

## Netzwerke verbinden und dokumentieren - Lernziele

- Sie können den Aufbau und Inhalt von Routing- Tabellen erläutern und den Zusammenhang zum Netzwerkschema aufzeigen.
- Sie können die Unterschiede zwischen statischem und dynamischem Routing erklären.
- Sie können die Gründe für die Aufteilung eines Netzwerks in IP-Subnetze darlegen.
- Sie können die Verfahren zur (binären) Berechnung von IP-Subnetzen anwenden.
- Sie können den Aufbau und die Inhalte einer Netzwerkdokumentation beschreiben und anhand eines praktischen Beispiels wiedergeben.

## 6 Router auswählen und konfigurieren

6.1 Grundfunktion, Einsatzgebiete und Modelle

6.2 Typen und Anschlussmöglichkeiten

6.3 Arbeitsweise und Routing-Tabelle

6.4 Statisches Routing

6.5 Dynamisches Routing

6.6 Default-Route

## 6 Router auswählen und konfigurieren

- Wenn mehrere Netzwerke miteinander reden müssen, braucht es Router.
- Router können aber auch komplexere Aufgaben als Heim-Netzwerk mit Internet verbinden.

## 6.1 Grundfunktion, Einsatzgebiete und Modelle

## 6.1 Grundfunktion, Einsatzgebiete und Modelle

- Router verbindet Datennetze miteinander.
- Untersucht Datenpakete auf Layer 3 und leitet sie je nach Zieladresse weiter.
  
- Einsatzgebiete:
  - LAN an Internet anbinden (WAN-Verbindung).
  - Grössere LANs in Subnetze aufteilen.
  - Zwei LANs über WAN-Verbindung verbinden.
  - Remote Access ermöglichen
  - Grosse Provider-Netze miteinander verbinden (Internet-Backbone)

# Auftrag

Zeit: 10 min

Hilfe: Internet

Gruppe: Einzelarbeit / Partnerarbeit

Auftrag:

Recherchieren Sie im Internet und schauen Sie sich die Spezifikationen von verschiedenen Routern an.

- Notieren Sie sich die Wörter, die Ihnen nichts sagen.
- Besprechen Sie diese mit Ihrem Nachbarn und vergleichen Sie.
- Besprechung der Wörter im Plenum.
  
- Beantworten Sie die Frage: Wozu können Router eingesetzt werden?

## 6.1 Grundfunktion, Einsatzgebiete und Modelle

- Viele unterschiedliche Bauarten.
- Preisspanne zwischen 20 CHF und 200'000 CHF.



## 6.2 Typen und Anschlussmöglichkeiten



## 6.2 Typen und Anschlussmöglichkeiten

- Jeder PC könnte als Router arbeiten.
  - Benötigt spezielle Software (meiste OS haben Grundfunktionen).
  - Benötigt mehrere Netzwerkschnittstellen.
- Dedizierte Router sind Computer mit optimiertem Betriebssystem.
- Routing-Funktionen sind in Software implementiert.
- Software lässt sich so leicht erweitern.
  
- Router haben diverse Schnittstellen.
- Teurere Router haben modular aufbaubare Schnittstellen.

## 6.2 Typen und Anschlussmöglichkeiten

Wichtige Auswahlkriterien:

- Zuverlässigkeit
  - Geschwindigkeit
  - Verfügbare Zusatzfeatures
- 
- Im Vergleich zu Switches arbeiten Router langsam (Software-Steuerung).

## 6.3 Arbeitsweise und Routing-Tabelle

## 6.3 Arbeitsweise und Routing-Tabelle

- Router verbindet auf Layer 3 zu einem grossen, logischen Netz.
- Bildet verschiedene Kollisionsdomänen.
- Unterbricht MAC-Broadcasts und entlastet so Teilnetze.
  
- Grosse Netze (Internet) stellen verschiedene Wege von Empfänger zu Sender zur Verfügung.
  - Hohe Ausfallsicherheit.
  - Router muss wissen, welches der beste Weg von A – Z ist.
  - Router muss wissen, welche Wege momentan nicht verfügbar sind.
  - Router muss also Daten über das Gesamtnetz haben.
    - Diese Informationen gibt es in der **Routing-Tabelle**.

