

Internet – Aufbau und Routing / Routingtabellen

Pakete verschicken – per Post und Internet

Egal, ob wir eine Webseite aufrufen, eine E-Mail verschicken oder über das Internet telefonieren – alles wird in kleinen Paketen verschickt. In einem Paket können ein paar Sekunden eines Telefons, eine E-Mail oder auch eine Webseite stecken. Der Versand von Paketen über das Internet funktioniert ähnlich, wie der Versand von Paketen oder Briefen per Post: Ihr braucht einen Inhalt für den Brief, einen Umschlag, sowie Absender und Empfänger.



Bei einem Internetpaket sind die Daten, bspw. die E-Mail-Nachricht, der Inhalt des Pakets. Den Umschlag nennt man Paketrahmen, er umschließt die Daten. Der Paketrahmen besteht aus einem Header am Anfang, der vor allem die Absender- und Empfängeradresse enthält, und einer Prüfsumme am Ende – quasi wie Vorder- und Rückseite eines Briefumschlags. Der Header kann wie bei einem Brief neben dem Absender und dem Empfänger auch weitere Informationen enthalten, bspw. Informationen zu wichtigen Paketen, vergleichbar mit Einschreiben oder Eilpost.

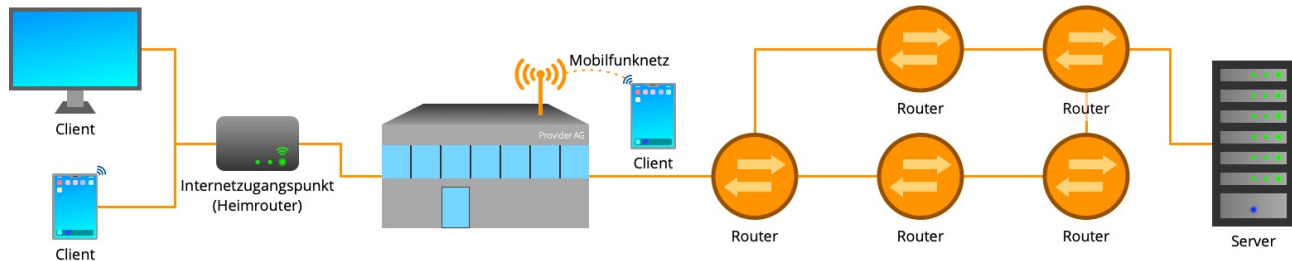
Vergleichen wir doch mal den Versand eines Pakets an die TU Dresden per Post und per Internet:

Post		Internet	
Absenderadresse	Empfängeradresse	Quelladresse	Zieladresse
Maxi Muster Musterstraße 1 D-12345 Musterhausen	Technische Universität Dresden Fakultät Informatik Professur Rechnernetze D-01062 Dresden	12.34.56.78	141.76.42.120
Inhalt verpacken, Absender und Empfänger auf das Paket schreiben		Computer erzeugt Paket mit Inhalt; die Verpackung (sog. Header) enthält die Adressen.	
Abgabe des Pakets in der Postfiliale		Computer schickt das Paket an den <i>Heiminternetrouter</i>	
Weiterleitung an Paketverteilzentrum 12 – PLZ 12345		Weiterleitung an den <i>Provider</i>	
Verteilzentrum überprüft die Empfängeradresse, jedoch nur das Land und die Postleitzahl. Nach „D-01“ wurde keine Übereinstimmung mit dem eigenen Postverteilzentrum „D-12“ gefunden. Das Paket muss also weitergeleitet werden.		Der Provider-Router prüft die Zieladresse und findet in seiner eigenen <i>Routingtable</i> einen Eintrag für den Bereich 141.76.0.0 bis 141.76.255.255. Zuständig dafür ist der Router der Technischen Universität Dresden. Das Paket muss also weitergeleitet werden.	
Weitertransport per LKW zum Paketverteilzentrum D-01		Weitertransport per Kabel zum nächsten Router, dem „Hauptrouter“ der TU Dresden: 141.76.1.1	
Prüfung der Zieladresse: D-01062 ist Postleitzahl der TU.			
Paket wird weitergeleitet an Zentrale Poststelle der TU.			
Weiterleitung per Hauspost an: Fakultät Informatik Professur Rechnernetze		Der „Hauptrouter“ der TU Dresden hat einen Eintrag für den Bereich 141.76.40.0 – 141.76.42.255. Dafür zuständig ist der Router der Professur Rechnernetze der Fakultät Informatik	
Brief wird im Sekretariat hinterlegt		Weiterleitung an Zielrechner innerhalb der Professur	

