



openHPI-Kurs: Wie funktioniert das Internet?

Adressierung mit IPv4

Prof. Dr. Christoph Meinel
Hasso-Plattner-Institut
Universität Potsdam

Adressierung mit IPv4 (1/2)

Problem: Wie findet ein Datenpaket seinen Weg zum Ziel?

Einheitliche Adressierung notwendig:

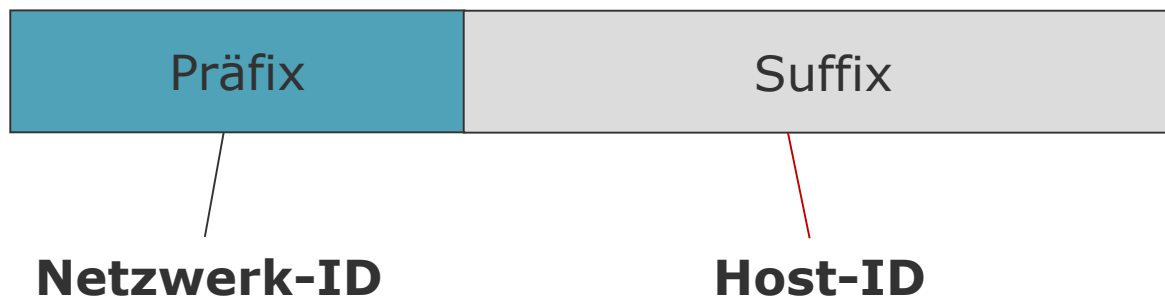
- IP-Protokollsoftware weist dabei jedem Host **eindeutige Adresse** zu
- IP-Standard (**IPv4**) ordnet jedem Host für die gesamte Kommunikation im Internet eine 32 Bit Binärzahl zu:
→ **IP-Adresse** (*Internet Protocol Address*)
- Jedes im Internet versendete Datenpaket enthält die IP-Adresse des Senders und die des Empfängers

Adressierung mit IPv4 (2/2)

