

IPv4 Header

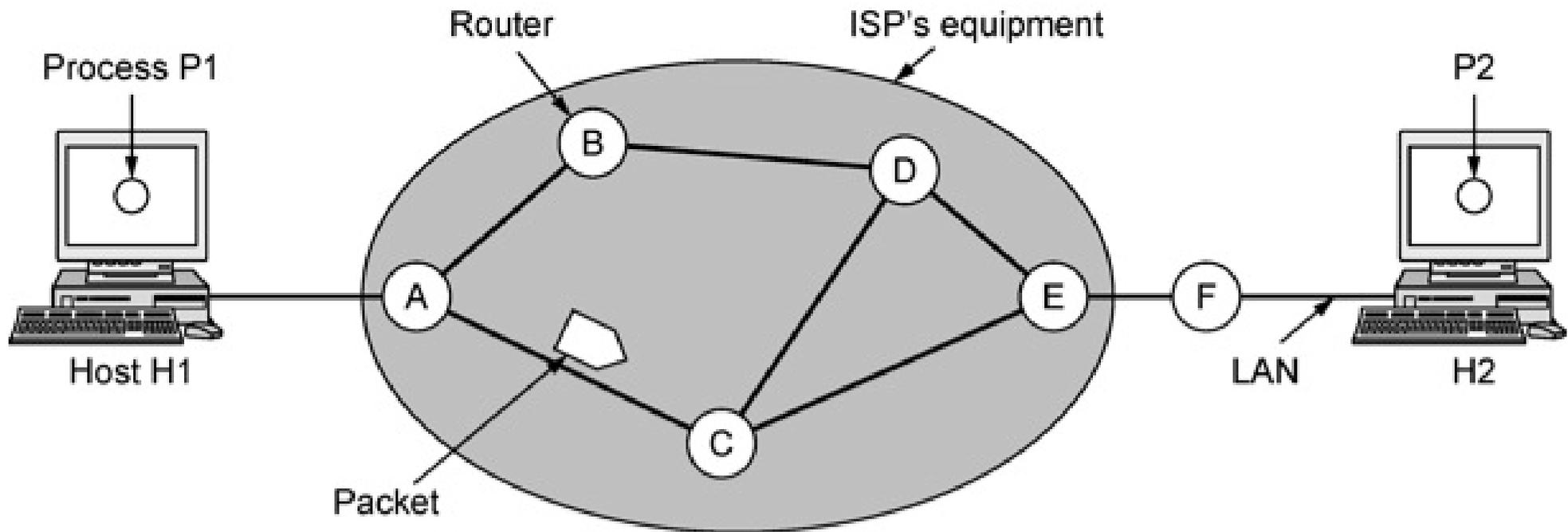
Example Of Dotted Decimal Notation

- A 32-bit number in binary

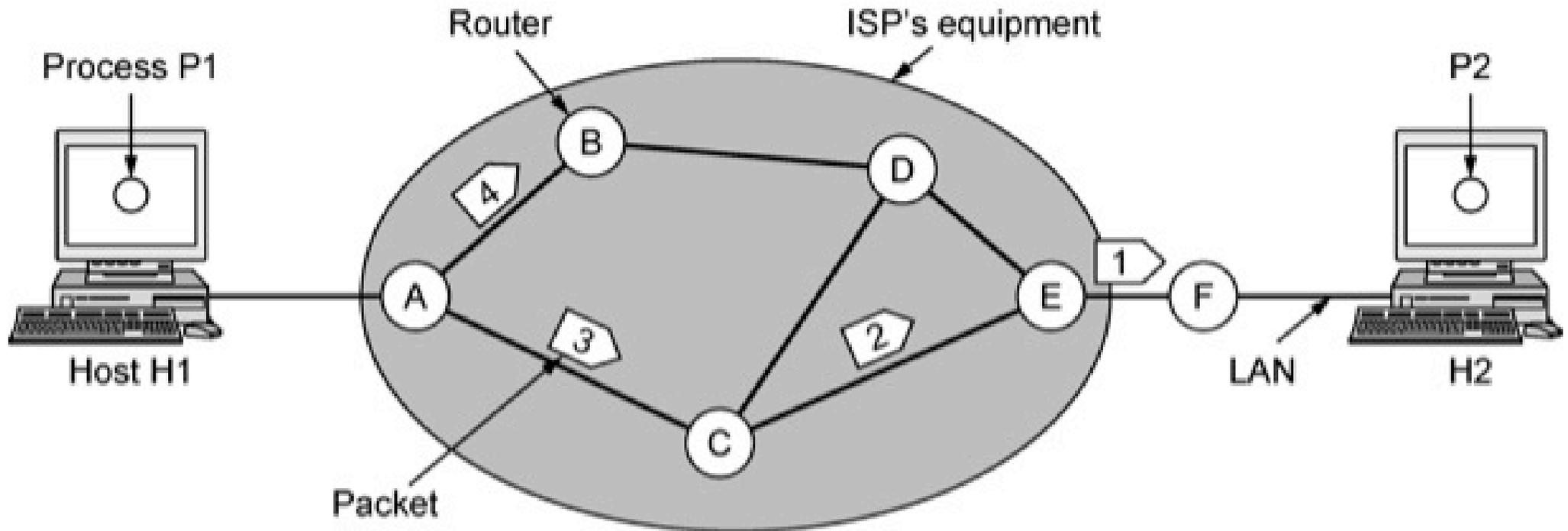
10000000 00001010 00000010 00000011

- The same 32-bit number expressed in dotted decimal notation

128 . 10 . 2 . 3



The Environment of the Network Layer Protocols



A's table (initially)

A	-
B	B
C	C
D	B
E	C
F	C

Dest. Line

A's table (later)

A	-
B	B
C	C
D	B
E	B
F	B

C's table

A	A
B	A
C	-
D	E
E	E
F	E

E's table

A	C
B	D
C	C
D	D
E	-
F	F

