

## Tutorübung zur Vorlesung Grundlagen Rechnernetze und Verteilte Systeme Übungsblatt 10 (24. Juni – 28. Juni 2013)

**Hinweis:** Die mit \* gekennzeichneten Teilaufgaben sind ohne Kenntnis der Ergebnisse vorhergehender Teilaufgaben lösbar.

### Aufgabe 1 Network Address Translation

In dieser Aufgabe soll die Weiterleitung von IP-Paketen (IPv4) bei Verwendung eines NAT-fähigen Routers betrachtet werden. Für die Zuordnung zwischen öffentlichen und privaten IP-Adressen verfügt ein NAT-fähiger Router über eine Abbildungstabelle, die die Beziehung zwischen lokalem und globalem Port speichert. Viele NAT-fähige Geräte speichern zusätzlich noch weitere Informationen wie die entfernte IP-Adresse oder die eigene globale IP-Adresse (z. B. wenn der Router mehr als eine globale IP besitzt). Davon wollen wir hier absehen.

Abbildung 1 zeigt die Netztopologie. Router R1 habe NAT aktiviert, wobei auf IF1 eine private und auf IF2 eine öffentliche IP-Adresse verwendet werde. Router R2 nutze kein NAT. PC 2 habe bereits mit Server 2 kommuniziert, wodurch der Eintrag in der NAT-Tabelle von R1 entstanden ist (siehe Abbildung 1). Wählen Sie dort, wo Sie die Freiheit haben, sinnvolle Werte für die IP-Adressen und Portnummern. Der Sender setze das TTL-Feld des IP-Headers auf 64.

a)\* Geben Sie PC 1 und Interface 1 von R1 eine passende IP-Adresse. Das Subnetz ist 10.0.0.0/24.

Möglich sind zum Beispiel:

- PC 1: 10.0.0.1
- R1 IF1: 10.0.0.254

b)\* PC1 sende nun ein IP-Paket mit TCP-Payload an Server 2 mit Zielport 80 (HTTP). Geben Sie die Felder für die Quell-IP, Ziel-IP, Quell-Port, Ziel-Port und TTL des IP- bzw. TCP-Headers für das Paket an den folgenden drei Stellen an:

- zwischen PC1 und R1
- zwischen R1 und R2
- zwischen R2 und Server 2

Geben Sie außerdem neu entstehende Einträge in der NAT-Tabelle von R1 an.

Siehe Abbildung 1.

- **Zwischen PC1 und R1: TTL = 64**  
Wichtig ist beim Quell-Port, dass dieser größer als 1023 ist (da Nummern kleiner 1024 Well-Known-Ports repräsentieren und nicht als Quell-Ports verwendet werden). Außerdem sollte er

nicht größer sein als 65535, da Portnummern 16 Bit lang sind. Der Zielport ist mit TCP 80 vorgegeben.

- **R1 und R2 TTL = 63**

R1 tauscht die private Quell-IP durch seine eigene öffentliche IP-Adresse aus. Der Quell-Port wird (wenn nicht schon anderweitig belegt) für gewöhnlich beibehalten. Andernfalls wird auch dieser geändert, z. B. inkrementiert. Die genaue Wahl der Portnummer hängt vom jeweiligen NAT-Typ ab. Wir behalten die Portnummern sofern möglich einfach bei. An dieser Stelle wird auch ein neuer Eintrag in der NAT-Tabelle erzeugt: [10.0.0.1, 3627, 3627].

- **Zwischen R2 und Server 2 TTL = 62**

Keine Änderung, da ein gewöhnlicher Router IP-Adressen und Portnummern nicht verändert. Die TTL wird aber natürlich dekrementiert.

c) Server 2 antworte nun PC1. Geben Sie analog zur vorherigen Teilaufgabe die Header-Felder an den drei benannten Stellen sowie neu entstehende Einträge in der NAT-Tabelle von R1 an.

Wir nehmen an, dass der Server Pakete mit TTL = 64 versendet.