IPv4-Adresse (32 Bit) besteht aus

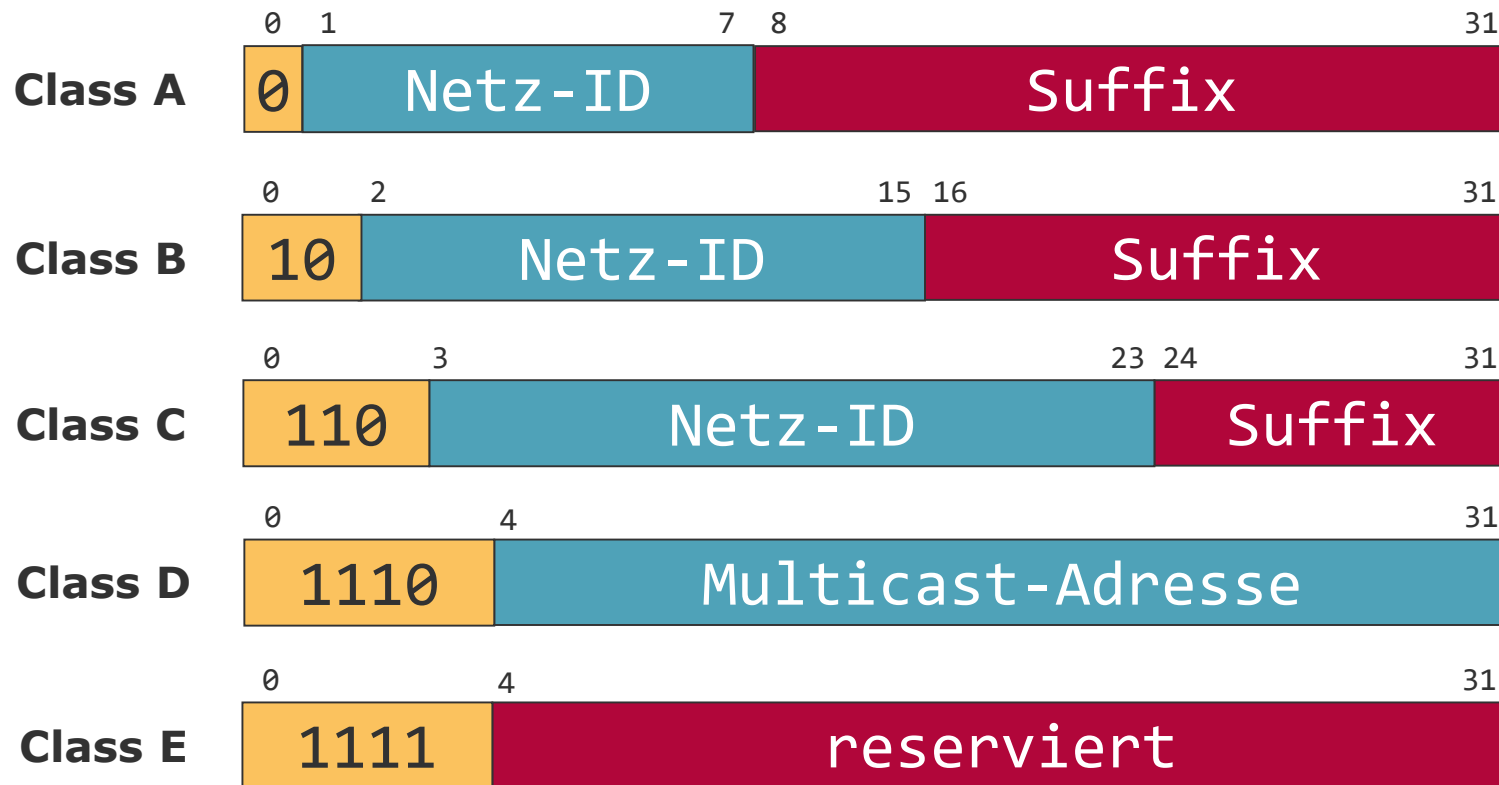
- **Präfix** – identifiziert das physische Netz
- **Suffix** – identifiziert einen bestimmten Computer im betreffenden Netz

IP-Adresse identifiziert also keinen bestimmten Rechner, sondern eine **Verknüpfung von einem Computer mit einem Netz**