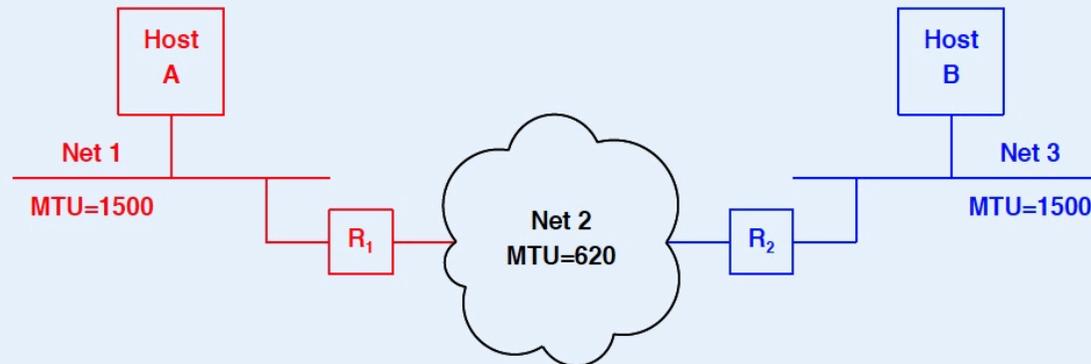
Routing within a Datagram Network

A Potential Problem

- A datagram can contain up to 65535 total octets (including header)
- Network hardware limits maximum size of frame (e.g., Ethernet limited to 1500 octets)
 - Known as the network *Maximum Transmission Unit* (*MTU*)
- Question: how is encapsulation handled if datagram exceeds network MTU?

Zum Problem der "Fragmentierung"

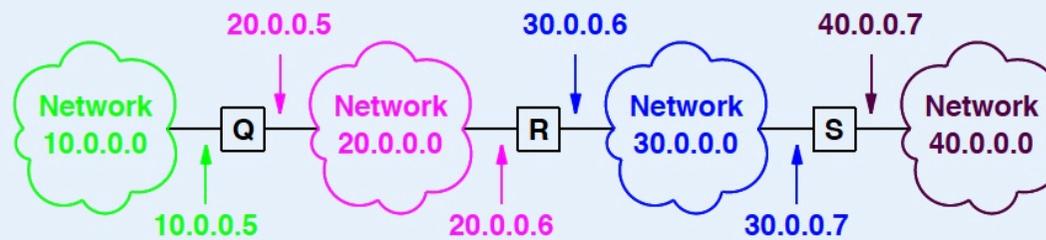
Illustration Of When Fragmentation Needed



