



Netzwerke und Internettechnologien 1





Routing

Netzwerke und Internettechnologien 1



Lernziele



1

Routing



2

NAT



Router

- Router sind Systeme auf der Vermittlungsschicht, die zum Verbinden von Netzwerken auf Grundlage eines Protokolls der Vermittlungsschicht verwendet werden.
- Dieser Prozess wird als Routing bezeichnet und stellt eine primäre IP-Funktion dar.
- Ein Router ermöglichen eine Skalierung des Netzes und eine Verwaltung der Bandbreite durch Segmentierung des Netzwerkdatenverkehrs.
- Ein Router verbindet logisch getrennte Netze.

Typen von Router

- Hardwarerouter:
 - Ein dediziertes Gerät, welches hard- und softwaremäßig die Weiterleitung von Paketen optimiert ist und ausschließlich dem Routing dient.
- Softwarerouter:
 - Geräte, die Routing in der Regel als zusätzlichen Prozess ausführen (z.B. PC mit Server-Software).
- Zusätzlich existieren weitere Typen (Bauformen), wie WLAN- und DSL-Router

Was ist Routing?

- Routing ist die Entscheidung, welchen Weg ein Paket in einem Netzwerk nimmt.
- Der Weg zum Ziel wird dabei anhand von, einem oder mehreren Kriterien (z.B. Metric u./o. Kosten) ermittelt.
- Über die Kriterien lassen sich die Routen sehr genau bestimmen, allerdings erhöht sich mit steigender Anzahl an Kriterien auch die Latenz für das Routing.
- Die Routing-Tabelle stellt dabei die Entscheidungsgrundlage dar.

Routingverfahren

- Statisches Routing
 - Routingtabelle ist fest vorgegeben und wird manuell vom Administrator aktualisiert.
 - Statisches Routing kann nicht selbstständig auf Veränderungen im Netzwerk reagieren.
 - Funktioniert sehr zuverlässig.
- Dynamisches (adaptives) Routing
 - Routingtabelle auf den Routern wird durch Routingprotokolle erstellt und aktualisiert.
 - Routing-Algorithmen können bei Veränderungen im Netzwerk selbstständig neue Routen finden
 - Der administrative Aufwand ist geringer, dafür entsteht zusätzlicher Netzwerkverkehr durch Routinginformationen

Routing-Tabelle

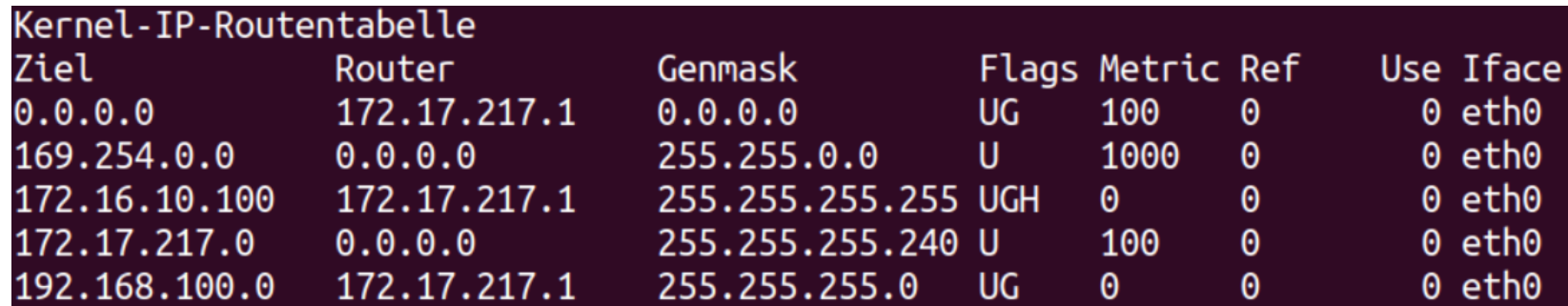
- Besteht aus einer Anzahl von Einträgen, als Routen bezeichnet, die beschreiben, über welchen Router welche Netzwerkkennung erreichbar ist.
- Mit den Informationen in der Routingtabelle kann die optimale Route in einem Netzwerk bestimmt werden.
- Ist nicht nur auf Routern, sondern auch auf anderen Netzwerkgeräten gespeichert.

Routing-Tabelle

- Kann drei Typen von Routingeinträgen enthalten:
- Netzwerkroute
 - Eine Netzwerkroute ist ein Pfad zu einer bestimmten Netzwerkkennung im Netz.
- Hostroute
 - Eine Hostroute ist ein Pfad zu einer Netzwerkadresse (Netzwerkkennung und Knoten-ID).
- Standard- oder Defaultroute
 - Die Standardroute wird verwendet, wenn in der Routingtabelle keine anderen Routen gefunden werden.

