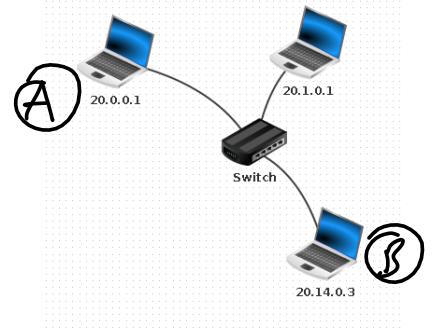
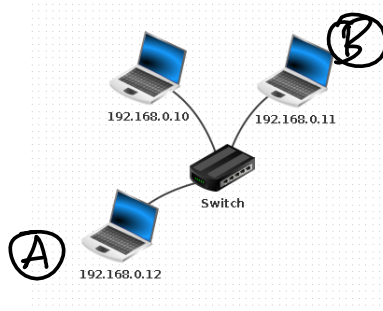


Aktuelle Herausforderung: Wie kommt ein Paket von A nach B?



Hierarchien von IP-Adressen

Dieselbe Idee wie bei Hierarchien von Telefonnr.:

0049 / 38828 - 24433

Länderpräfix

Städtepräfix

Alle Telefonnr. mit Präfix („Vorwahl“) 0049 gehören zu Dtl.
Alle Telefonnr. mit Präfix („Vorwahl“) 0049 / 38828 gehören zu Schönberg

Ein Präfix fasst also immer eine ganze Menge von Telefonnr. zusammen. Man spricht auch von einem Adressbereich. Je länger der Präfix (z.B. ist „0049 / 38828“ ein längerer Präfix als „0049“), desto spezifischer und kleiner ist dieser Adressbereich.

Dasselbe ist nun bei IP-Adressen der Fall. Wie groß die Adressbereiche sind (also wie kurz die Präfixe sind), ist dabei variabel und kann man als Netzwerkadministrator(in) (zu einem Teil mit-)festlegen.

Für unser Beispiel wird der folgende Präfix festgelegt: 192.168.0.X

„Vorwahl“

Das X soll andeuten, dass der Präfix nur die ersten 3 Zahlen umfasst; die 4. Zahl ist variabel und kann somit eindeutig an die Rechner verteilt werden.

Es wird dafür nun auch folgende Schreibweise verwendet:

Man sagt, dass ein Netz den Präfix **192.168.0.0 / 24** hat

Woher kommt jetzt die 24? Sie steht für die Präfixlänge, also die Anzahl an Bits, die ein Präfix lang ist. Wir wissen, dass in Binärschreibweise der oben angegebene Präfix wie folgt übersetzt wird:

11000000 010101000 00000000 00000000

Präfixlänge 24
„Vorwahl“

8 verbleibende Bits
für die konkreten IP-Adressen

Da diese 8 Bits variabel sind, füllt man sie einfach mit 0en auf, wenn man allgemein von dem Netz (also dem Präfix) spricht.

Man notiert die Präfixlänge eines Rechners, der sich in dem oben beschriebenen Netz befindet, direkt neben seine IP-Adresse:

192.168.0.12 / 24

konkrete IP-Adresse

← Bsp. für Rechner A

Wie lang ist die „Vorwahl“ der Präfix?

Ein anderes Bsp.: Auch die folgenden Rechner sollen sich im selben Netz befinden. Das bedeutet, ihre IP-Adressen müssen alle denselben Präfix besitzen.

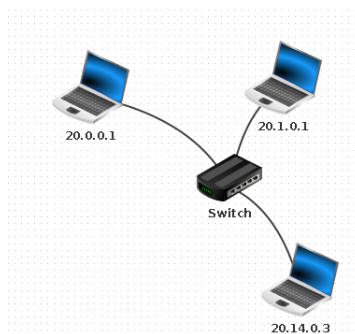
Man könnte nun als Netzwerkadministrator(in) sich z.B. dafür entscheiden, den Präfix

20.0.0.0 / 8

zu verwenden.