- Hosts A and B send datagrams of up to 1500 octets
- Router R₁ fragments large datagrams from Host A before sending over Net 2
- Router R₂ fragments large datagrams from Host B before sending over Net 2

Zum Problem der "Fragmentierung"

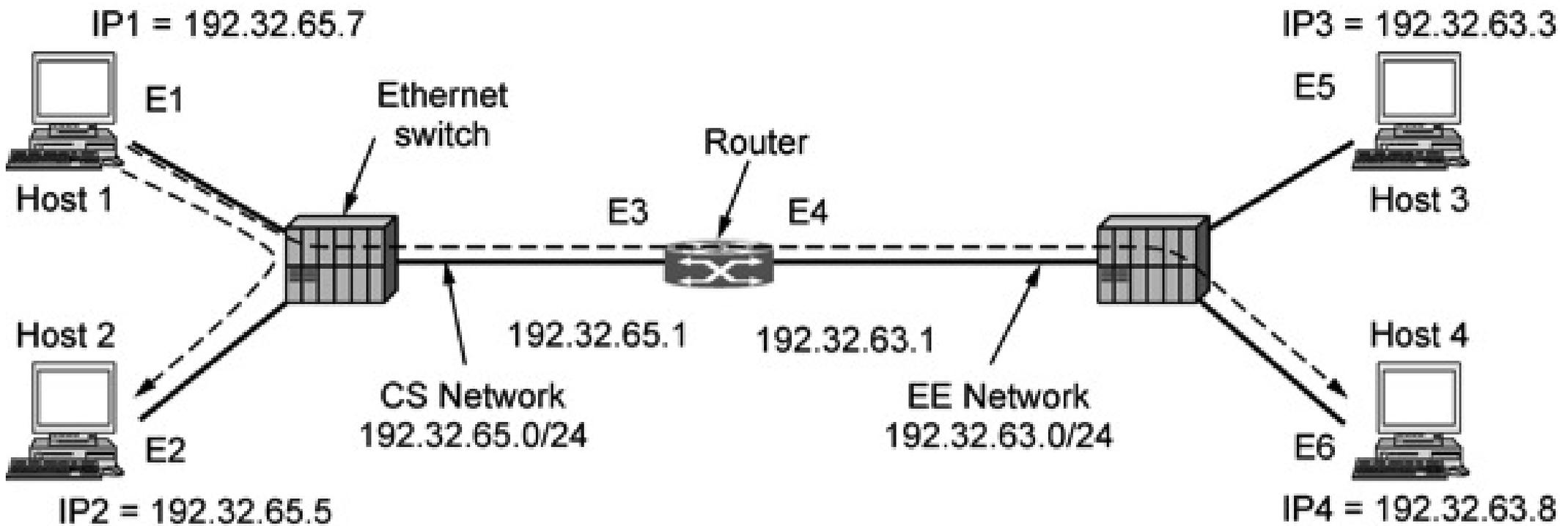
Conceptual Contents Of Routing Table Found In An IP Router



An example Internet with IP addresses

TO REACH NETWORK	ROUTE TO THIS ADDRESS
20.0.0.0/8	DELIVER DIRECT
30.0.0.0/8	DELIVER DIRECT
10.0.0.0/8	20.0.0.5
40.0.0.0/8	30.0.0.7

The routing table for router R



Frame	Source IP	Source Eth.	Destination IP	Destination Eth.
Host 1 to 2, on CS net	IP1	E1	IP2	E2
Host 1 to 4, on CS net	IP1	E1	IP4	E3
Host 1 to 4, on EE net	IP1	E4	IP4	E6