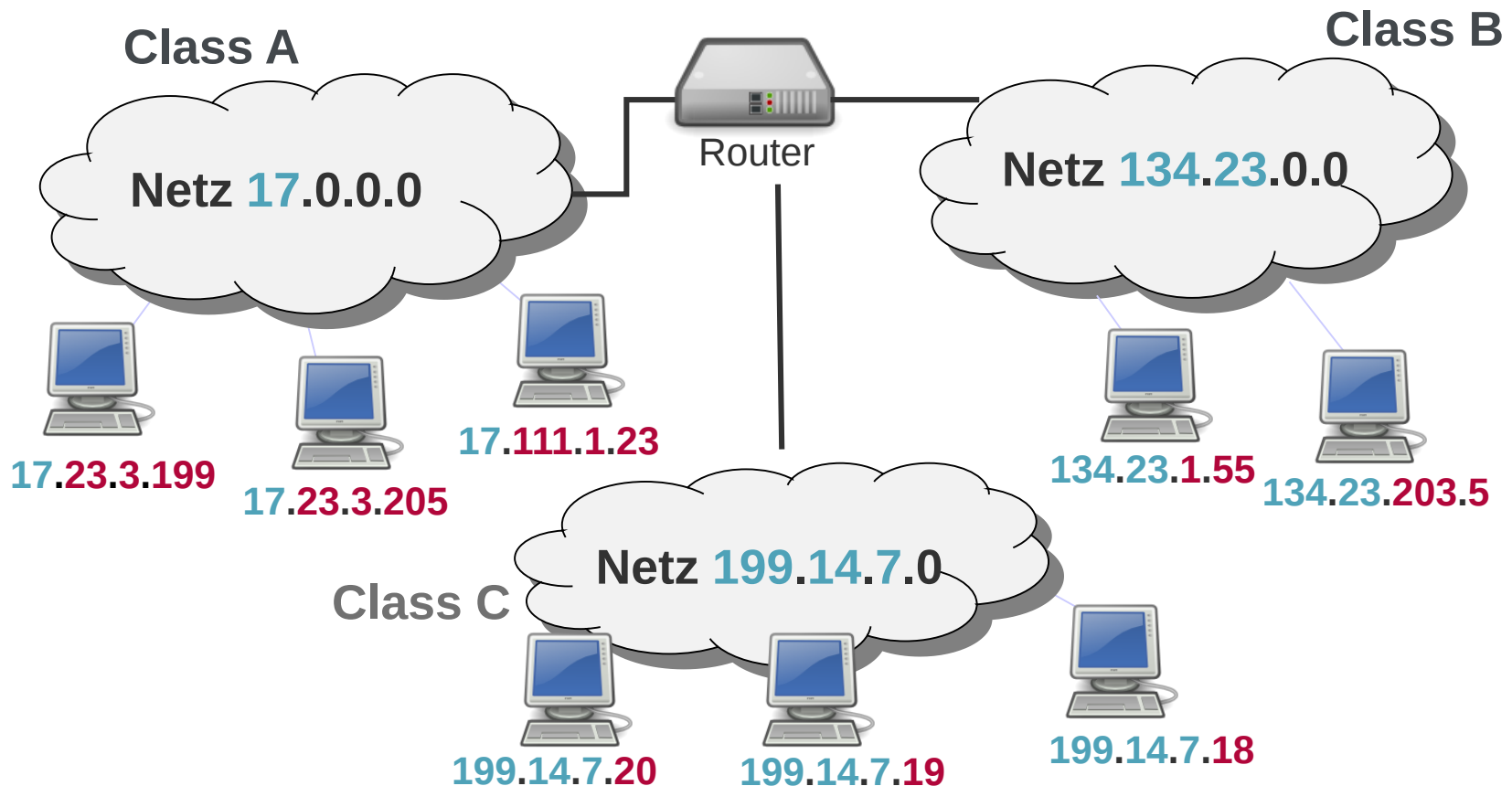
Classful Addressing mit IPv4 (1/4)

Classful Addressing (historisch)



Classful Addressing mit IPv4 (2/4)

Beispiel für Classful Addressing:



Classful Addressing mit IPv4 (3/4)

Spezielle IPv4-Adressen

Broadcast-Adressen

- Host-ID = 255
- All-Network-Broadcast: 255.255.255.255

Netzwerkadressen/Local Net

- Host-ID = 0
- Local Network: Netzwerk-ID = 0

Loop-Back-Adressen (Local Host)

- Netzwerk-ID = 127
- Host-ID = 1 (Konvention)