- **Zwischen Server 2 und R2 TTL = 64**

Der Server adressiert die Antwort zunächst an R1 (wohin auch sonst?).

- **Zwischen R2 und R1 TTL = 63**

R2 ändert (außer der TTL) nichts.

- **Zwischen R1 und PC1: TTL = 62**

R1 nutzt den Eintrag in der seiner NAT-Tabelle um die private IP-Adresse des tatsächlichen Empfängers zu ermitteln. Anschließend werden Ziel-IP und Ziel-Port (wenn nötig) ausgetauscht und das Paket weitergeleitet.

d)\* Nun möchte PC3 eine Verbindung zu Server 1 aufbauen. Kann dies unter den gegebenen Umständen funktionieren? (Begründung!)

PC3 kann das Paket nicht direkt an die Adresse 10.0.0.10 adressieren, da es sich hierbei um eine private IP-Adresse handelt, welche im Internet nicht geroutet wird. Wenn PC3 die öffentliche IP von R1 kennt, hinter dem sich Server 1 befindet, so kann er das Paket zwar an das R1 schicken. Dieser hat jedoch keinen passenden Eintrag in der NAT-Tabelle und kann daher den Empfänger des Pakets nicht ermitteln.

## Aufgabe 2 Binärpräfixe

Die Unterschiede zwischen Binärpräfixen und SI-Präfixen sorgen immer wieder für Verwirrung. Das Problem besteht in widersprüchlichen Angaben insbesondere auf Seiten der Betriebssysteme: Häufig wird die Speicherbelegung von Massenspeichern in Binärpräfixen angegeben, obwohl die angegebenen Einheiten SI-Präfixe enthalten. Ein Beispiel: Sie kaufen eine Festplatte mit einer vom Hersteller ausgewiesenen Kapazität von 3 TB. Im Kleingedruckten auf der Verpackung finden Sie den Hinweis „1 TB =  $10^{12}$  B“. Es handelt sich also klar um SI-Präfixe. Nehmen wir an, das verwendete Betriebssystem rechnet mit Binärpräfixen.

a)\* Geben Sie die Kapazität der Festplatte in TiB an.

$$3 \text{ TB} = 3 \cdot 10^{12} \text{ B} = \frac{3 \cdot 10^{12}}{2^{40}} \text{ TiB} \approx 2.73 \text{ TiB}$$