Die ersten 8 Bits, also 00010100, wären also der gemeinsame Präfix. Passt das? Ja:

00010100 00000000 00000000 00000001 = 20.0.0.1
00010100 00000001 00000000 00000001 = 20.1.0.1
00010100 00001110 00000000 00000011 = 20.14.0.3



Hätte man auch einen anderen gemeinsamen Präfix wählen können? Ja:

00010100 00000000 00000000 00000001 = 20.0.0.1
00010100 00000001 00000000 00000001 = 20.1.0.1
00010100 00001110 00000000 00000011 = 20.14.0.3

Auch der Präfix 00010100000000 (12 Bits) wäre also möglich. Ein gemeinsamer Präfix der Länge 13 wäre nicht mehr möglich.

Eine kleine technische Sache noch: Netzmasken

Historisch hat es sich so entwickelt, dass statt der Präfixlänge, z.B. „24“ oder „8“, eine sogenannte Netzmaske notiert wird. Diese Notation ist etwas umständlich, aber zugleich extrem simpel:

/ 24

11111111 11111111 11111111 00000000 = 255.255.255.0

/ 8

wird zu

11111111 00000000 00000000 00000000 = 255.0.0.0

/ 12

11111111 11110000 00000000 00000000 = 255.240.0.0

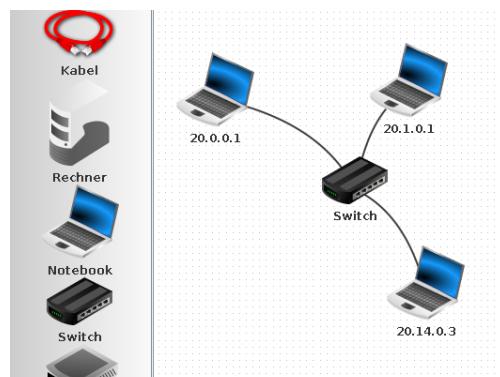
12 Einsen

den Rest mit Nullen auf-füllen

genannt „Netzmaske“

Jetzt zurück zu Filius:

Für jeden Rechner müssen 2 Einstellungen konfiguriert werden:

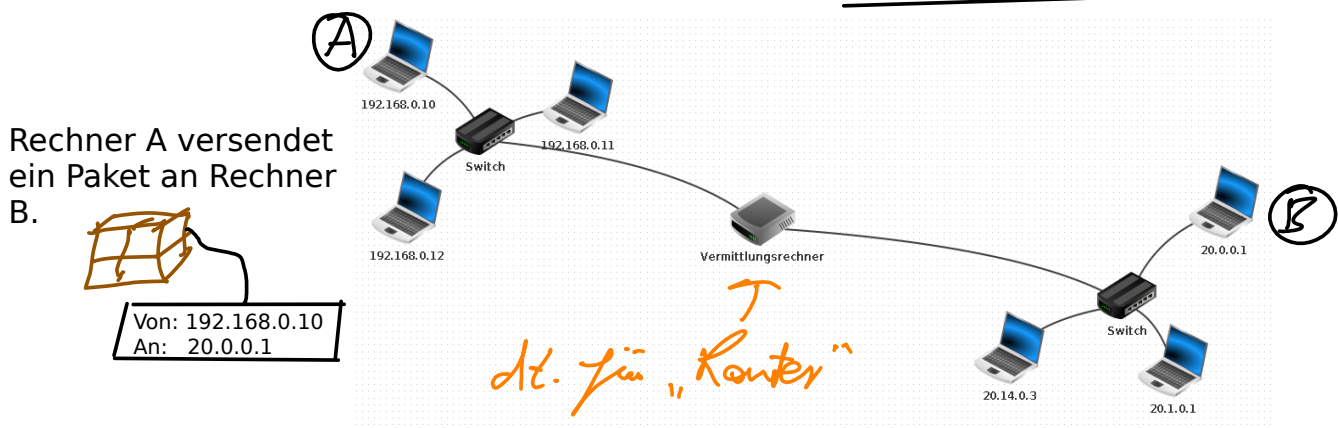


- 1) IP-Adresse
- 2) Netzmaske

Name	20.0.0.1	<input checked="" type="checkbox"/> IP-Adresse als Name verwenden
MAC-Adresse	85:68:B0:78:3C:04	<input type="checkbox"/> DHCP zur Konfiguration verwenden
IP-Adresse	20.0.0.1	<input type="button" value="DHCP-Server einrichten"/>
Netzmaske	255.240.0.0	
Gateway		
Domain Name Server		