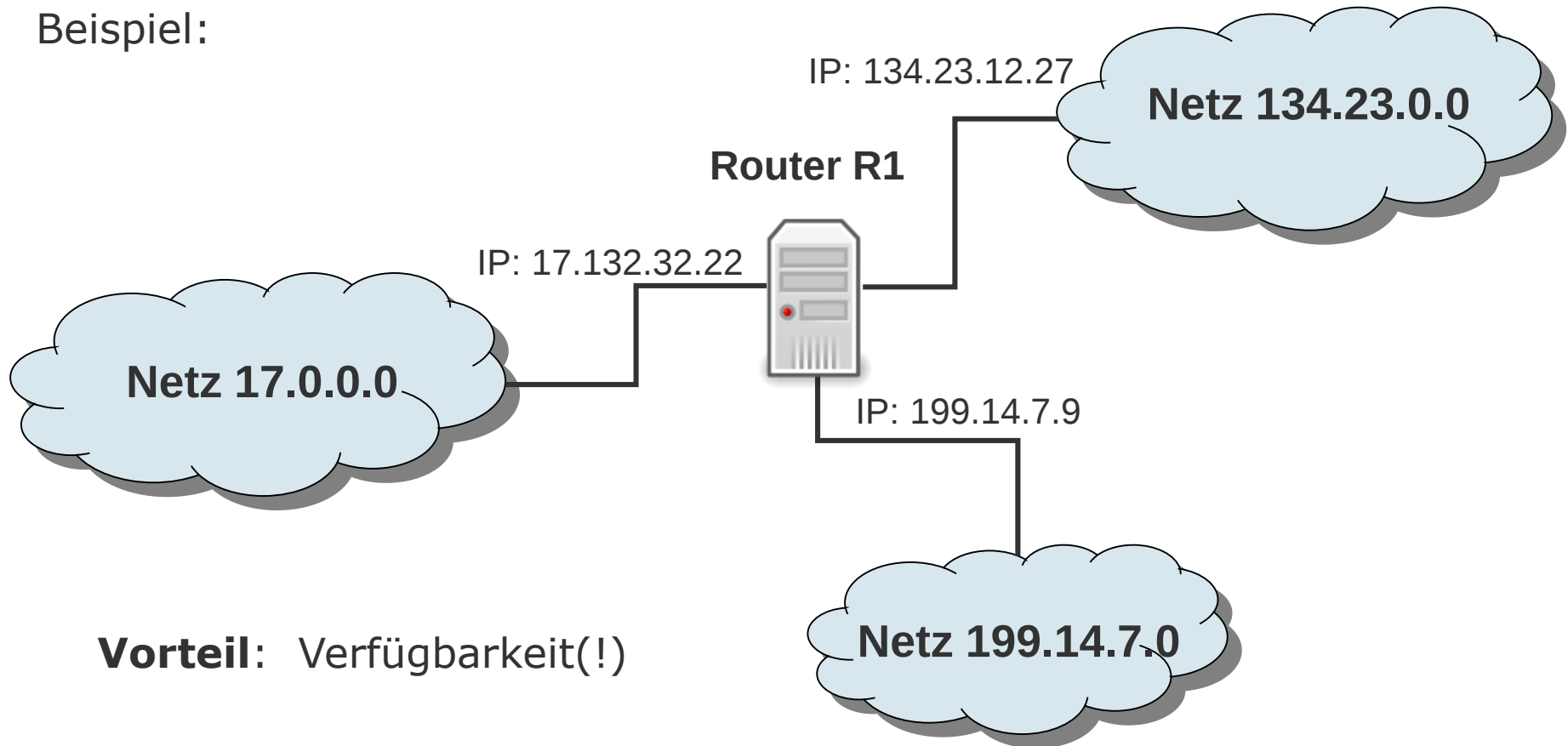
Private Adressen (RFC 1597, ersetzt durch RFC 1918)

- 10.x.x.x, 172.16.0.0 – 172.31.254.254,
192.168.0.0 – 192.168.254.254

Classful Addressing mit IPv4 (4/4)

Multihomed Hosts

Beispiel:



Vorteil: Verfügbarkeit(!)

Adressraum – Theorie und Praxis ...

Problem:

- Was tun, wenn das Netzwerk über die maximal mögliche Anzahl von Rechnern wächst?
 - zusätzliche Netzwerk-ID?
 - Netz der nächsthöheren Adressklasse beantragen?
 - Class C Netz (254 Hosts) meist zu klein
 - Class B Netz (65.534 Hosts) meist zu groß