## 6.3 Arbeitsweise und Routing-Tabelle

**Statisches Routing:** Routen werden von Netzwerkadministrator eingegeben.  
Aufwändig in grossen Netzen.

**Dynamisches Routing:** Informationen zu Routen von anderen Routern.  
Berechnet Routing-Tabelle selbstständig.  
Routing-Protokolle: RIP, IGRP, OSPF, BGP

## 6.3 Arbeitsweise und Routing-Tabelle

- Router durchsucht Routing-Tabelle für jedes Paket.
- Jedes Interface hat eine eigene IP-Adresse (Verbindung zweier Netze).
- Routing-Tabelle beinhaltet keine Wege oder IP-Adressen.
- Routing-Tabelle beinhaltet nur Information zu ganzen IP-Netzen.

## 6.3 Arbeitsweise und Routing-Tabelle

Beispiel einer einfachen Routing-Tabelle:

<b>Destination Network</b> (Netzadresse des Zielnetzes mit Netzmaske)	<b>Next Hop</b> (Nächster Router auf dem Weg zum Ziel, Weiter an ...)	<b>Metric</b> (hier: Hop Count)	<b>Interface</b> (auf diesem Router)
192.168.1.0/255.255.255.0	-	0	e0
192.168.88.0/255.255.255.0	-	0	s0
192.168.2.0/255.255.255.0	192.168.88.2	1	s0

Destination Network: Ziel-Netzwerk

Next Hop: Adresse des nächsten Routers

Metric: Wie gut ist dieser Weg (lang, schnell, zuverlässig, unzuverlässig, usw.)

Hop Count: Anzahl Zwischenstationen bis zum Ziel.

Interface: Über welche Router-Schnittstelle müssen Pakete versendet werden.

## 6.3 Arbeitsweise und Routing-Tabelle

Interpretation Routing-Tabelle:

<b>Destination Network</b> (Netzadresse des Zielnetzes mit Netzmaske)	<b>Next Hop</b> (Nächster Router auf dem Weg zum Ziel, Weiter an ...)	<b>Metric</b> (hier: Hop Count)	<b>Interface</b> (auf diesem Router)
192.168.1.0/255.255.255.0	-	0	e0
192.168.88.0/255.255.255.0	-	0	s0
192.168.2.0/255.255.255.0	192.168.88.2	1	s0

- Die ersten beiden Zeilen besagen, dass die IP-Netze 192.168.1.0/ 255.255.255.0 und 192.168.88.0/ 255.255.255.0 direkt an diesen Router angeschlossen sind. Weil diese Netze direkt angeschlossen sind, gibt es keinen Next Hop.

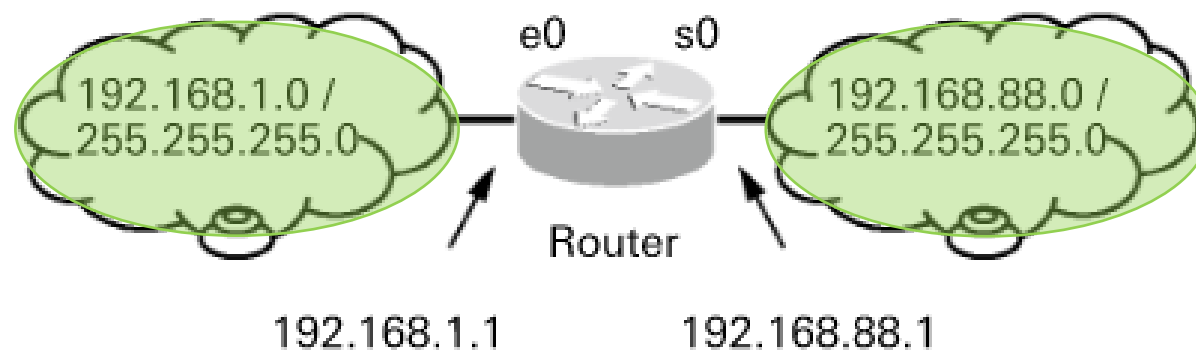


## 6.3 Arbeitsweise und Routing-Tabelle

Interpretation Routing-Tabelle:

Destination Network (Netzadresse des Zielnetzes mit Netzmaske)	Next Hop (Nächster Router auf dem Weg zum Ziel, Weiter an ...)	Metric (hier: Hop Count)	Interface (auf diesem Router)
192.168.1.0/255.255.255.0	-	0	e0
192.168.88.0/255.255.255.0	-	0	s0
192.168.2.0/255.255.255.0	192.168.88.2	1	s0

- Die ersten beiden Zeilen besagen, dass die IP-Netze 192.168.1.0/ 255.255.255.0 und 192.168.88.0/ 255.255.255.0 direkt an diesen Router angeschlossen sind. Weil diese Netze direkt angeschlossen sind, gibt es keinen Next Hop.

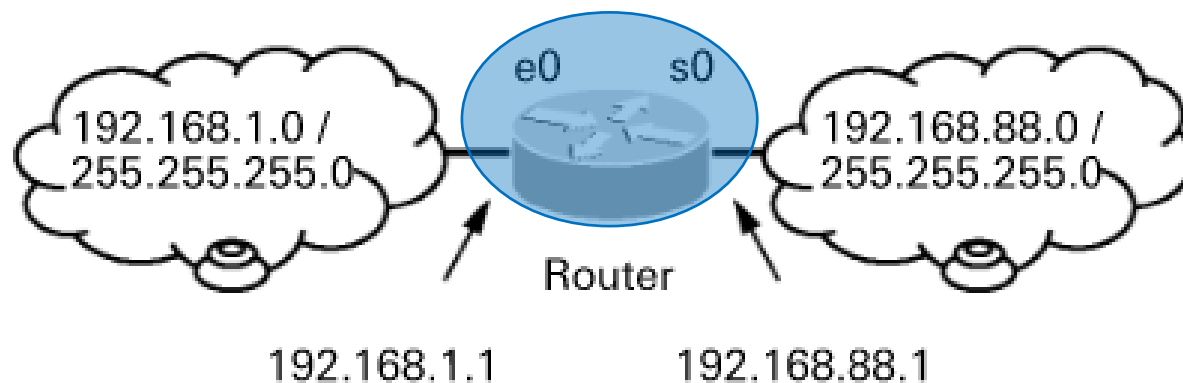


## 6.3 Arbeitsweise und Routing-Tabelle

Interpretation Routing-Tabelle:

Destination Network (Netzadresse des Zielnetzes mit Netzmaske)	Next Hop (Nächster Router auf dem Weg zum Ziel, Weiter an ...)	Metric (hier: Hop Count)	Interface (auf diesem Router)
192.168.1.0/255.255.255.0	-	0	e0
192.168.88.0/255.255.255.0	-	0	s0
192.168.2.0/255.255.255.0	192.168.88.2	1	s0

- Die ersten beiden Zeilen besagen, dass die IP-Netze 192.168.1.0/ 255.255.255.0 und 192.168.88.0/ 255.255.255.0 direkt an diesen Router angeschlossen sind. Weil diese Netze direkt angeschlossen sind, gibt es keinen Next Hop.



## 6.3 Arbeitsweise und Routing-Tabelle

Interpretation Routing-Tabelle:

<b>Destination Network</b> (Netzadresse des Zielnetzes mit Netzmaske)	<b>Next Hop</b> (Nächster Router auf dem Weg zum Ziel, Weiter an ...)	<b>Metric</b> (hier: Hop Count)	<b>Interface</b> (auf diesem Router)
192.168.1.0/255.255.255.0	-	0	e0
192.168.88.0/255.255.255.0	-	0	s0
192.168.2.0/255.255.255.0	192.168.88.2	1	s0