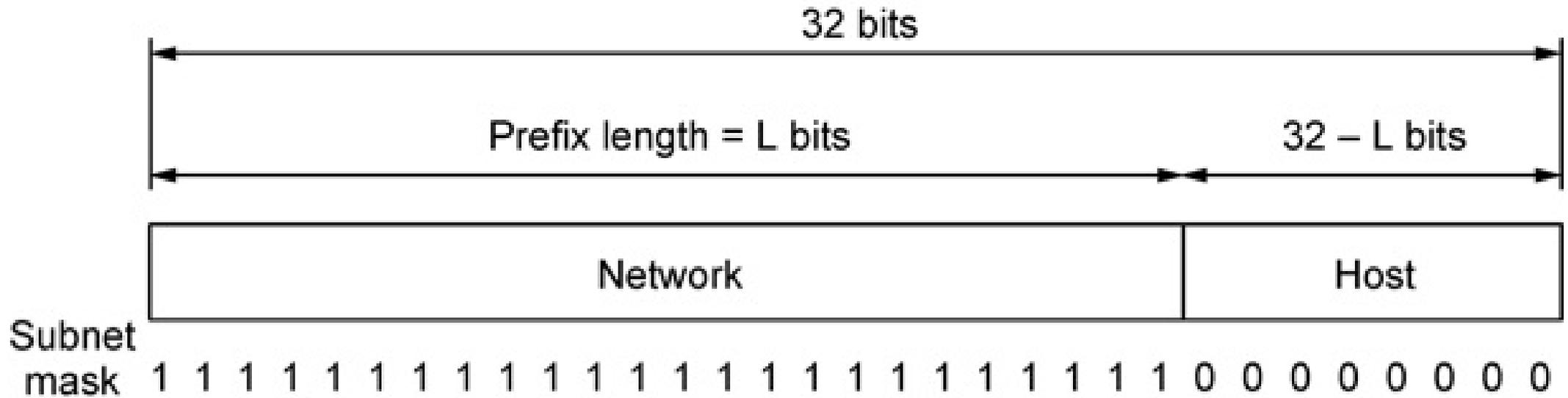
Zur Erläuterung des Address Resolution Protocols (ARP)

Besondere IPv4-Adressen nach [RFC 3330](#) :

CIDR-Adressblock	Adressbereich	Beschreibung	RFC
0.0.0.0/8	0.0.0.0 bis 0.255.255.255	aktuelles Netz (nur als Quelladresse gültig)	RFC 3232  (ersetzt RFC 1700 )
10.0.0.0/8	10.0.0.0 bis 10.255.255.255	Netzwerk für den privaten Gebrauch	RFC 1918 
100.64.0.0/10	100.64.0.0 bis 100.127.255.255	Mehrfach benutzter Adressbereich für Provider-NAT	RFC 6598 
127.0.0.0/8 ⁽¹⁾	127.0.0.0 bis 127.255.255.255	Localnet	RFC 3330 
169.254.0.0/16	169.254.0.0 bis 169.254.255.255	Zeroconf	RFC 3927 
172.16.0.0/12	172.16.0.0 bis 172.31.255.255	Netzwerk für den privaten Gebrauch	RFC 1918 
192.0.0.0/24	192.0.0.0 bis 192.0.0.255	reserviert, aber zur Vergabe vorgesehen	
192.0.2.0/24	192.0.2.0 bis 192.0.2.255	Dokumentation und Beispielcode (<i>TEST-NET-1</i>)	RFC 5737  (ersetzt RFC 3330 )
192.88.99.0/24	192.88.99.0 bis 192.88.99.255	6to4-Anycast-Weiterleitungspräfix	RFC 3068 
192.168.0.0/16	192.168.0.0 bis 192.168.255.255	Netzwerk für den privaten Gebrauch	RFC 1918 
198.18.0.0/15	198.18.0.0 bis 198.19.255.255	Netz-Benchmark-Tests	RFC 2544 
198.51.100.0/24	198.51.100.0 bis 198.51.100.255	Dokumentation und Beispielcode (<i>TEST-NET-2</i>)	RFC 5737 
203.0.113.0/24	203.0.113.0 bis 203.0.113.255	Dokumentation und Beispielcode (<i>TEST-NET-3</i>)	RFC 5737 
224.0.0.0/4	224.0.0.0 bis 239.255.255.255	Multicasts (früheres Klasse-D-Netz)	RFC 3171 
240.0.0.0/4	240.0.0.0 bis 255.255.255.255	reserviert (früheres Klasse-E-Netz)	RFC 3232  (ersetzt RFC 1700 )
255.255.255.255 ⁽²⁾	255.255.255.255	Broadcast	