Anschließend kann der Befehl „ping 20.1.0.1“ vom Rechner 20.14.0.3 abgesetzt werden, und ihr könnt in der Simulation beobachten, wie die Pakete hin und her fliegen. Falls die Netzmaske jedoch z.B. 255.255.255.0 lautet, so gibt es ein Problem, weil sich aus Sicht des Senders der Empfänger nicht im selben Netz befindet.

Neue Herausforderung:
Pakete zwischen verschiedenen Netzen verschicken



Wenn ein Rechner nun ein Paket „in seinen Händen hält“, dann fragt er sich Folgendes:

Bin ich selber der Empfänger? - falls ja: Ziel erreicht. Falls nein, stellt er sich diese Folgefrage:

„Befindet sich der Empfänger im selben Netz wie ich selber?“

<=> Ist der Präfix meines Netzes ein Präfix der Empfänger-Adresse?

äquivalente Fragestellung

(der gesamte Präfix, also seine volle Länge, muss hier betrachtet werden)

Falls ja:

Direkte Zustellung via Switch (der Empfänger ist ein direkter Nachbar)

Falls nein:

Weiterleitung an den Gateway, falls dieser angegeben ist. Falls keiner angegeben ist, „Zieladresse nicht erreichbar“-Fehler ausgeben.

Was ist nun mit „Gateway“ gemeint?

Es handelt sich um das „Tor“ nach draußen - raus aus dem Netz. Gemeint ist ein Router, welcher eine Außenverbindung hat und somit zuständig ist für alle Pakete, die lokal nicht zugestellt werden können.

Was ist ein Router?

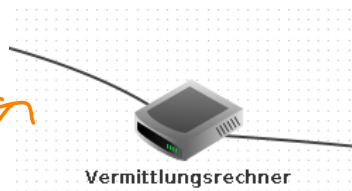
Ein Router...

1) kann in mehreren Netzen enthalten sein (statt nur in einem, wie ein gewöhnlicher Rechner)

2) kann zwischen diesen Netzen Pakete weiterleiten

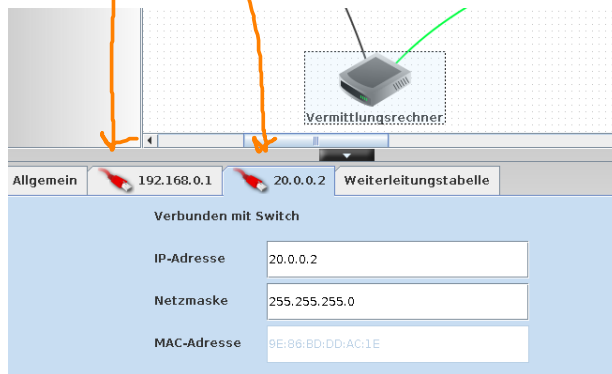
2) kann zwischen diesen Netzen Pakete weiterleiten.
Für unser Bsp.:

Netz
192.168.0.0/24



Netz 20.0.0.0/12

Um in einem Netz enthalten zu sein, benötigt er eine IP-Adresse. Das macht dann also zwei IP-Adressen, z.B. 192.168.0.1 / 24 und 20.0.0.2 / 12



Es ist üblich, direkt die Präfixlänge mit an die IP-Adresse zu schreiben - somit weiß man direkt, in welchem Netz sich diese IP-Adresse befindet.

Konfiguration erfolgt analog zu der eines gewöhnlichen Rechners - nur gibt es hier zwei Anschlüsse statt nur einem.