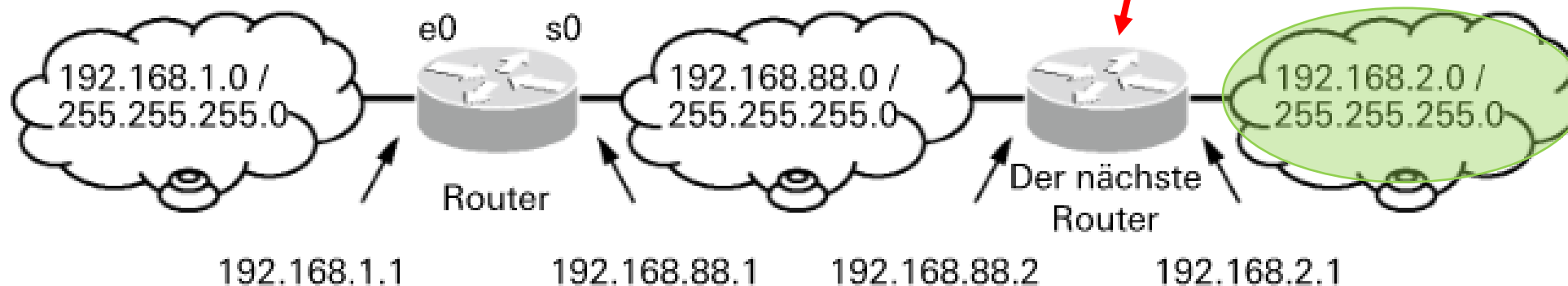
- Die dritte Zeile bedeutet, dass ein IP-Netz 192.168.2.0/ 255.255.255.0 hinter einem weiteren Router (Metric 1) liegt und Datenpakete, die in dieses IP-Netz gehen sollen, zunächst an die IP-Adresse 192.168.88.2 (nächster Router) geschickt werden müssen.

## 6.3 Arbeitsweise und Routing-Tabelle

Interpretation Routing-Tabelle:

Destination Network (Netzadresse des Zielnetzes mit Netzmaske)	Next Hop (Nächster Router auf dem Weg zum Ziel, Weiter an ...)	Metric (hier: Hop Count)	Interface (auf diesem Router)
192.168.1.0/255.255.255.0	-	0	e0
192.168.88.0/255.255.255.0	-	0	s0
192.168.2.0/255.255.255.0	192.168.88.2	1	s0

- Die dritte Zeile bedeutet, dass ein IP-Netz 192.168.2.0/ 255.255.255.0 hinter einem weiteren Router (Metric 1) liegt und Datenpakete, die in dieses IP-Netz gehen sollen, zunächst an die IP-Adresse 192.168.88.2 (nächster Router) geschickt werden müssen.

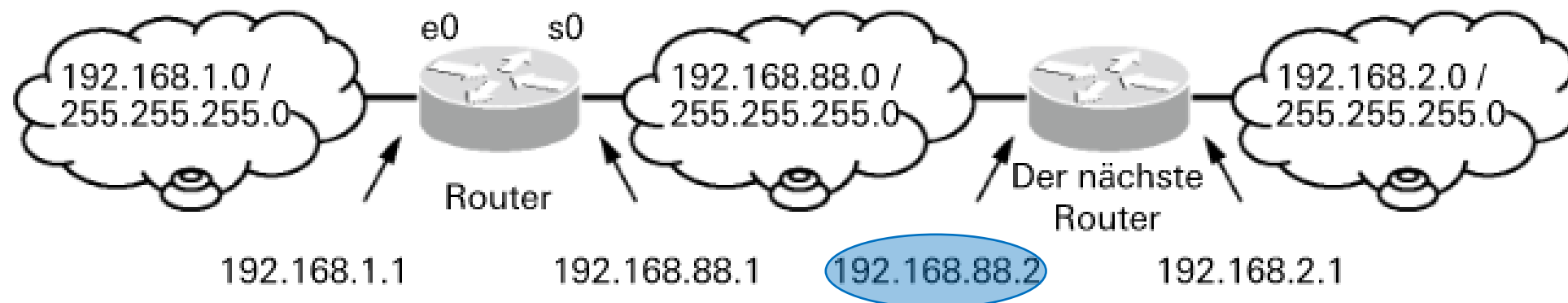


## 6.3 Arbeitsweise und Routing-Tabelle

Interpretation Routing-Tabelle:

Destination Network (Netzadresse des Zielnetzes mit Netzmaske)	Next Hop (Nächster Router auf dem Weg zum Ziel, Weiter an ...)	Metric (hier: Hop Count)	Interface (auf diesem Router)
192.168.1.0/255.255.255.0	-	0	e0
192.168.88.0/255.255.255.0	-	0	s0
192.168.2.0/255.255.255.0	192.168.88.2	1	s0

- Die dritte Zeile bedeutet, dass ein IP-Netz 192.168.2.0/ 255.255.255.0 hinter einem weiteren Router (Metric 1) liegt und Datenpakete, die in dieses IP-Netz gehen sollen, zunächst an die IP-Adresse 192.168.88.2 (nächster Router) geschickt werden müssen.

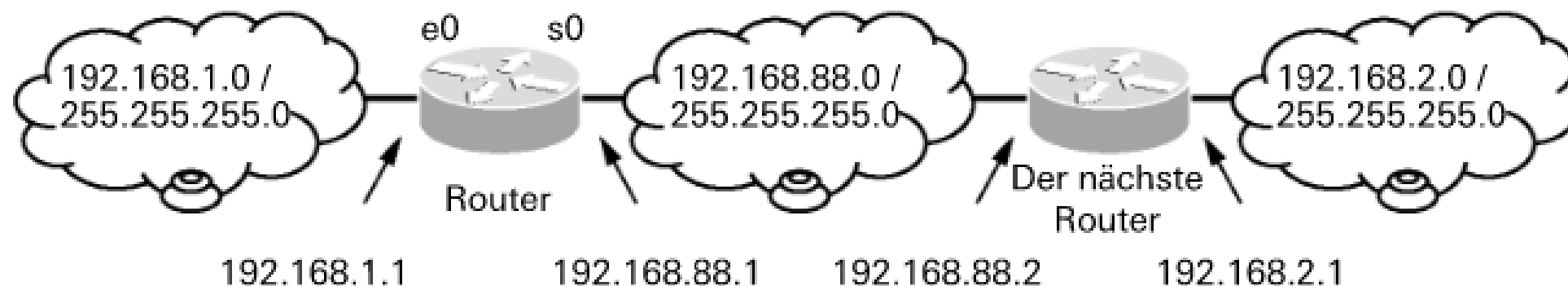


## 6.3 Arbeitsweise und Routing-Tabelle

Interpretation Routing-Tabelle:

Destination Network (Netzadresse des Zielnetzes mit Netzmaske)	Next Hop (Nächster Router auf dem Weg zum Ziel, Weiter an ...)	Metric (hier: Hop Count)	Interface (auf diesem Router)
192.168.1.0/255.255.255.0	-	0	e0
192.168.88.0/255.255.255.0	-	0	s0
192.168.2.0/255.255.255.0	192.168.88.2	1	s0

- Daraus kann Netzwerkschema abgeleitet werden:



## Arbeitsblatt 7-1: Netzwerkschema aus Routingtabelle ableiten

Zeit: 30 min

Hilfe: LM, Internet

Gruppe: Einzelarbeit / Partnerarbeit

Auftrag:

Lösen Sie AB7-1.

## 6.4 Statisches Routing



## 6.4 Statisches Routing

- Einträge werden vom Administrator übernommen.
- Folgende Grundsätze sind zu beachten:
  - Jede Router-Schnittstelle braucht eine IP-Adresse.
  - Jede Router-Schnittstelle muss in einem anderen Netz liegen.
  - Alle Verbindungen zwischen den Routern sind IP-Netze und nicht IP-Adressen.
  - Alle Adressen einer Verbindung müssen im gleichen Netz liegen.
  - Netzadressen werden immer mit Subnetmaske angegeben.

## 6.4 Statisches Routing

Folgende Eingabemöglichkeiten haben sie:

### **Netzadresse**

IP-Netz, welches erreicht werden soll. Verlangt wird das Netz und nicht die IP-Adresse! Netzmaske gehört dazu.

### **Next Hop**

IP-Adresse des Routers, der vom aktuellen Router aus der nächste ist. Subnetmaske gehört dazu.