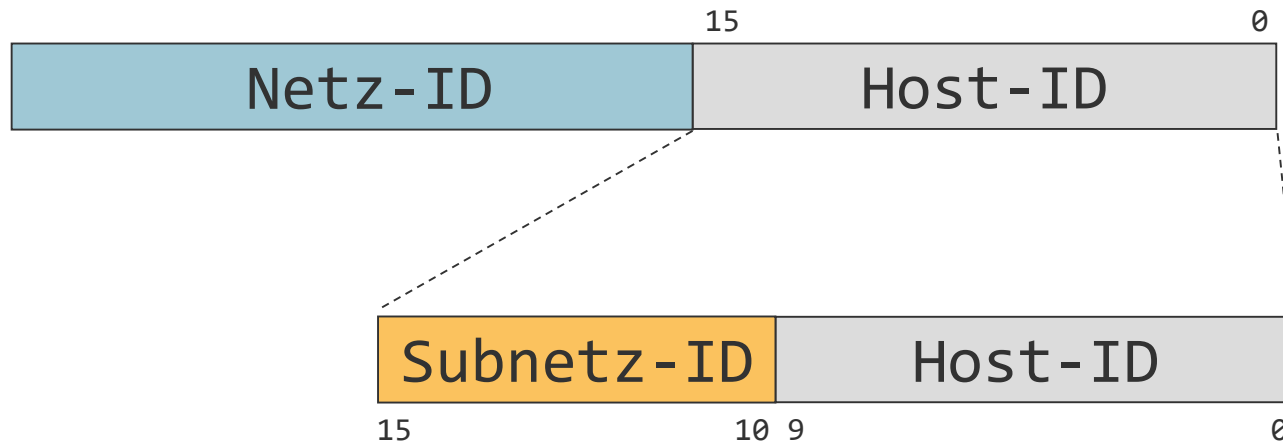
Lösungen:

- Subnetting (Subnetzadressierung)
- Classless Addressing (Supernetting)
und Classless Inter-Domain Routing (CIDR)
- Network Address Translation (NAT)
und Network Address Port Translation (NAPT)

Subnetting und Classless Addressing (1/4)

Subnetting: Logische Unterteilung eines Netzwerks in separate, physisch voneinander unabhängige Subnetze

- Ursprünglich: Aufteilung von „classful“ adressierten Netzen in mehrere kleinere Netze



Subnetz-ID mit 6 Bit → 62 Subnetze

Host-ID mit 10 Bit → 1022 Hosts

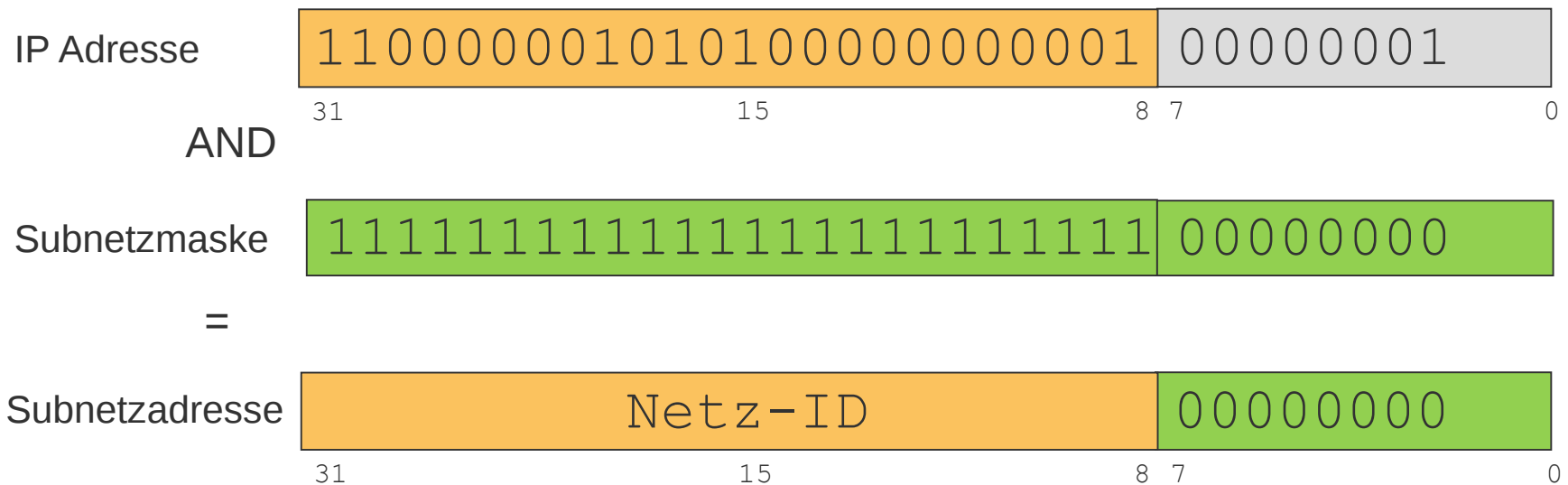


Wie unterscheidet man Subnetz-ID ↔ Host-ID?