Es fällt auf, dass in beiden Fällen, sowohl im Paketverteilzentrum als auch im Router, ein Verzeichnis benötigt wird, welches für eine Zieladresse eine entsprechende Weiterleitungsinformation enthält. Im Router ist das die Routingtabelle.

Was macht eigentlich ein Router?

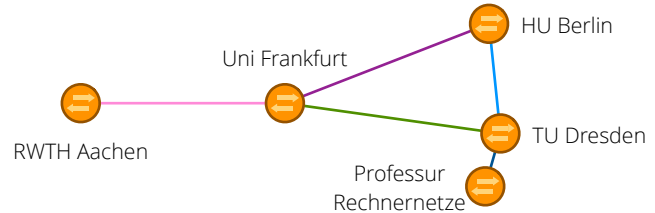
Im Internet sind nicht alle Geräte (Computer, Handys, u.s.w.) direkt miteinander verbunden. Stattdessen gibt es viele kleinere und größere Netzwerke, bspw. bei euch zuhause, in der Schule aber auch bei den Internetanbietern. Router haben die Aufgabe diese Netzwerke miteinander zu verbinden und die Nachrichten zwischen den Netzwerken richtig weiterzuleiten.



Die Netzwerke haben in der Regel unterschiedliche Netzadressen, bspw. 141.76.0.0/16, welche einen Bereich von Internetadressen (genauer IP-Adressen) umfassen, hier: 141.76.0.0 – 141.76.255.255. Ein Paket hat immer eine Zieladresse. Mit Hilfe dieser Zieladresse und den Netzadressen bzw. Bereichen kann der Router entscheiden, wo er ein Paket hinschicken muss, damit es irgendwann am Ziel ankommt. Diese Informationen stehen in der *Routingtabelle*.

Aufbau der Routingtabelle

Wie sieht so eine Routingtabelle aus? *Skizziere den Aufbau einer Routingtabelle für eine Router, indem du überlegst, was der Router mit einem ankommenden Paket machen muss! Welche Informationen müssen in der Tabelle gespeichert werden?* Dazu findest du rechts oben ein Bild, welches beispielhaft zeigt, wie die Universitäten in Aachen, Berlin und Frankfurt mit der TU Dresden und der Professur Rechnernetze vernetzt sind.

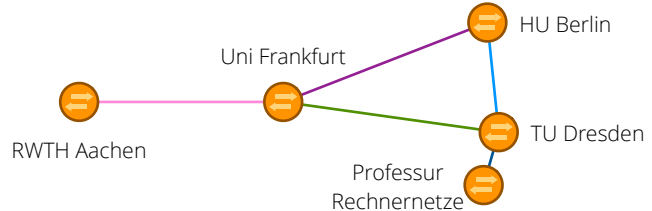


Welche Informationen werden in der Routing-Tabelle benötigt?

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> IP-Adress-Bereich des jeweiligen Ziels | <input type="checkbox"/> Postleitzahl |
| <input type="checkbox"/> IP-Adresse des Absenders | <input type="checkbox"/> Weg zum Ziel (Ausgang am Router) |
| <input type="checkbox"/> IP-Adresse des nächsten Routers | <input type="checkbox"/> Name des Ziels |

Inhalt der Routingtabelle

Die Routingtabelle braucht vor allem den IP-Adress-Bereich des jeweiligen Ziels, den nächsten zuständigen Router, auch Gateway genannt, sowie den Ausgang (die Netzwerkschnittstelle) am aktuellen Router, über den das Paket weiter versendet wird. Die Angabe des Gateways ist vor allem dann wichtig, wenn das Ziel nicht direkt mit dem aktuellen Router verbunden ist. Die RWTH Aachen ist von der Professur Rechnernetze aus gesehen nur über mehrere Gateways erreichbar.