Der Router ist das Gateway

Hiermit ist nun der Router in beide Netze integriert. Was noch fehlt, ist, dass ein Rechner (z.B. A: 192.168.0.10) weiß, dass dieser Router als Gateway fungiert. Dies müssen wir im Rechner noch konfigurieren:

Hier
Gateway
eintragen →

Name	192.168.0.10
MAC-Adresse	47:0B:6B:46:7F:89
IP-Adresse	192.168.0.10
Netzmaske	255.255.255.0
Gateway	192.168.0.1
Domain Name Server	

Was passiert nun bei einem Befehl „ping 20.0.0.1“ von 192.168.0.10 aus?

```
> ping 20.0.0.1
PING 20.0.0.1 (20.0.0.1)
From 20.0.0.1 (20.0.0.1): icmp_seq=1 -- Timeout!
From 20.0.0.1 (20.0.0.1): icmp_seq=2 -- Timeout!
From 20.0.0.1 (20.0.0.1): icmp_seq=3 -- Timeout!
--- 20.0.0.1 Paketstatistik ---
3 Paket(e) gesendet, 0 Paket(e) empfangen, 100% Paketverlust
```

Wichtig: „weiterleiten“ bedeutet, dass das Paket nicht verändert wird. Wie bei der Deutschen Post: Der Brief wird nicht manipuliert, auch wenn er von Briefzentrum zu Briefzentrum weitergeleitet wird.

Das Paket wird zunächst an das Gateway weitergeleitet (Grund: 20.0.0.1 befindet sich nicht im eigenen Netz 192.168.0.0 / 24). Das Gateway ist aber der Router. Dieser erhält das Paket und stellt dieselben Überlegungen an: Ist der Empfänger direkt in einem meiner Netze zu finden? Antwort diesmal: Ja! Schließlich ist der Router im Netz 20.0.0.0 / 12 und der

zu finden. Also funktioniert das mal. ja. Schmeissen ist der Router im Netz 20.0.0.0 / 12, und der Empfänger ebenso. Also erfolgt die direkte Zustellung von Nachbar zu Nachbar.

Das Ping hat damit funktioniert. Warum aber wird ein „Timeout“ angezeigt? Das Pong funktioniert noch nicht. Auch hierfür muss zunächst das Gateway konfiguriert werden, komplett symmetrisch wie beim linken Netz!

Anschließend funktioniert das komplette Ping/Pong:

```
/> ping 20.0.0.1
PING 20.0.0.1 (20.0.0.1): icmp_seq=1 ttl=63 time=818ms
From 20.0.0.1 (20.0.0.1): icmp_seq=2 ttl=63 time=408ms
From 20.0.0.1 (20.0.0.1): icmp_seq=3 ttl=63 time=407ms
From 20.0.0.1 (20.0.0.1): icmp_seq=4 ttl=63 time=408ms
--- 20.0.0.1 Paketstatistik ---
4 Paket(e) gesendet, 4 Paket(e) empfangen, 0% Paketverlust
/>
```

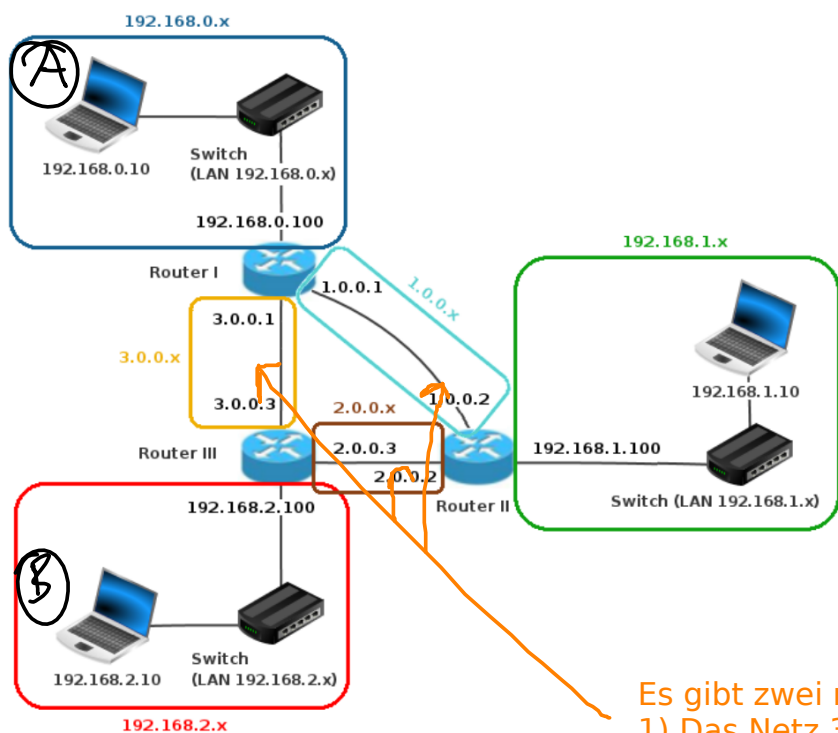
Neue Herausforderung: Pakete über mehrere
Netze hinweg verschicken