Source: Wikipedia

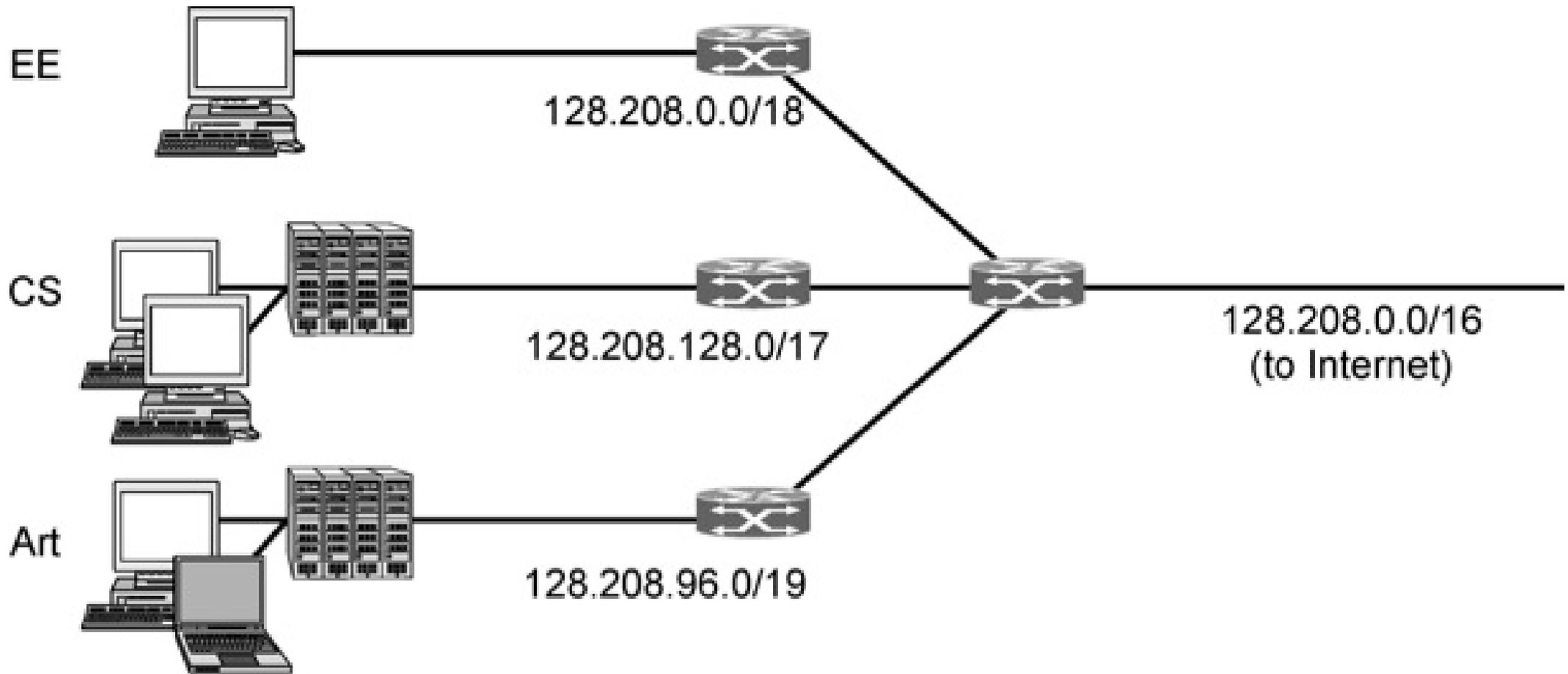
Reserved IP-Address Spaces



IP-Prefix und Subnetz-Maske

University	First address	Last address	How many	Prefix
Cambridge	194.24.0.0	194.24.7.255	2048	194.24.0.0/21
Edinburgh	194.24.8.0	194.24.11.255	1024	194.24.8.0/22
(Available)	194.24.12.0	194.24.15.255	1024	194.24.12.0/22
Oxford	194.24.16.0	194.24.31.255	4096	194.24.16.0/20