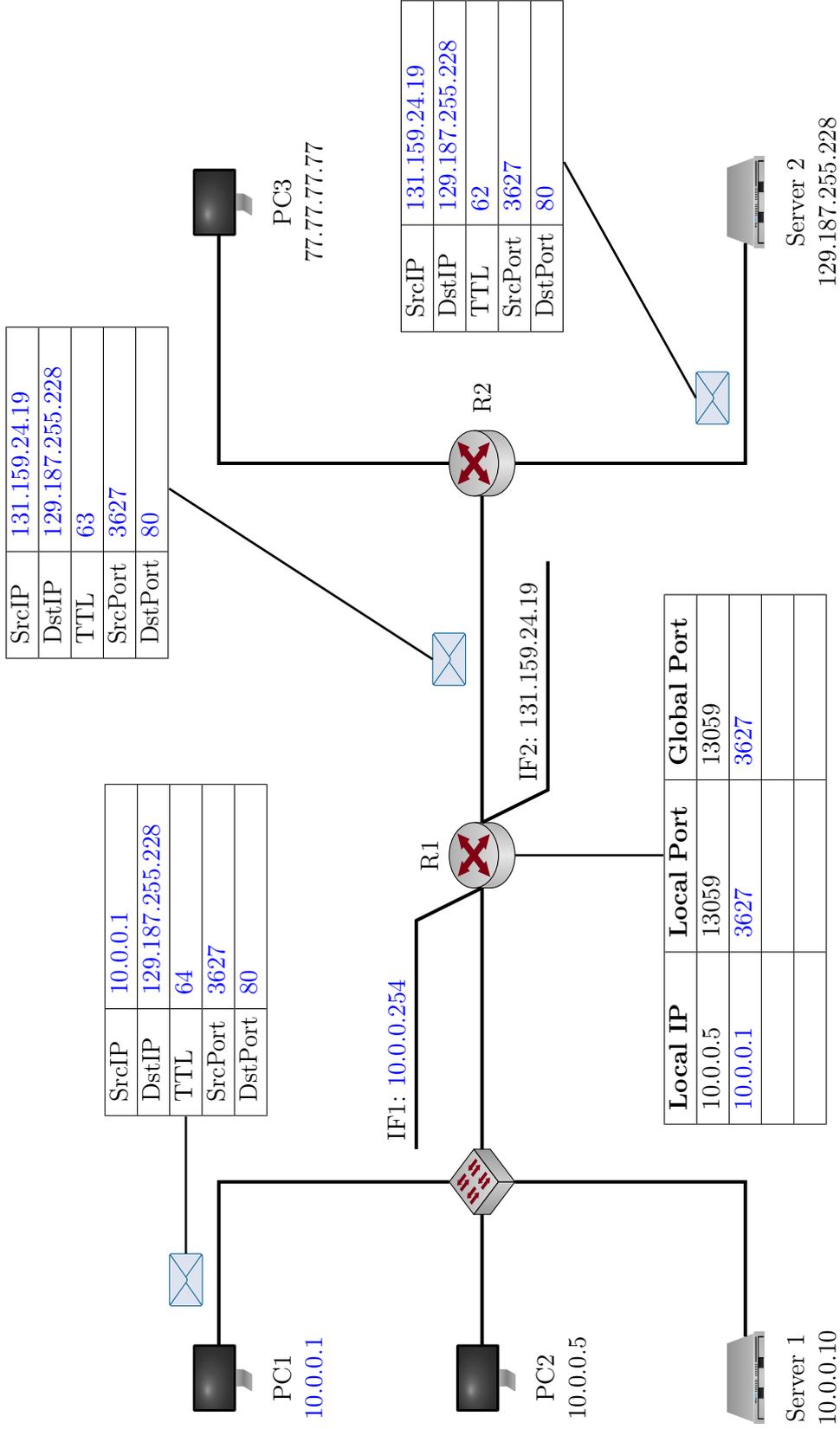


Abbildung 1: Lösungsblatt für Aufgabe 1a/b)

