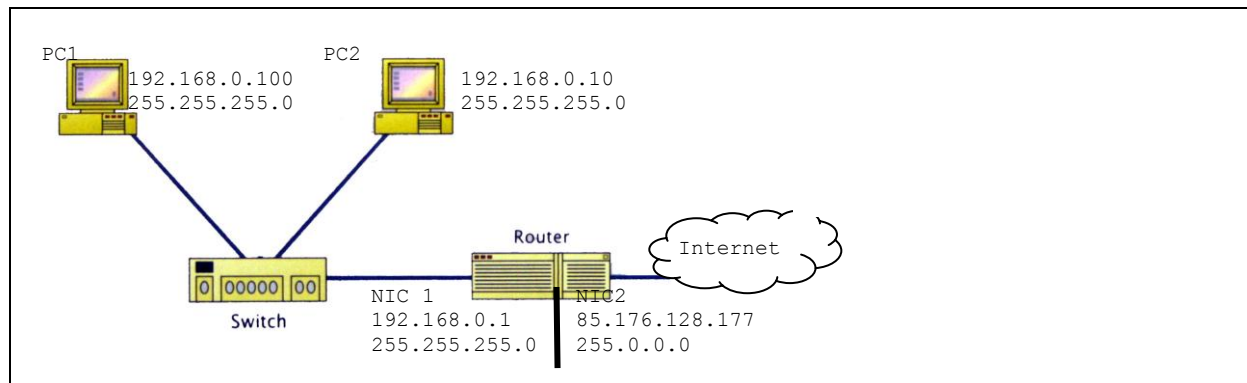


## Routing und Routingtabellen auf einem Host PC

In einem kleinen Netzwerk sind die Beiden Computer PC1 und PC2 über einen Switch mit einem Router verbunden. Der Router Stellt diesem Netz eine Verbindung in das Internet zur Verfügung.



Nach Eingabe des Befehls: route print erfolgt die folgende Ausgabe auf dem Bildschirm des Computers

```
Microsoft Windows 2000 [Version 5.00.2195]
(C) Copyright 1985-2000 Microsoft Corp.

C:\Dokumente und Einstellungen\test1\Desktop>route print
=====
Schnittstellenliste
0x1 ..... MS TCP Loopback interface
0x1000003 ...00 0c 29 9d fe 96 ..... VMware Accelerated AMD PCNet Adapter
=====

Aktive Routen:
   Netzwerkziel   Netzwerkmaske   Gateway   Schnittstelle   Anzahl
   0.0.0.0        0.0.0.0         192.168.0.1  192.168.0.100    20
   127.0.0.0      255.0.0.0       127.0.0.1   127.0.0.1        1
   192.168.0.0    255.255.255.0   192.168.0.100  192.168.0.100    1
   192.168.0.100  255.255.255.255 127.0.0.1   127.0.0.1        1
   192.168.0.255  255.255.255.255 192.168.0.100  192.168.0.100    1
   224.0.0.0      224.0.0.0       192.168.0.100  192.168.0.100    1
   255.255.255.255 255.255.255.255 192.168.0.100  192.168.0.100    1
=====

Ständige Routen:
Keine

C:\Dokumente und Einstellungen\test1\Desktop>
```

Klären sie mit Hilfe des Informationstextes (S.131-S.135) die folgenden Fragen:

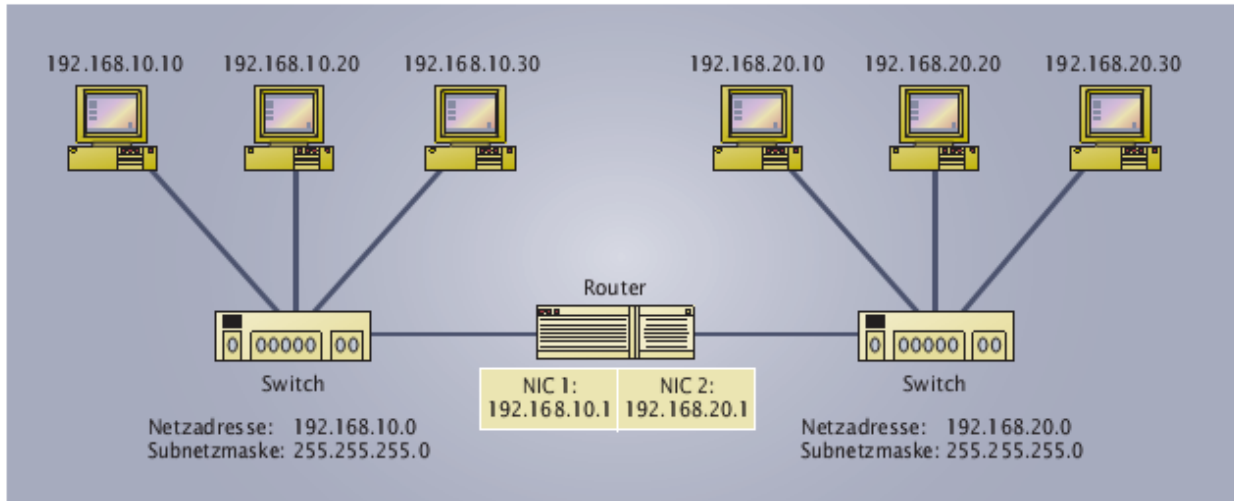
- Was ist die Aufgabe eines Routers? Beschreiben Sie diese in kurzen, vollständigen Sätzen!
- Wozu dienen Routingtabellen? Beschreiben Sie diese in kurzen, vollständigen Sätzen!
- Welche Bedeutung haben im Zusammenhang mit einer Routingtabelle die Begriffe: **Default Route**, **Loopback Network**, **Directly attached Network**, **Local Host**, **Network Broadcast**, **Multicast Address** und **Limited Broadcast Address**?
- Ordnen Sie die einzelnen Einträge der Routingtabelle den Begriffen aus Frage c) zu. Begründen Sie ihre Antwort jeweils kurz!
- Aus welchem der PC stammt die oben abgebildete Routingtabelle. Begründen Sie ihre Aussage!
- Wie lautet die Adresse des Defaultgateways? Dieses PC ?

### 11.3 Funktionsweise eines Routers

Innerhalb eines Intranets und im Internet sind viele Netze miteinander verknüpft. Sollen Rechner des einen Netzes mit Rechnern eines anderen Netzes kommunizieren, muss ein spezielles System diese Netze miteinander verbinden. Dieses System muss in beiden Netzen vorhanden sein (dual homed) und wird Router genannt.

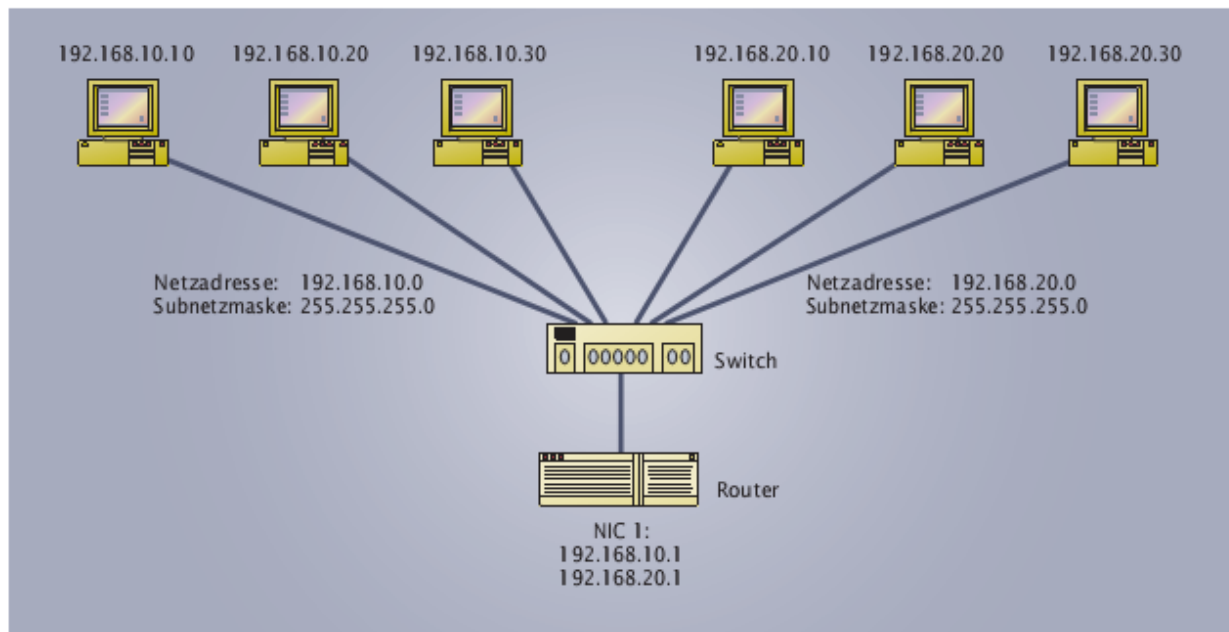
*Ein Router gehört adressmäßig zu mehreren Netzen und kann einen Paketaustausch zwischen diesen Netzen organisieren.*

Da ein Router für diese Arbeit Adressen routingfähiger Übertragungsprotokolle benutzt, arbeitet er auf den Schichten 1 bis 3 des ISO/OSI-Referenzmodells (siehe Abschnitt 4.3.7: Router).