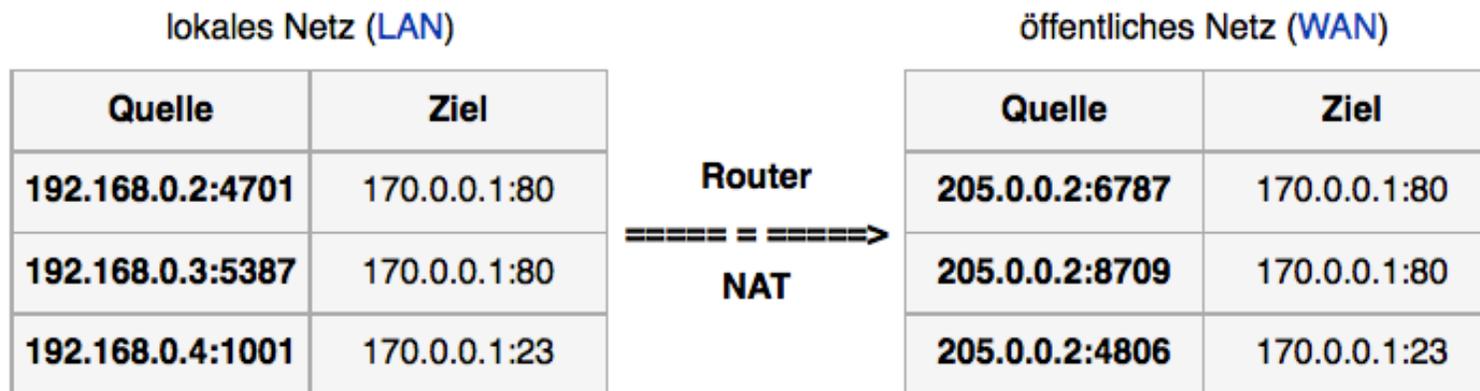
Beispiele für die Zuweisung von IP-Adressen



Splitting an IP Prefix into Separate Networks with Subnetting

Source NAT [\[Bearbeiten\]](#)

Bei jedem Verbindungsaufbau durch den Client wird die Quell-IP-Adresse durch eine des Routers ersetzt. Außerdem wird der Quellport durch einen freien Port des Routers ersetzt, der dadurch belegt wird. Diese Zuordnung wird in der NAT-Table des Routers gespeichert. Der Vorgang wird als PAT (Port and Address Translation) bezeichnet.



Source-NAT und IP-Routing am Beispiel [\[Bearbeiten\]](#)

In diesem Beispiel nutzt das private Netz die IP-Adressen 192.168.0.0/24. Zwischen diesem Netz und dem öffentlichen Internet befindet sich ein *Source-NAT-Router* mit der öffentlichen Adresse 205.0.0.2/32.