Routing-Tabelle

- Stellt eine Liste von Verbindungen dar, welche die nähere Umgebung des Routers beschreibt
- Sie enthält u.U. eine Reihe von Informationen, wie
 - Netzwerkadressen
 - Verbindungskosten
 - Verbindungsarten
- Beispiel aus einem Linux-System



```
Kernel-IP-Routentabelle
Ziel          Router      Genmask      Flags Metric Ref    Use Iface
0.0.0.0       172.17.217.1 0.0.0.0      UG     100    0      0 eth0
169.254.0.0   0.0.0.0      255.255.0.0  U      1000   0      0 eth0
172.16.10.100 172.17.217.1 255.255.255.255 UGH    0      0      0 eth0
172.17.217.0  0.0.0.0      255.255.255.240 U      100    0      0 eth0
192.168.100.0 172.17.217.1 255.255.255.0  UG     0      0      0 eth0
```

Abbildung 1: Routingtabelle (Eigene Darstellung)

Hinweise für die Routing-Konfiguration

- Lokal konfigurierte Netze (Netzwerkschnittstelle, Netzwerkkarte) werden automatisch in die Routingtabelle übernommen.
- Der Router, der in einem Routingeintrag angegeben wird, muss sich im eigenen Subnetz befinden. (Standardgateway kann z.B. nur erreicht werden, wenn es im eigenen Netz ist.)
- Bei der Planung einer Routingstruktur müssen immer beide Richtungen betrachtet bzw. konfiguriert werden.

Dynamisches Routing

- Wird durch Routing-Protokolle realisiert.
- Die Wegewahl ist dynamisch, die Routen werden bei Veränderungen im Netz angepasst.
- Beispiele für Routingprotokolle:
 - **OSPF - Open Shortest Path First**
 - **RIP - Routing Information Protocol**
 - BGP - Border Gateway Protocol
 - EGP - Exterior Gateway Protocol
 - IGP - Interior Gateway Protocol
 - IGRP - Interior Gateway Routing Protocol
 - EIGRP - Enhanced Interior Gateway Routing Protocol

Dynamisches Routing

- Routingprotokolle verwenden unterschiedliche Algorithmen zur Routenanpassung, die häufigsten sind:
- Distance-Vector-Algorithmus (DVA)
 - Die Routing-Informationen werden in periodischen Abständen mit den direkten Nachbar-Routern ausgetauscht. Bei Veränderungen wird die Routing-Tabelle aktualisiert.
- Link-Status-Algorithmus (LSA)
 - Grundlage für die Erstellung der Routing-Tabelle ist die vollständige Topologie eines Bereiches (Area). Verarbeitet Änderungen schneller als der DVA.

RIP - Routing Information Protocol

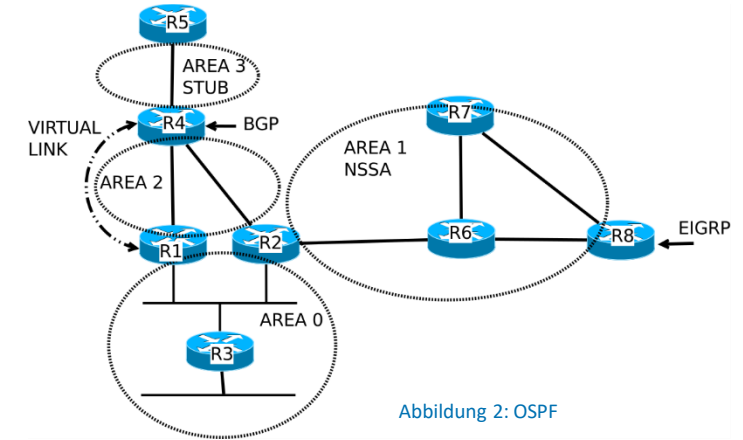
- RIP ist ein Distance-Vector-Routing-Protokoll, da es den DVA verwendet.
- Es ist ein einfaches, aber nicht mehr zeitgemäßes, Routing-Protokoll.
- Grundlage der Routenwahl bei RIP ist die Hop-Anzahl bis zum Zielnetz.
- RIP ist für Netzwerke mit mehr als 15 Zwischenstationen nicht geeignet, da ein Hop-Eintrag von 16 bedeutet, dass dieses Netz nicht erreichbar ist.
- Router senden ihre Routingtabellen (*Advertisement*) regelmäßig (alle 30 Sekunden) an alle direkten Nachbarn.
- RIP ist schlecht skalierbar und weist Konvergenzzeiten für Routenänderungen auf.