11.3-1 Verbindung zweier Netze über einen Router

In der Grafik 11.3-1 verbindet der Router die Subnetze 192.168.10.0 und 192.168.20.0. Alle in den Subnetzen befindlichen Rechner können mit allen Rechnern des anderen Netzes in Kontakt treten. Der Router verfügt in diesem Fall über zwei Netzwerkadapter, die per IP-Adresse jeweils einem Netz zugeordnet sind.



11.3-2 Organisatorische Verbindung zweier Netze über einen Router

Durch die Grafik 11.3-2 wird deutlich, dass die Arbeit eines Routers nicht zwangsläufig an eine bestimmte physikalische Vorgabe gebunden ist. Im speziellen Fall wurden einer Netzwerkkarte zwei IP-Adressen zugewiesen. Die Funktionsweise ist ansonsten mit der in Grafik 11.3-1 dargestellten Arbeitsform identisch. Angewendet wird dieses Verfahren zum Beispiel:

- zur Filterung von Paketen in einer Firewall
- zur Erweiterung eines Netzes.

### TIPP

Für die Arbeit des Routers ist es zwingend notwendig, dass die Funktion „IP-Forwarding“<sup>1</sup> im Betriebssystem aktiviert wurde. Bei der Konfiguration eines Netzwerkes wird dies normalerweise automatisch vom Betriebssystem übernommen.

Für die Durchführung der Arbeit werden im Router Adresstabellen hinterlegt, die beschreiben, welche Netze oder Hosts miteinander kommunizieren können bzw. dürfen. Diese Tabellen werden Routingtabellen genannt. Erzeugt werden diese Tabellen entweder durch die manuelle Eingabe in die Tabellen oder durch Algorithmen, die auf speziellen Routingprotokollen basieren.

IP-Forwarding ist eine Funktion des Betriebssystems. Ist das Forwarding aktiviert, lässt das Betriebssystem es zu, dass eine IP-Adresse in ein anderes Netz weitergeleitet werden darf.

1. Nennen Sie mögliche Vor- und Nachteile der in den Grafiken 11.3-1 und 11.3-2 dargestellten Verbindungsformen.
2. Wägen Sie diese Vor- und Nachteile gegeneinander ab.

<sup>1</sup> Forwarding: engl. weiterreichen

### 11.3.1 Statisches Routing

Beim statischen Routing werden manuell alle benötigten Routen in die Routingtabellen der Router eingetragen. Auf diese Weise wird festgelegt, welche Netze organisatorisch miteinander verbunden sind und welche Wege Nachrichtenpakete nehmen können. Das statische Routing ermöglicht eine sehr passgenaue Vorgabe der Kontaktmöglichkeiten zwischen angeschlossenen Hosts. Bei größeren Netzen bzw. bei der Verwendung mehrerer Router kann dieses Verfahren zu Problemen führen, da in den einzelnen Routern sehr viele Einträge vorgenommen werden müssen. Darüber hinaus ist bei Ausfall eines Routers trotz dem Vorhandensein alternativer Wege keine Möglichkeit zur Kommunikation mehr gegeben, da diese Wege nicht dynamisch erkannt und genutzt werden.

Beispielhaft soll die mögliche Routingtabelle für die Verwendung nach Grafik 11.3-1 aufgestellt und erläutert werden. Die Tabelle stellt die Routinginformationen des ersten Hosts (192.168.10.10/24) dar. Diese Konfiguration ist auch Bestandteil des vertiefenden Exkurses „Routing“.

Verwendung	Netzwerkadresse	Subnetzmaske	Gateway-Adresse	Schnittstelle	Anzahl
Default Route	0.0.0.0	0.0.0.0	192.168.10.1	192.168.10.10	1
Loopback Network	127.0.0.0	255.0.0.0	127.0.0.1	127.0.0.1	1
Directly attached Network	192.168.10.0	255.255.255.0	192.168.10.10	192.168.10.10	1
Local Host	192.168.10.10	255.255.255.255	127.0.0.1	127.0.0.1	1
Network Broadcast	192.168.10.255	255.255.255.255	192.168.10.10	192.168.10.10	1
Multicast Address	224.0.0.0	224.0.0.0	192.168.10.10	192.168.10.10	1
Limited Broadcast	255.255.255.255	255.255.255.255	192.168.10.10	192.168.10.10	1