Die folgende Abbildung verdeutlicht, was wir erreichen wollen: Das folgende Paket



Von: 192.168.0.10
An: 192.168.2.10

... soll von A nach B verschickt werden.



Folgende Punkte sind wichtig zu verstehen:

- Es gibt hier 6 Netze
(beachte, dass auch die Netze, die nur aus zwei Routern bestehen, ganz normal als Netze verstanden werden)
- Der Netzpräfix ist hier in der Notation 192.168.0.x angegeben anstatt 192.168.0.0 / 24 - die Bedeutung ist natürlich dieselbe.

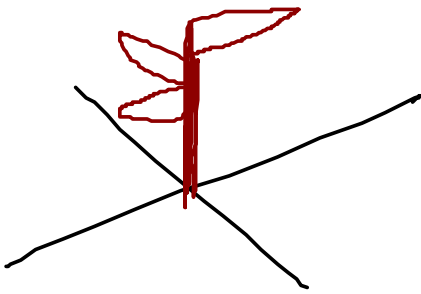
Es gibt zwei mögliche Wege:

- 1) Das Netz 3.0.0.0/24 wird durchquert
- 2) Die beiden Netze 1.0.0.0/24 und 2.0.0.0/24 werden durchquert

Was passiert? Router 1 erhält das Paket, da er als Gateway des Rechners 192.168.0.10 konfiguriert ist. Er kann das Paket jedoch nicht direkt zustellen, da er lediglich Teil der Netze 192.168.0.0/24, 3.0.0.0/24, 1.0.0.0/24 ist, nicht aber 192.168.2.0/24.

Er schaut nun in der sogenannten Routingtabelle/Weiterleitungstabelle nach. Man kann sich diese Tabelle wie einen Wegweiser vorstellen:

sich diese Tabelle wie einen Wegweiser vorstellen:



Jeder Pfeil

- ist mit einem Ziel beschriftet
- hat eine Richtung (welche Straße muss genommen werden, um dem Ziel näher zu kommen?)

(hier: Ziel-Netz, also z.B. 192.168.2.0/24)

(hier: Welcher Router-Anschluss?)

Zusätzlich hier:

- Adresse des nächsten Wegweisers, wenn man die angegebene Richtung einschlägt

(hier: Gateway = Adresse des nächsten Routers)

Zusammengefasst werden diese 3 Informationen hier eingetragen:

Tipp: Am Anfang deaktivieren

Ziel	Netzmaske	Nächstes Gateway	Über Schnittstelle
192.168.1.0	255.255.255.0	1.0.0.2	1.0.0.1
192.168.2.0	255.255.255.0	3.0.0.3	3.0.0.1

Zielnetz

Adresse
des
nächsten
Routers

"Welcher
Anschluss?"

Für jeden Anschluss besitzt der Router ja genau eine IP-Adresse. Diese beschreibt also den Anschluss/Schnittstelle und wird hier eingetragen.

