sie die Fragen per Text und Wireshark-Screenshots. Markieren Sie die relevanten Stellen der Screenshots.

4.18 Übungsaufgabe: route print

Verwenden Sie den Befehl `route print` (für Windows 7, unter anderen Betriebssystemen lautet der Befehl ähnlich) auf einem mit dem Internet verbundenen Host. Erklären Sie den Output.

4.19 Übungsaufgabe: tracert

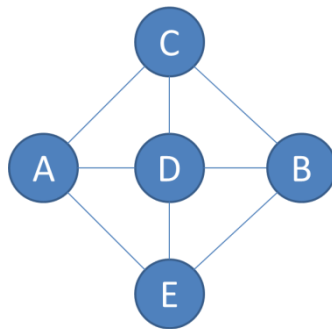
- Verwenden Sie den Befehl `tracert` (steht für „trace route“ unter Windows 7, unter anderen Betriebssystemen ist der Befehl ähnlich) auf einem mit dem Internet verbundenen Host. Erklären Sie den Output.

- b) Wie funktioniert das Kommando „tracert“?
- c) Welche weiteren Optionen besitzt das Kommando „tracert“? Betrachten Sie insbesondere –d und –h.
- d) Seiten wie <http://www.yougetsignal.com/tools/visual-tracert> oder <http://www.dnstools.ch/visual-traceroute.html> stellen das Ergebnis auch visuell auf einer Landkarte dar. Visualisieren Sie die Anfrage aus Aufgabenteil a).

4.20 Übungsaufgabe: Routing über Flooding

Gegeben sei das folgende Netzwerk. Knoten A will ein Paket an Knoten B übertragen. Das Routing wird über Flooding durchgeführt.

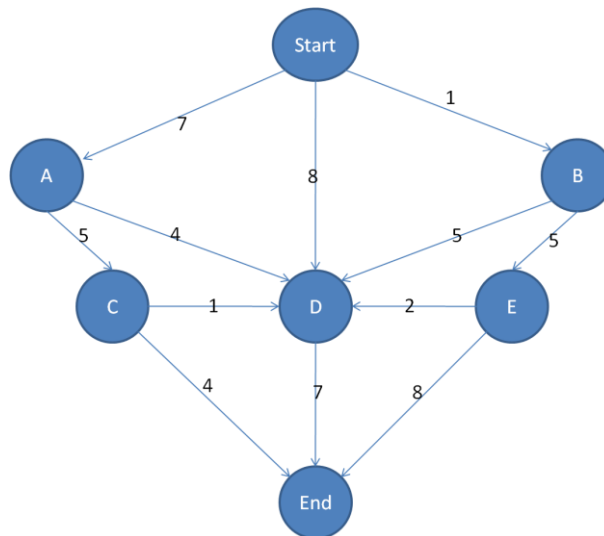
- Zeigen Sie, wie sich das Paket im Netzwerk ausbreitet.
- Warum erreicht das Paket beim Flooding sein Ziel immer auf dem kürzesten Weg?
- Wie viele „überflüssige“ Pakete werden insgesamt bei einer initialen Time-To-Live der Pakete von 2, 3 und 4 versendet?
- Wie könnte man das Verfahren verbessern?



4.21 Übungsaufgabe: Dijkstra & Dijkstromania

Geben sei der folgende Graph. Die Zahlen auf den Kanten geben die Entfernung zwischen den Knoten an.

- Gesucht ist der kürzeste Pfad vom Knoten „Start“ zum Knoten „Ziel“. Wenden Sie dazu den Algorithmus von Dijkstra an. Erklären Sie alle Schritte des Algorithmus ausführlich.
- Erstellen Sie die Routingtabelle für Knoten „Start“ bestehend aus den Spalten „Ziel“, „Kosten“, „NextHop“.
- Verwenden Sie das Programm Dijkstromania (<http://sourceforge.net/projects/dijkstromania>), um den Aufgabeteil b) zu lösen.
- Machen Sie in der Abbildung aus allen unidirektionalen Kanten bidirektionale Kanten. Wiederholen Sie Aufgabenteil a).



