

# Routing

## ITT-Netzwerke

Sebastian Meisel

23. August 2023

## 1 Was ist Routing

**Routing** ist eine Methode *Netzwerkpakete* zwischen verschiedenen *Netzwerken* zu transportieren. Es findet dazu *Routen* also Wege von Netzwerk zu Netzwerk.

## 2 Routing Tabellen

Jeder Computer führt eine **Routingtabelle**. Diese kann man Window mit (veraltet)

```
route PRINT
```

```
=====
```

Schnittstellenliste

```
6...00 15 5d 38 01 10 .....Microsoft Hyper-V Network Adapter
1.....Software Loopback Interface 1
```

```
=====
```

IPv4-Routentabelle

```
=====
```

Aktive Routen:

Netzwerkziel	Netzwerkmaske	Gateway	Schnittstelle	Metrik
0.0.0.0	0.0.0.0	172.27.32.1	172.27.47.254	271
127.0.0.0	255.0.0.0	Auf Verbindung	127.0.0.1	331
127.0.0.1	255.255.255.255	Auf Verbindung	127.0.0.1	331
127.255.255.255	255.255.255.255	Auf Verbindung	127.0.0.1	331
172.27.32.0	255.255.240.0	Auf Verbindung	172.27.47.254	271
172.27.47.254	255.255.255.255	Auf Verbindung	172.27.47.254	271
172.27.47.255	255.255.255.255	Auf Verbindung	172.27.47.254	271
224.0.0.0	240.0.0.0	Auf Verbindung	127.0.0.1	331
224.0.0.0	240.0.0.0	Auf Verbindung	172.27.47.254	271

```

255.255.255.255 255.255.255.255 Auf Verbindung 127.0.0.1 331
255.255.255.255 255.255.255.255 Auf Verbindung 172.27.47.254 271
=====

```

...

oder dem Powershell-Cmdlet

```
Get-NetRoute
```

```

ifIndex DestinationPrefix                               NextHop
-----
6      255.255.255.255/32                               0.0.0.0
1      255.255.255.255/32                               0.0.0.0
6      224.0.0.0/4                                         0.0.0.0
1      224.0.0.0/4                                         0.0.0.0
6      172.27.47.255/32                                  0.0.0.0
6      172.27.47.254/32                                  0.0.0.0
6      172.27.32.0/20                                    0.0.0.0
1      127.255.255.255/32                                0.0.0.0
1      127.0.0.1/32                                       0.0.0.0
1      127.0.0.0/8                                        0.0.0.0
6      0.0.0.0/0                                          172.27.32.1

```

...

abrufen.

Unter Linux mit (veraltet):

```

route
route -6

```

Kernel-IP-Routentabelle

Ziel	Router	Genmask	Flags	Metric	Ref	Use	Iface
default	_gateway	0.0.0.0	UG	600	0	0	wlp1s0
default	sebastian-Tuxed	0.0.0.0	UG	20100	0	0	ens1f1
192.168.0.0	0.0.0.0	255.255.255.0	U	600	0	0	wlp1s0
192.168.24.0	0.0.0.0	255.255.255.0	U	100	0	0	ens1f1

oder mit

```

ip route
ip -6 route

```

```
default via 192.168.0.1 dev wlp1s0 proto dhcp metric 600
default via 192.168.24.1 dev ens1f1 proto static metric 20100
192.168.0.0/24 dev wlp1s0 proto kernel scope link src 192.168.0.10 metric 600
192.168.24.0/24 dev ens1f1 proto kernel scope link src 192.168.24.1 metric 100
```

## 2.1 Defaultroute

(In den Beispielen habe ich jeweils nur die IPv4-Tabellen abgebildet.)

Die Routingtabelle hält fest, über welche Schnittstelle welches Netzwerk zu erreichen ist. Außerdem gibt es immer eine **Default-Route** die anzeigt, an welche Adresse Pakete weitergeleitet werden sollen, die für ein unbekanntes Netzwerk bestimmt sind.