Die einzelnen Spalten der Tabelle haben folgende Bedeutungen:

- Die Netzwerkadresse bezeichnet das Ziel eines IP-Datenpaketes. Dies können Hosts, Netze oder Subnetze sein.
- Die Subnetzmaske ordnet das Netzwerk einer Klasse zu. Im Zusammenhang mit der Netzwerkadresse ergibt sich eine Adressierung von Host und Netzwerk.
- An die Gatewayadresse werden die Datenpakete geschickt. Hierbei kann es sich um lokale Netzwerkadapter oder auch externe Gateways handeln, die direkt erreichbar sind.
- In der Spalte Schnittstelle sind die konkreten IP-Adressen lokaler Netzwerkadapter aufgeführt.
- Der letzte Eintrag gibt die Anzahl der folgenden Router oder Vermittlungsstationen bis zum Ziel an. Diese werden auch als Sprünge (Hops) bezeichnet.

Die einzelnen Zeilen können folgendermaßen „gelesen“ werden:

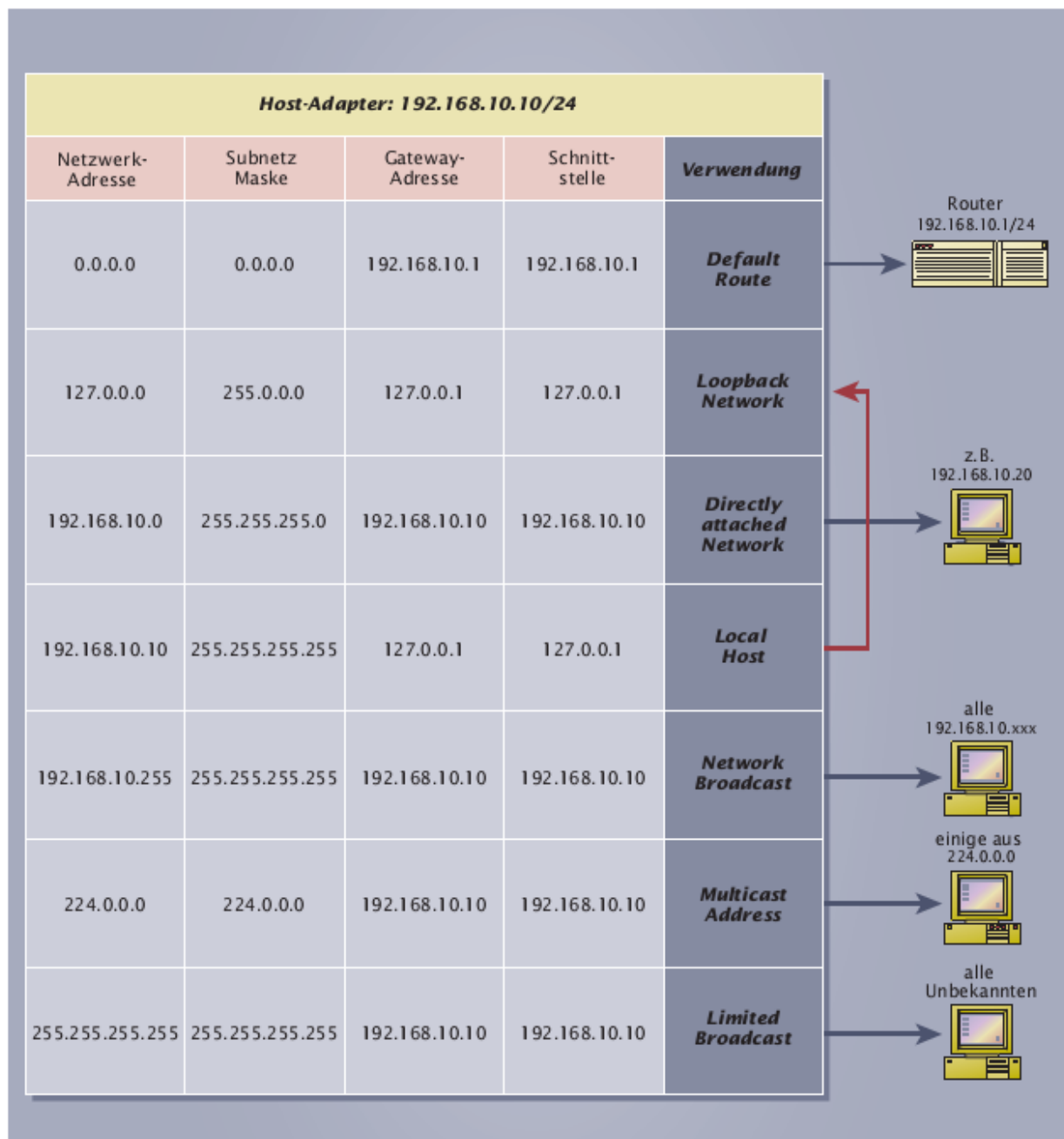
„Alle IP-Pakete mit dem Ziel (Spalte Netzwerkadresse UND Spalte Subnetz-Maske) gehen über die physikalische oder logische Schnittstelle. Evtl. werden sie dann über eine spezielle Adresse weitergereicht (Spalte Gateway).“ Für die Zeile „Directly attached Network“ bedeutet das: „Alle IP-Pakete deren Adressaten zum Netz