4.22 Übungsaufgabe: Link State Routing (1)

Knoten A misst folgende Kosten zu seinen Nachbarknoten: Kosten(A, B)=5, Kosten(A, C)=1, Kosten (A, D)=3. A erhält die folgenden Link-State-Pakete von den anderen Knoten B, C und D aus seinem Netzwerk.

B	
A	4
D	2

C	
B	3
D	1

D	
A	3
B	1
C	2

- Vervollständigen Sie den Graphen mit sämtlichen Kanten und Kosten.
- Verwenden Sie den Algorithmus von Dijkstra, um den kürzesten Pfad von A zu allen anderen Knoten zu finden, indem Sie die vorgegebene Tabelle ausfüllen.
- Geben Sie für den Knoten A die komplette Wegewahltabelle an.

Graph:

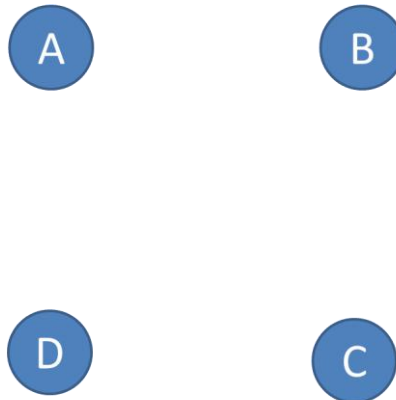


Tabelle für Dijkstra: „(x)“ kennzeichnet den aktuellen „x“ einen bereits besuchten Knoten.

Ziel-Knoten	Schritt 1			Schritt 2			Schritt 3			Schritt 4		
	Vor-gänger	Kosten	Schon besucht?	Vor-gänger	Kosten	Schon besucht?	Vor-gänger	Kosten	Schon besucht?	Vor-gänger	Kosten	Schon besucht?
A												
B												
C												
D												

Wegewahltabelle von A:

Destination	Kosten	Next Hop
A		
B		
C		
D		

4.23 Übungsaufgabe: Link State Routing (2)

Knoten B erhält die folgenden Link State Pakete von den anderen Knoten aus seinem Netzwerk. Zusätzlich misst B Kosten in Höhe von 1 zu A und 4 zu E.

A	
B	1
C	4
D	1

C	
A	4
D	1
E	3

D	
A	1
C	1
E	1

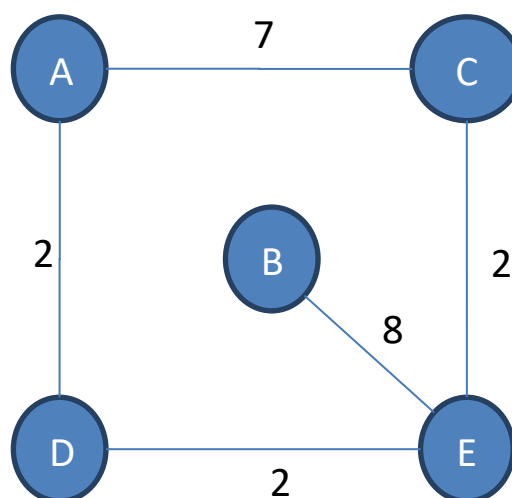
E	
B	4
C	3
D	1

- Zeichnen Sie den Graphen mit sämtlichen Knoten, Kanten und Kosten.
- Geben Sie für den Knoten B die komplette Wegewahltable mit den Spalten (*Destination*, *Kosten*, *NextHop*) an.