Source: Wikipedia

Illustration of Network Address Translation

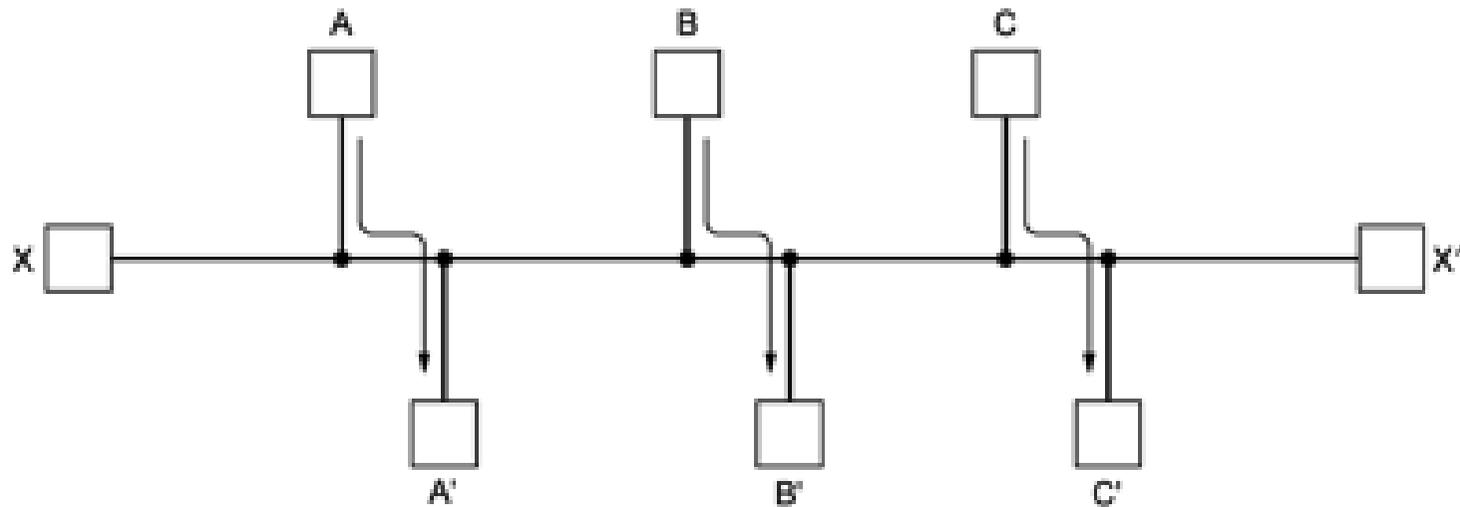
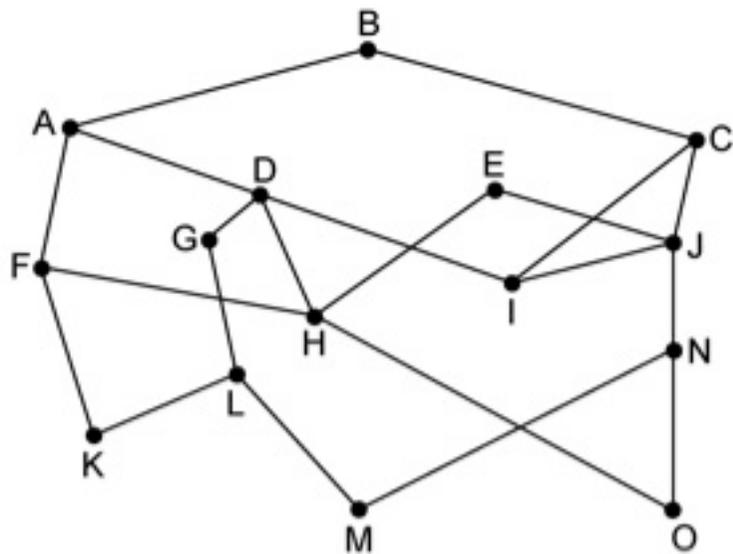
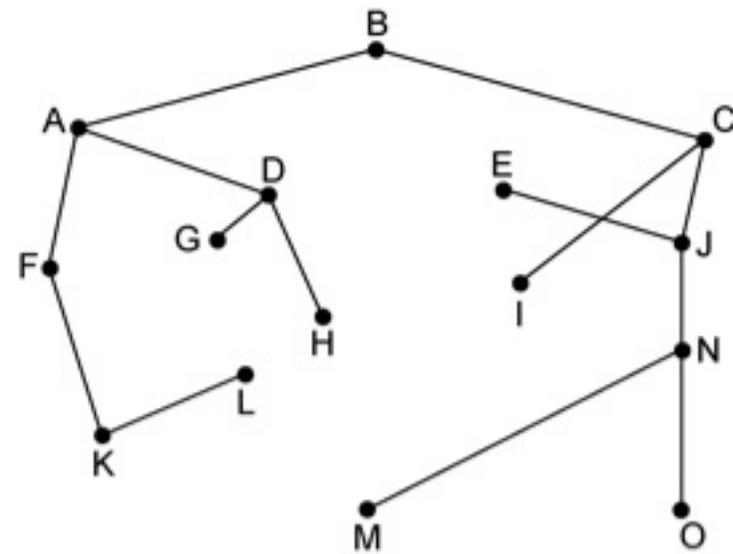