192.168.10.0/24 gehören (192.168.10.xxx) werden an die Schnittstelle 192.168.10.10 (Netzwerkkarte) gereicht.“

Für das oben dargestellte Beispiel haben die einzelnen Einträge folgende Funktion:

- **Default Route:**  
Die „Default Route“ ist die Standardroute, die für alle Netzadressen genutzt wird, die nicht in der Routingtabelle aufzulösen sind. In einigen Betriebssystemen wird diese Route auch als Standardgateway bezeichnet. Im obigen Fall werden über die Schnittstelle 192.168.10.10 alle Anforderungen mit unbekannten IP-Adressen an das Gateway mit der Adresse 192.168.10.1 weitergeleitet. Die Adressierung 0.0.0.0 wird genutzt, wenn die IP-Adresse des Ziels nicht bekannt ist.
- **Loopback Network:**  
Das Netzwerk 127.0.0.0 ist ausschließlich für den Funktionstest reserviert. Der englische Begriff „loopback“ bezeichnet einen Rückschluss. Mit dieser Netzwerkadresse wird die logische Funktion des Protokollstapels geprüft. Eine physikalische Verbindung ist somit nicht notwendig. Die „Local Host“ Adresse steht im Zusammenhang mit dem Loopback Netzwerk.
- **Directly attached Network:**  
Hier wird das direkt an die Netzwerkkarte (192.168.10.10) angeschlossene Netzwerk (192.168.10.0) adressiert. Alle IP-Pakete an Teilnehmer des Netzwerkes 192.168.10.0 werden über die Schnittstelle 192.168.10.10 versandt.
- **Local Host:**  
Über den Local Host (eigener, lokaler Host) werden IP-Pakete, die z. B. zu Testzwecken an die eigene Netzwerkkarte (192.168.10.10) übermittelt werden, der IP-Adresse 127.0.0.1 zugewiesen. Diese ist nur virtuell vorhanden. Im Zusammenhang mit dem Loopback Netzwerk werden IP-Pakete die an die Netzwerkkarte gehen, dann über den Rückschluss des Netzes 127.0.0.0 zurückgemeldet. Eine physikalische Übermittlung findet nicht statt. So ist ein Funktionstest des Protokollstapels möglich.
- **Network Broadcast:**  
IP-Pakete, die an alle Teilnehmer des Netzwerkes 192.168.10.0 versandt werden sollen (Broadcast), werden über die Schnittstelle 192.168.10.10 übermittelt. Die Netzwerkadresse jedes Hosts muss bekannt sein. Aus diesem Grund wird dieser Eintrag auch als Directed Broadcast Address (gerichtete Broadcast-Adresse) bezeichnet.
- **Multicast Address:**  
Sollen nur Gruppen von Rechnern angesprochen werden (Multicast), so ist dafür die Netzadresse 224.0.0.0 reserviert. Es werden dann Kopien der IP-Pakete über die Schnittstelle 192.168.10.10 an alle Mitglieder der Multicast-Gruppe übermittelt.
- **Limited Broadcast:**  
Die Limited Broadcast Address (begrenzte Broadcast-Adresse) wird genutzt, wenn allen Hosts eine Nachricht übermittelt werden soll, deren Zieladressen aber noch nicht bekannt sind. Dies ist zum Beispiel beim Systemstart der Fall. Die über die Limited Broadcast Address versendeten IP-Pakete werden nur innerhalb des physikalischen Netzes weitergeleitet.





11.3.1-1 Einfaches Routing

Unter bestimmten Voraussetzungen kann es notwendig sein, einzelne Hostadressen in den Routingtabellen zu verwalten. Dies betrifft Fälle, in denen ein Host zwar physikalisch in einem bestimmten Netz angeschlossen wurde, organisatorisch aber zu einem anderen Netz gehört. Im Exkurs „Routing“ wird ein komplexes Beispiel erläutert.