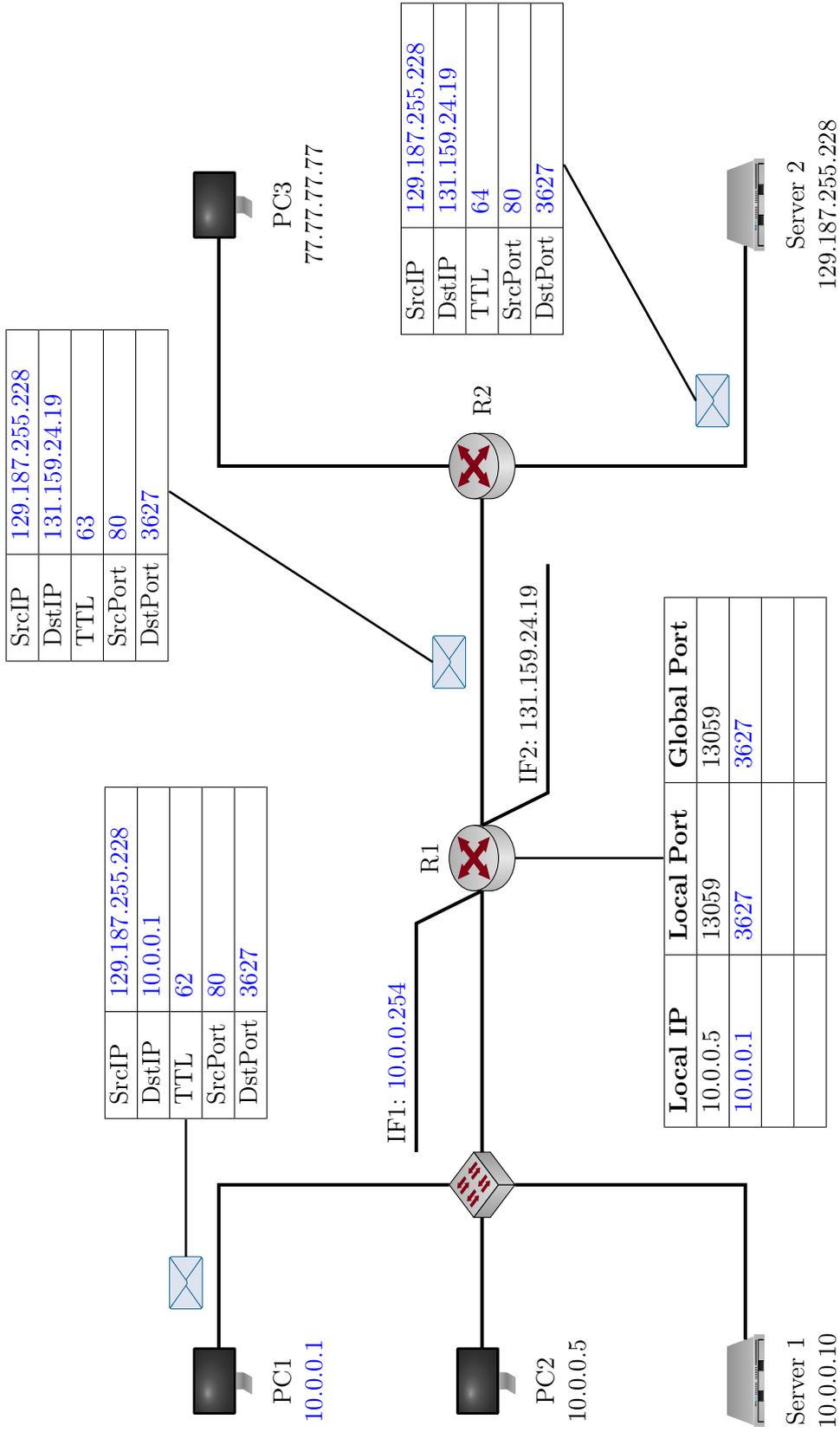


Abbildung 2: Lösungsblatt für Aufgabe 1c)

SI-Präfix	Wert	Binärpräfix	Wert
k (kilo)	$10^3$	Ki (Kibi)	$2^{10}$
M (Mega)	$10^6$	Mi (Mebi)	$2^{20}$
G (Giga)	$10^9$	Gi (Gibi)	$2^{30}$
T (Tera)	$10^{12}$	Ti (Tebi)	$2^{40}$
P (Peta)	$10^{15}$	Pi (Pebi)	$2^{50}$

Tabelle 1: SI-Präfixe und Binärpräfixe im Vergleich

b)\* Bestimmen Sie für die in Tabelle 1 angegebenen Präfixe den prozentualen Unterschied zwischen SI- und Binär-präfixen.

$$\frac{k}{Ki} = \frac{10^3}{2^{10}} \approx 97.66\% \Rightarrow e = 2.34\%$$

$$\frac{M}{Mi} = \frac{10^6}{2^{20}} \approx 95.37\% \Rightarrow e = 4.63\%$$

$$\frac{G}{Gi} = \frac{10^9}{2^{30}} \approx 93.13\% \Rightarrow e = 6.87\%$$

$$\frac{T}{Ti} = \frac{10^{12}}{2^{40}} \approx 90.95\% \Rightarrow e = 9.05\%$$

$$\frac{P}{Pi} = \frac{10^{15}}{2^{50}} \approx 88.82\% \Rightarrow e = 11.18\%$$

**Übrigens:** Die Angabe von Binärpräfixen ist nur für Byte-Werte üblich. Bitwerte, z. B. kbit oder Mbit, werden ausschließlich mit SI-Präfixen angegeben.