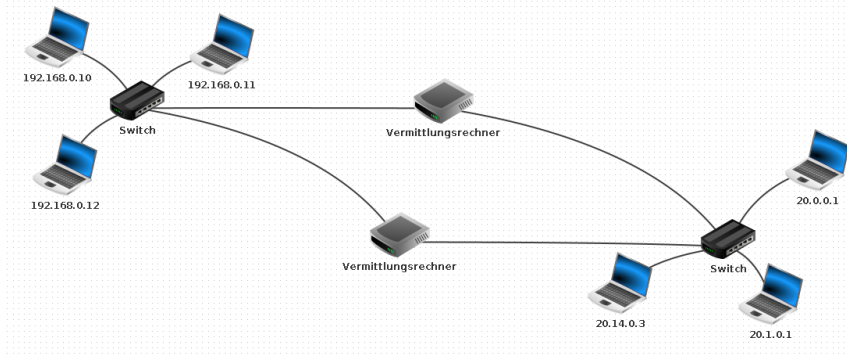
Aufgabe:

- 1) Baue das ganz oben auf dieser Seite beschriebene Netz nach. Stelle sicher, dass alle Rechner miteinander kommunizieren können. Anschließend:

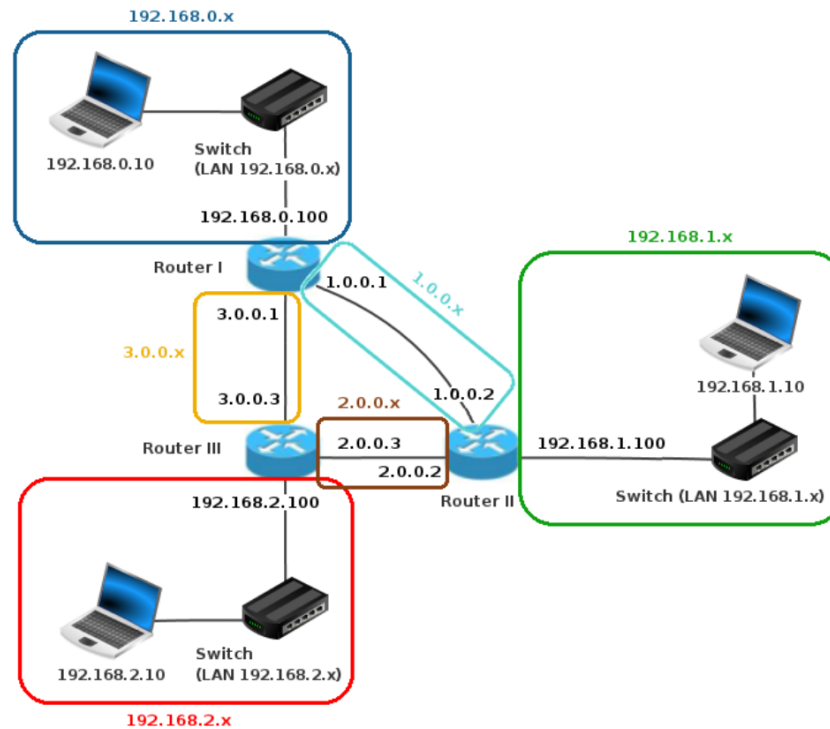
Um die hohe Auslastung des Routers zu verteilen, wird ein weiterer Router hinzugefügt (s.a. Abbildung). Es wird folgende Konfiguration gewählt:

- die Kommunikation von links nach rechts soll über den unteren Router laufen
- die Kommunikation von rechts nach links soll über den oberen Router laufen

- die Kommunikation von rechts nach links soll über den oberen Router laufen
 Konfiguriere die beiden Router entsprechend und prüfe das Ergebnis anhand eines „ping 20.0.1“ vom Rechner 192.168.0.10 aus - das Ping-Pong sollte im Kreis laufen!



2) Baue das folgende Netz nach. Stelle sicher, dass alle Rechner miteinander kommunizieren können.



Hilfreich ist auch die folgende Seite (sowie die vorhergehenden/nachfolgenden Seiten):

https://www.inf-schule.de/kommunikation/netze/module/filius/vernetzungrechnernetze/erkundung_mehrerenetze