Vervollständige die Routingtabelle des Routers der TU Dresden:

IP-Adress-Bereich	Bis	Router / Gateway	Ausgang
141.76.40.0	141.76.42.255	141.76.40.1	dunkelblau

RWTH Aachen: 137.226.0.0 – 137.226.255.255 Hauptrouter: 137.226.1.1

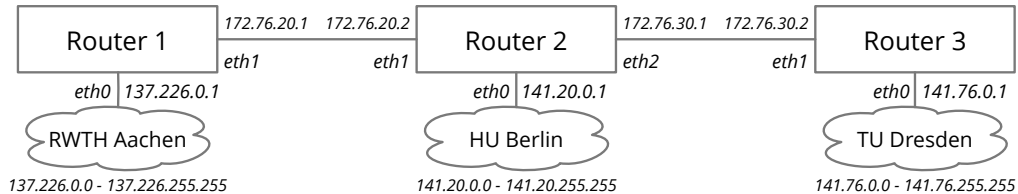
Uni Frankfurt: 141.2.0.0 – 141.2.255.255 Hauptrouter: 141.2.1.1

HU Berlin: 141.20.0.0 – 141.20.255.255 Hauptrouter: 141.20.1.1

Was musst du beachten, wenn die RWTH Aachen nicht direkt mit der TU Dresden verbunden ist?

Routingtabellen in echten Routern

Ein Router kann die Ausgänge natürlich nicht anhand der Farbe der Kabel unterscheiden und oftmals haben diese nicht einmal unterschiedliche Farben. In der Realität sind die Netzwerkschnittstellen mit Namen versehen: *eth0*, *eth1*, ... *eth* steht für *Ethernet*, was in der Regel *kabelgebundenes Netzwerk* bedeutet. Darauf folgt eine fortlaufende Nummer.



Es fällt auf, dass jeder Router nicht nur mindestens zwei Netzwerkschnittstellen hat, sondern auch mehrere IP-Adressen: mindestens eine für jede Schnittstelle.

Routingtabellen in echten Routern

Die nachfolgende Darstellung zeigt die Einträge der Routingtabelle des Routers 3.

IP-Adress-Bereich	Bis	Next Hop (Gateway)	Schnittstelle
172.76.30.0	172.76.30.4	-	eth1
141.76.0.0	141.76.255.255	-	eth0
141.20.0.0	141.20.255.255	172.76.30.1	-
137.226.0.0	137.226.255.255	172.76.30.1	-

Schau dir die Tabelle genau an und überlege dir, warum es in den ersten beiden Zeilen kein Gateway gibt. Woher weiß der Router außerdem, dass Pakete an die RWTH Aachen letztlich über die Schnittstelle *eth1* gesendet werden müssen, obwohl der Eintrag in der entsprechenden Zeile leer ist?

Wenn du diese Überlegungen abgeschlossen hast, erarbeitest du die Routingtabelle für den Router 2 auf der vorherigen Seite. Welche Unterschiede kannst du feststellen? Warum gibt es nicht *eine* Routingtabelle für alle Router dieser Welt?

Lösungen

Welche Informationen werden in der Routing-Tabelle benötigt?
 IP-Adress-Bereich des jeweiligen Ziels, Weg zum Ziel (Ausgang am Router), IP-Adresse des nächsten Routers

Warum gibt es kein Gateway? Der Router ist direkt mit dem Netz verbunden. Jeder Rechner kann über einen einfachen Verteiler (Switch) direkt erreicht werden.

Woher kennt der Router die richtige Schnittstelle? Für die RWTN Adressen gibt es ein Gateway und dieses Gateway ist wiederum über eine Schnittstelle erreichbar. Daher kennt er die Schnittstelle.

Routingtabelle Router 2

IP-Adress-Bereich	Bis	Next Hop (Gateway)	Schnittstelle
137.226.0.0	137.226.252.252	172.76.20.1	-
141.76.0.0	141.76.252.252	172.76.30.2	-
141.20.0.0	141.20.252.252	-	eth0
172.76.20.0	172.76.20.4	-	eth1
172.76.30.0	172.76.30.4	-	eth2