RIP - Routing Information Protocol

- RIP gibt es in drei Versionen:
- RIPv1
 - unterstützt kein CIDR.
 - verwendet Broadcast-Kommunikation für die Routenankündigungen.
- RIPv2
 - Unterstützt CIDR.
 - verwendet Multicast-Kommunikation.
 - bietet Authentifizierung für die Router.
- RIPng
 - enthält Erweiterungen für die Verwendung von IPv6.

OSPF - Open Shortest Path First

- OSPF ist ein auf einem hierarchischem Link State-Protokoll beruhendes Routingprotokoll.
- Es unterstützt Authentisierung, TOS-Routing sowie die Bildung von Teilnetzen, den Areas, innerhalb eines autonomen Systems.
- OSPF unterstützt gleichzeitig mehrere Verbindungswege gleicher Kosten zu einem Zielnetz und kann den Datenverkehr über verschiedene Verbindungswege übertragen.
- OSPF zeichnet sich gegenüber RIP durch eine weitaus geringere Konvergenzzeit und eine geringe Belastung des Netzwerkes aus.



NAT - Network Address Translation



NAT - Network Address Translation

- Private IPv4-Adressen können nicht für die Kommunikation im Internet verwendet werden.
- LANs verfügen in der Regel nur über eine öffentliche Adresse, die dem Router zugewiesen ist.
- Auf Routern, welche die lokalen Netze mit dem Internet verbinden, wird darum NAT eingesetzt.
- Mittels NAT können Hosts, die mit privaten IPv4-Adressen konfiguriert sind, über diese eine öffentliche Adresse mit dem Internet kommunizieren.

NAT - Network Address Translation

SNAT – Source Network Address Translation

- Source-NAT ist ein Verfahren, bei dem auf dem NAT-Router die Quell-IP-Adresse eines IP-Pakets durch eine andere ersetzt wird.
- Dabei kann NAT, lediglich eine einzige interne IP-Adresse in eine gültige externe IP-Adresse umwandeln, also eine 1:1 Übersetzung.
- In der Regel sollen aber alle Hosts eines LANs über eine öffentliche Adresse mit dem Internet verbunden werden. Aus diesem Grund wurde NAT durch PAT erweitert.

NAT - Network Address Translation

- PAT (Port and Address Translation)
 - Mit NAT, der reinen Adressumsetzung könnte jeweils nur ein Host aus dem LAN mit dem Internet kommunizieren, da eine Unterscheidung der Antwortpakete nicht möglich wäre. Aus diesem Grund wird zusätzlich PAT verwendet.
 - PAT ist eine Erweiterung von NAT um eine dynamische Portumsetzung.
 - Bei PAT wird Quellport des internen Clients durch einen freien Port des Routers ersetzt. Diese Zuordnung wird in der NAT-Table des Routers gespeichert.

NAT - Network Address Translation

Ablauf:

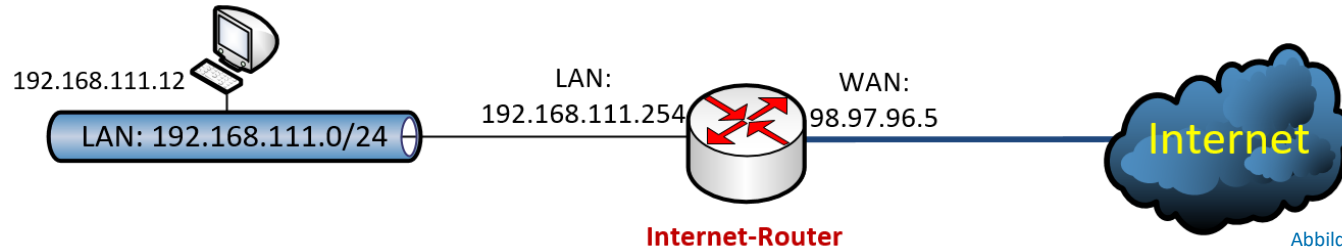


Abbildung 3: NAT (Eigene Darstellung)

- Wird bei einem IP-Paket ein Ziel im Internet adressiert, dann ersetzt der Router die Quell-Adresse im IP-Header durch seine öffentliche IP-Adresse.
- Zugleich wird im Transportprotokoll-Header die Quellport-Nummer ausgetauscht (PAT).
- Der Router führt eine NAT-Tabelle, um die Antwortpakete dem richtigen Sender wieder zuordnen zu können.
- Bei den Antwortpaketen ersetzt der Router Zieladresse und Zielpport anhand der NAT-Tabelle durch die richtigen Werte.