Diese erkennt man am Stichwort `default` (z. B. Linux) oder der Adresse `0.0.0.0/0` (IPv4), bzw. `::/0` (z. B. Windows), die für "beliebige IP-Adresse" steht. Diese Adresse, wird auch als Standard-gateway bezeichnet.

## 2.2 Nexthop / via

Eine Route kann entweder über die *Schnittstelle* definiert werden, über das ein Netzwerk erreichbar ist, oder über die Adresse des **Nexthop**, das heißt des nächsten Rechners (bzw. **Routers**) auf dem Weg zum Zielnetzwerk. In der Routingtabelle wird die diese Adresse oft (z. B. Linux) mit dem Wort *via* gekennzeichnet.

Mit folgenden Befehlen, kann man den Weg eines Netzwerkpakets, über mehrere *Hops* verfolgen:

- Windows (DOS):

```
tracert ibb.com
```

- Windows Powershell

```
Test-NetConnection -TraceRoute ibb.com
```

Linux (veraltet):

```
traceroute ibb.com
```

oder (aktuell):

```
tracepath ibb.com
```

## 3 Router als Netzwerkgeräte

Um mehrere Netzwerke zu verbinden, braucht man einen **Router**, also ein Netzwerkgerät mit mindestens zwei Ports, der eigene Routingtabellen führt, um Netzwerkpakete zwischen den Netzwerken zu transportieren.

Es gibt auch eine Verbindung zwischen Switch und Router. Solche Geräte nennt man **Layer-3-Router**.

### 3.1 statische vs. dynamische Routen

Ein Router erkennt selbstständig welche Netzwerke an seinen Schnittstellen angeschlossen sind. Will man eine Route zu entfernten Netzwerken einrichten, hat man zwei Möglichkeiten:

- statische Routen trägt man selbst in die Routingtabelle ein. Das wird bei komplexen Netzwerken aber schnell mühsam und wäre beim Internet völlig unmöglich.
- dynamisches Routing wird dadurch ermöglicht, dass die Router im Netzwerk sich gegenseitig informieren, welche Netzwerke sie erreichen können. Dafür gibt es verschiedene dynamische Routingprotokolle, z. B.:
- **Routing Information Protocol (RIP)**: nutzt den *Distance-Vector-Algorithmus*, d. h. es sucht den Weg, der das Zielnetzwerk mit den wenigsten *Hops* erreicht.
- **Open Shortest Path First (OSPF)**: Bezieht die Verfügbarkeit und die *Pfadbkosten* (ein Maß für die Geschwindigkeit des gesamten Pfades) bei der Wahl des Weges mit ein (*Link-State*).
- **Intermediate System to Intermediate System Protocol (IS-IS)**: Nutzt den Link-State-Algorithmus, um einen optimalen Pfad zu berechnen.
- **Border Gateway Protocol (BGP)**: Wird vor allem von Internet Providern eingesetzt (*Pfadvektor*).

#### 3.1.1 Routingstrategien

**Distanzvektor** Router kennen nur die Entfernung zu anderen Netzwerken, nicht den gesamten Pfad.

- Misst Entfernung durch Anzahl der Zwischenstationen (Hops).
- Wie ein Auto-Navisystem, das nur die Entfernung kennt.
- Kann manchmal ineffiziente Routen wählen.

**Link-State** Router kennen den gesamten Netzwerkpfad und den Status jeder Verbindung.

- Misst Entfernung durch Anzahl der Zwischenstationen (Hops).
- Wie ein Navi, das den gesamten Straßenverlauf kennt.
- Nutzt einen speziellen Algorithmus für den kürzesten Pfad.

**Pfadvektor** Pfadinformationen werden in der Routing-Tabelle gespeichert, nicht nur die Metrik.

- Verfolgt den gesamten Pfad, den Daten durchlaufen.
- Nutzt diese Informationen, um effiziente Routen zu wählen.
- Kann Datenverkehrsregeln festlegen.
- Verfolgt den gesamten Pfad, den Daten nehmen.