Illustration for Conflict between Fairness and Efficiency



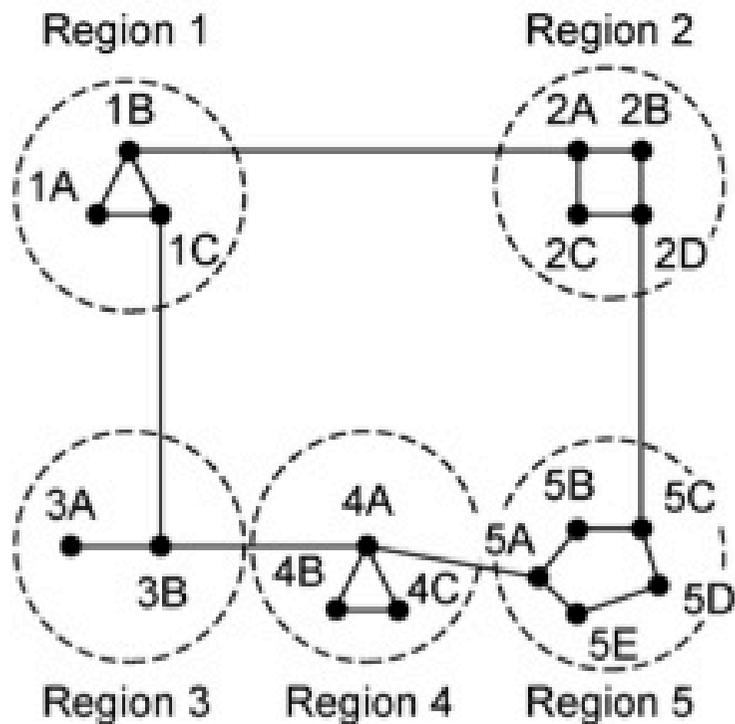
(a)



(b)

(a) A network. (b) A sink tree for router B.

Illustration for Determination of Sink Tree



(a)

Full table for 1A

Dest.	Line	Hops
1A	-	-
1B	1B	1
1C	1C	1
2A	1B	2
2B	1B	3
2C	1B	3
2D	1B	4
3A	1C	3
3B	1C	2
4A	1C	3
4B	1C	4
4C	1C	4
5A	1C	4
5B	1C	5
5C	1B	5
5D	1C	6
5E	1C	5

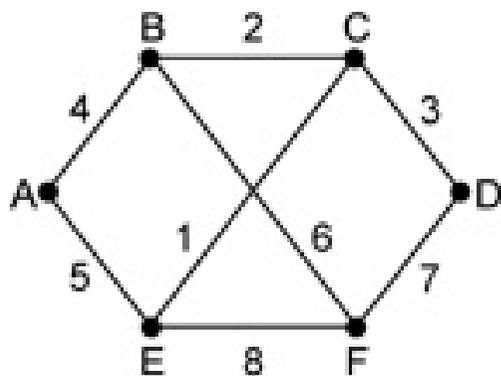
(b)

Hierarchical table for 1A

Dest.	Line	Hops
1A	-	-
1B	1B	1
1C	1C	1
2	1B	2
3	1C	2
4	1C	3
5	1C	4

(c)

Illustration of Hierarchical Routing



(a)

A		Link		State		D		E		F	
Seq.		B		C		Seq.		Seq.		Seq.	
Age		Age		Age		Age		Age		Age	
B	4	A	4	B	2	C	3	A	5	B	6
E	5	C	2	D	3	F	7	C	1	D	7
		F	6	E	1			F	8	E	8

(b)

(a) A network. (b) The link state packets for this network.

Construction of Link State Packets for Link State Routing

Source	Seq.	Age	Send flags			ACK flags			Data
			A	C	F	A	C	F	
A	21	60	0	1	1	1	0	0	
F	21	60	1	1	0	0	0	1	
E	21	59	0	1	0	1	0	1	
C	20	60	1	0	1	0	1	0	
D	21	59	1	0	0	0	1	1	

Link State Buffer in Router B of Previous Slide