Subnetting und Classless Addressing (2/4)

Heute: Wegfall der Adressklassen und der festen Unterscheidung von Netz- und Host-ID. Stattdessen Einsatz von **Subnetzmasken** variabler Länge (VLSM, Variable Length Subnet Mask)

192.168.1.1/24



Subnetting und Classless Addressing (3/4)

Router identifiziert das Netz (Subnet) über zugehörige **Subnetzmaske**:

- **IP-Adresse AND Subnetzmaske = (Sub)Netzwerk-ID**
- **IP-Adresse AND Subnetzmaske⁻¹ = Host-ID**
(Subnetzmaske⁻¹ := bitweise Invertierung der Subnetzmaske)

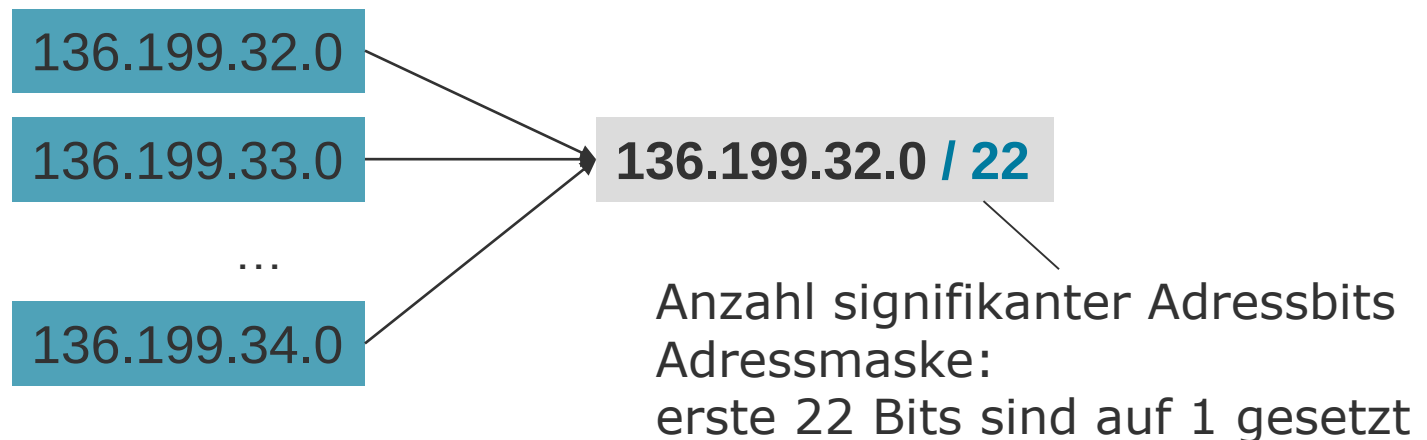
Schreibweise für Netzmasken

- **Dotted-decimal Notation:**
192.168.1.0/255.255.255.0
- **CIDR Notation:**
192.168.1.0/24
→ /24 gibt die Anzahl an 1-Bits in der Subnetzmaske an
(ab most significant Bit)

Subnetting und Classless Addressing (4/4)