In grossen Netzen passieren die Pakete viele Router bis zum Ziel.

### **Metric**

Wie gut ist der Verbindungsweg? Meistgenutzte Metric: «Hop Count» ist Anzahl Router bis zum Ziel.

### **Interface**

Netzwerkkarte des aktuellen Routers, über welche das Paket mit Next Hop geschickt wird.

## 6.4 Statisches Routing

Beispielbefehle der verschiedenen Betriebssysteme:

Aufgabe	Windows	Linux	Cisco IOS <sup>[1]</sup>
<b>Routing-Tabelle ausgeben</b>	<code>route print</code>	<code>route -n</code>	<code>show ip route</code>
<b>Statische Route eintragen</b>	<code>route add 157.3.0.0 mask 255.255.0.0 202.55.80.1 [metric 1]</code>	<code>route add 157.3.0.0 netmask 255.255.0.0 gw 202.55.80.1 [dev eth0] [metric 1]</code>	<code>ip route 157.3.0.0 255.255.0.0 202.55.80.1</code>
<b>Default-Route eintragen</b>	<code>route add 0 0 0 0 mask 0.0.0.0 161.99.1.1</code>	<code>route add default gw 161.99.1.1</code>	<code>ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 161.99.1.1</code>
<b>Statische Route löschen<sup>[2]</sup></b>	<code>route del ...</code>	<code>route del ...</code>	<code>no ip route ...</code>

## 6.5 Dynamisches Routing

## 6.5 Dynamisches Routing

- Einträge werden automatisch berechnet.
  - Anhand Infos von anderen Routern.
  - Dazu werden Protokolle verwendet.
  - Dedizierte Router können das von Haus aus, Windows braucht Software (Winroute oder Zebra).
- Sinnvoll bei Maschennetzen.
  - Wenn eine Verbindung ausfällt, konfiguriert Router die Route automatisch um.
  - Wenn neue Verbindung dazukommt, wird sie automatisch hinzugefügt.
- Nachteile:
  - Dynamisches Routing braucht Zeit, in der Pakete verloren gehen können.
  - Es können Routing-Loops entstehen: Pakete drehen sich im Kreis.