NAT - Network Address Translation

DNAT - Destination Network Address Translation (Port-Forwarding)

- DNAT wird allgemein als Port-Forwarding oder auch Port-Weiterleitung bezeichnet.
- Wenn Dienste im Internet zur Verfügung gestellt werden sollen, verfügen die Server in der Regel nicht über öffentliche Adressen.
- Auf dem Router wird der entsprechende Dienst-Port der internen IP zugeordnet. Damit leitet der Router alle an diesen Port gerichteten Pakete an die interne IP-Adresse weiter.

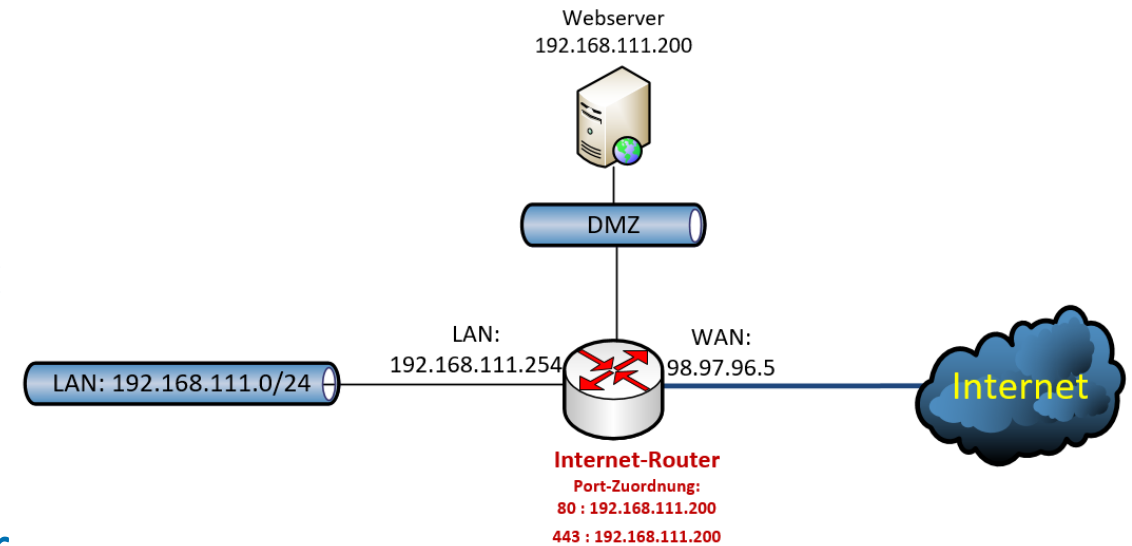


Abbildung 4: DNAT (Eigene Darstellung)

NAT - Network Address Translation

- Vorteile

- NAT trägt zur Erhöhung der Sicherheit bei, da die internen Adresse vor dem Internet verborgen werden. Und die Hosts nicht direkt erreichbar sind.
- Einsparung von IPv4-Adressen, da identische private IP-Adressen in einer Vielzahl von Netzwerken verwendet werden können, ohne dass Kollisionen entstehen.

- Nachteile

- NAT verhindert, dass die Zuordnung „1 Host mit eindeutiger IP-Adresse“ eingehalten wird. Dadurch entstehen Probleme bei Verschlüsselungsverfahren, die auf eindeutige Zuordnung angewiesen sind, wie z.B. IPsec.
- Probleme entstehen auch bei Netzwerkdienste, die Rückkanäle einsetzen, wie VoIP-Protokolle.

Quellen

Buchquelle

Open Shortest Path First – Wikipedia (2021). Online verfügbar unter https://de.wikipedia.org/wiki/Open_Shortest_Path_First#/media/Datei:OSPF_Network.svg, zuletzt aktualisiert am 23.04.2021, zuletzt geprüft am 29.04.2021.

NAT - Network Address Translation (2021). Online verfügbar unter <https://www.elektronik-kompodium.de/sites/net/0812111.htm>, zuletzt aktualisiert am 30.04.2021, zuletzt geprüft am 30.04.2021.

Kersken, Sascha (2017): IT-Handbuch für Fachinformatiker. Der Ausbildungsbegleiter. 8. Auflage, revidierte Ausgabe. Bonn: Rheinwerk Verlag; Rheinwerk Computing.

Schreiner, Rüdiger (2014): Computernetzwerke. Von den Grundlagen zur Funktion und Anwendung. 5., erw. Aufl. München: Hanser.

Abbildungen

2 Open Shortest Path First – Wikipedia (2021). Online verfügbar unter https://de.wikipedia.org/wiki/Open_Shortest_Path_First#/media/Datei:OSPF_Network.svg, zuletzt aktualisiert am 23.04.2021, zuletzt geprüft am 29.04.2021.
Lizenziert unter CC BY-SA 3.0

VIELEN DANK!