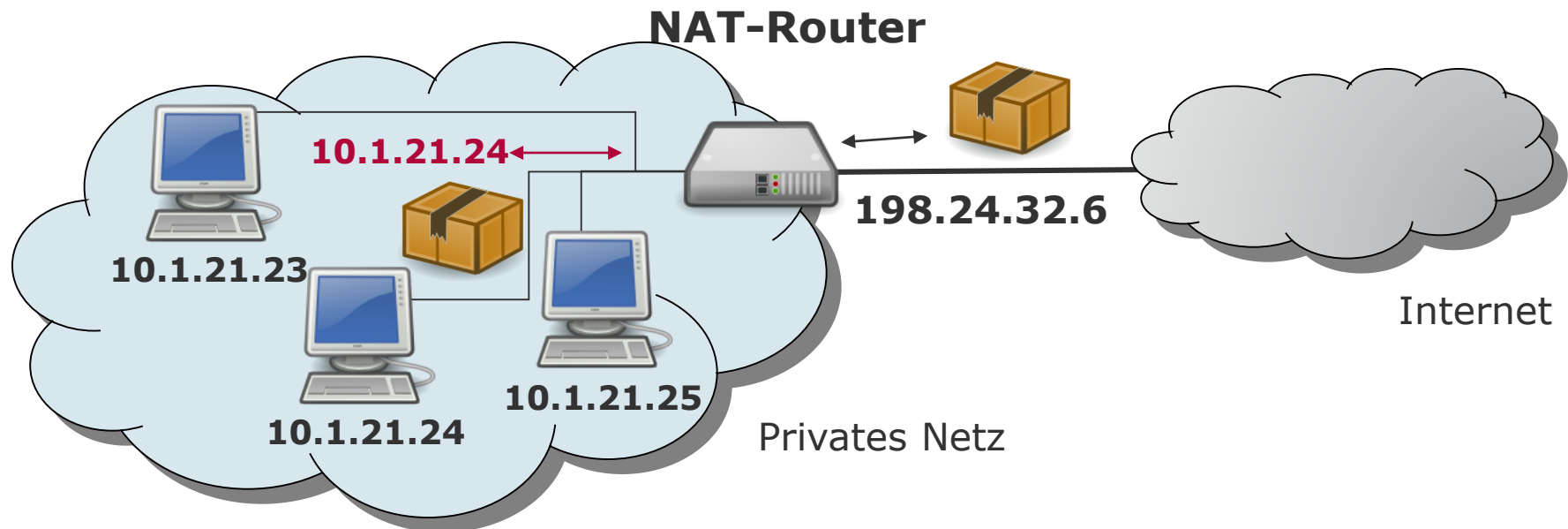
Supernetting ist ein komplementärer Ansatz zu Subnetting

- Einzelne Netzwerke werden zu einem „Supernetz“ zusammengefasst, um Zahl der Einträge in Routingtabellen zu reduzieren
- Nutzung zusammenhängender Adressblöcke (CIDR Blocks)
- Classless Interdomain Routing (RFC 1519):
Eintrag (139.199.32.0,3) spezifiziert die drei Netzwerkklassen



NAT – Network Address Translation

- Nutzung der „**privaten**“ **IP-Adressbereiche**
- Private IP-Adressen dürfen nur **intern** verwendet werden
- **NAT**-Router übersetzt interne/externe IP-Adressen
- **NAPT** (Network Address Port Translation) verwendet zur eindeutigen Identifikation **TCP-Quell-/Zielpport** → nur eine externe IP nötig



Probleme mit IPv4 nicht nur bei der Adressierung ...

- Derzeitige IP-Version (**IPv4**) ist außerordentlich erfolgreich
- **Grund** liegt im geglückten Basisdesign:
 - Einsatz auch mit ganz neuen Hardware-Technologien möglich, wurde entwickelt vor Verbreitung der LAN-Technologie!
 - Funktioniert auch in Netzen, die um Größenordnungen schneller sind als die, für welche es ursprünglich konzipiert war
 - Hat enorme Zuwächse im globalen, heterogen Internet verkraftet



ABER ungebremstes Wachstum. Mobiles Internet und Entwicklung des Internet der Dinge (IoT) bringen IPv4 an seine Grenzen, z.B. fehlende Adressierungsmöglichkeiten
→ Umstieg auf Nachfolger IPv6 dringend nötig