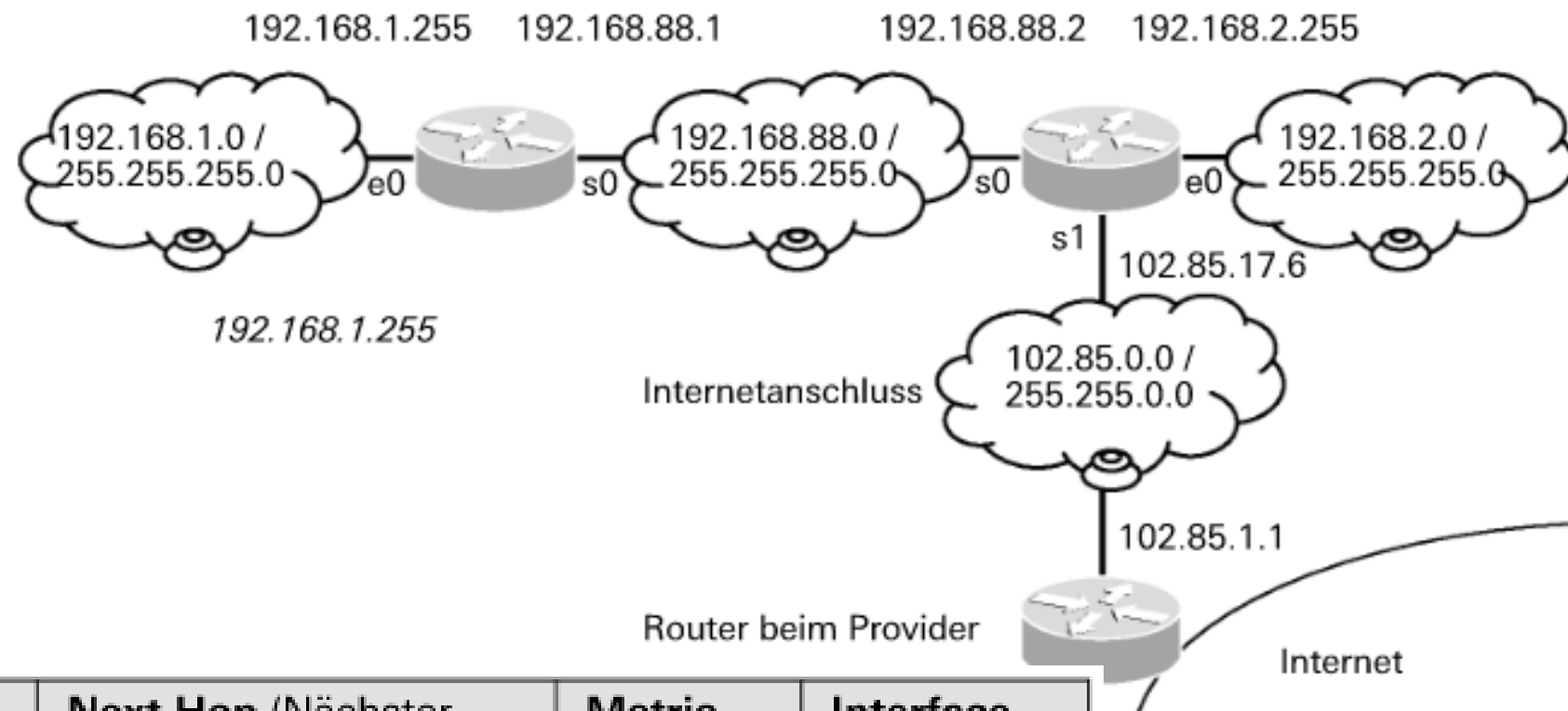
## 6.6 Default-Route

## 6.6 Default-Route

- Wenn Router IP-Adresse eines Paketes nicht findet, leitet er es an Default-Gateway weiter.
  - Ähnlich wie Default-Gateway bei PC.
  - In kleinen Netzen werden oft nur Default-Gateways und keine statischen Routen definiert.
    - So schickt Router alle Pakete zum Gateway des Internet-Providers.
    - So muss Router nur über internes Netz (Heimnetz) Bescheid wissen.
- Wenn jeder Router das ganze Internet abbilden müsste würde Übertragung viel zu lange dauern.
- Default-Gateway des Providers leitet Pakete an Backbone-Router weiter.
  - Hierarchie der Router.

## 6.6 Default-Route

Beispiel – Routing-Tabelle mit Default-Route:



Destination Network (Netzadresse des Zielnetzes mit Netzmaske)	Next Hop (Nächster Router auf dem Weg zum Ziel, Weiter an ...)	Metric (hier: Hop Count)	Interface (auf diesem Router)
192.168.1.0/255.255.255.0	-	0	e0
192.168.88.0/255.255.255.0	-	0	s0
102.85.0.0/255.255.0.0	-	0	s1
192.168.1.0/255.255.255.0	192.168.88.1	1	s0
0.0.0.0/0.0.0.0	102.85.1.1	-	s1





## 6.6 Default-Route

Routing-Tabellen und Netzwerkschema stehen eng in Verbindung zueinander!

## Arbeitsblatt 7-2: Diverse Aufgaben

Zeit: 45 min

Hilfe: LM, Internet

Gruppe: Einzelarbeit / Partnerarbeit

Auftrag:

Lösen Sie das AB7-2.

## Zusammenfassung

- Router verbindet Layer 2 – Netze zu einem fast beliebig grossem, logischem Netz.
- Jeder Router sucht für Datenpaket anhand seiner Routing-Tabelle den besten Weg.
- Dedizierte Router sind auf Weiterleiten von Datenpaketen optimiert.
- Beim statischen Routing muss für jedes IP-Netz eine Route konfiguriert werden.
- Pakete, für die der Router keine Route findet, werden an Default-Gateway weitergeleitet.
- Beim dynamischen Routing wird die Tabelle automatisch aufgebaut.
- Informationen tauschen mittels Protokollen Informationen aus.
- Aus diesen Information berechnen die Router die neuen Routen.