4.24 Übungsaufgabe: Entfernungsvektor-Routing (1)

Gegeben sei das unten dargestellte Netzwerk. Erstellen Sie die Routing-Tabellen unter Verwendung des Entfernungsvektor-Routings für die angegebenen Knoten und die angegebenen Updates. Die folgenden Schritte bauen jeweils aufeinander auf. Geben Sie jeweils auch die gesendeten Updates an:

- Schritt 1: Erstellen Sie die Routing-Tabelle für alle Knoten, wenn die Knoten anfangs nur die Kosten zu ihren Nachbarn kennen.
- Schritt 2: Erstellen Sie die Routing-Tabelle für alle Knoten, wenn jeder Knoten die Information, über die er nach Vollendung von Schritt 1 verfügt, seinen Nachbarn meldet.
- Schritt 3: Wiederholen Sie Schritt 2 ein weiteres Mal.
- Schritt 4: Angenommen, die Verbindung C-E fällt aus. Wie sehen die versendeten Updates und die daraus resultierenden Tabellen aus?
- Schritt 5: Angenommen, es kommt eine neue Verbindung A-B mit den Kosten 1 dazu, wie sieht die Tabelle von A und E aus, nachdem B die neue Verbindung gemeldet hat?



4.25 Übungsaufgabe: Entfernungsvektor-Routing (2)

Gegeben sei das unten dargestellte Netzwerk. Die Routing-Tabelle des Knotens A ist zunächst leer, dann erhält A folgende Updates seiner Nachbar-Knoten.

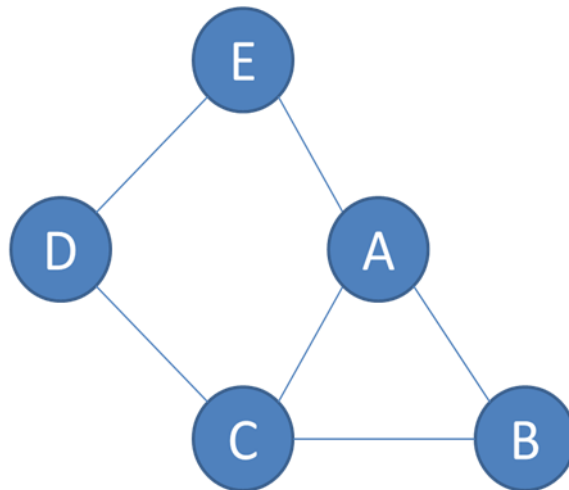
Von B:	Knoten	Entfernung	Von C:	Knoten	Entfernung	Von E:	Knoten	Entfernung
	A	2		A	7		A	2
	B	0		B	1		B	4
	C	1		C	0		C	9
	D	3		D	2		D	10
	E	4		E	9		E	0

Füllen Sie die unten angegebene Routing-Tabelle für den Knoten A unter der Annahme, dass $\text{Entfernung}(A,B) = 2$, $\text{Entfernung}(A,C) = 7$ und $\text{Entfernung}(A,E) = 2$.

Routing-Tabelle für A:

Netzwerk:

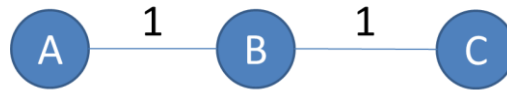
	Entfernung	Next Hop / nächster Knoten
A		
B		
C		
D		
E		



Begründen und berechnen Sie, wie Sie in der Routing-Tabelle die Entfernung von A zu D und den nächsten Knoten auf dem Weg von A zu D ermittelt haben.

4.26 Übungsaufgabe: Split Horizon

- a) Zeigen Sie im folgenden Netzwerk durch Angabe der Routing-Tabellen und Updates, dass das Count-to-Infinity Problem bei Ausfall von A unter Verwendung von Split Horizon nicht mehr auftritt.



- b) Zeigen Sie für das folgende Netzwerk, dass trotz Split Horizon beim Ausfall von E das Count-to-Infinity Problem immer noch besteht. Geben Sie dazu passende Updates, deren Reihenfolge und die Einträge der Routing-Tabellen bzgl. E an.

