

Internetworking - Internetprotokoll IP



STUDIEREN
AUF HÖCHSTEM
NIVEAU

Prof. Dr. Jürgen Anders, Hochschule Furtwangen
Fakultät Digitale Medien

Internetprotokoll IP

Internetprotokoll ist zentrales Netzwerkprotokoll im TCP/IP-Stack auf der Internetschicht / Internet Layer

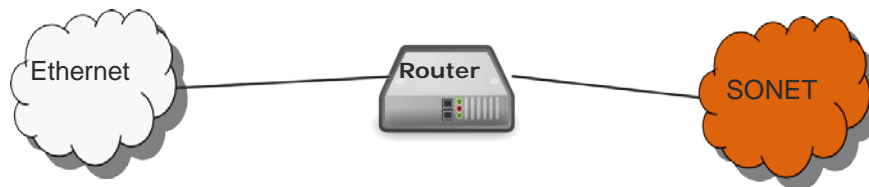
- **Aufgaben:**

- Vermittlung zwischen unterschiedlichsten Netztechnologien
- Bereitstellung eines einheitlichen Adressierungsschema im weltweiten Internet
- Korrekte Weiterleitung von Internetdatenpaketen über den Netzwerkverbund trotz unterschiedlicher Betriebsparameter
- Auffinden optimaler Wege für Datenpakete (Paketrouten)
- Übertragungsfehler erkennen anhand von Prüfsummen

- **Aktuell verwendete IP-Versionen:**

- IPv4
- IPv6

- **Unterschiedliche Netzwerke** sind im Internet durch Router verbunden
- IP-Pakete werden in den zu überquerenden Netzwerken als Nutzdaten in den dort gültigen Paketformaten transportiert
- IP-Paket hat keine Kenntnis von Protokollen des Link-Layers



Ethernet-Header

IP-Paket

SONET-Header

IP-Paket

Internetprotokoll bietet **einheitliches, netzwerkübergreifendes Adressierungsschema**

- Sorgt für Adressumsetzung an Netzwerkschnittstellen
- Benötigt Verzeichnisdienste, um die Zuordnung der unterschiedlichen IP-Adressen zu ermöglichen
 - Weltweit eindeutige IPs, z.B. an Routern)
 - Lokale IPs, die weltweit mehrfach vorkommen können (z.B. im Heimnetzwerk)

Beispiel:

141.89.225.101

IPv4-Adresse

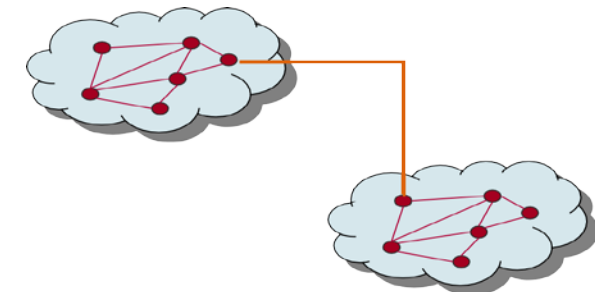
2001:638:807:204::8d59:e17e

IPv6-Adresse

Internetprotokoll sorgt dafür, für ein IP-Paket einen möglichst optimalen Weg durch das Internet vom Sender zum Empfänger zu finden

- Internet hat Millionen von Netzwerkknoten
 - Paket soll nicht über unnötig viele Knoten verschickt werden
 - Paket soll möglichst schnell Empfänger erreichen

-> IP-Routing



Problem: Wie findet ein Datenpaket seinen Weg zum Ziel?

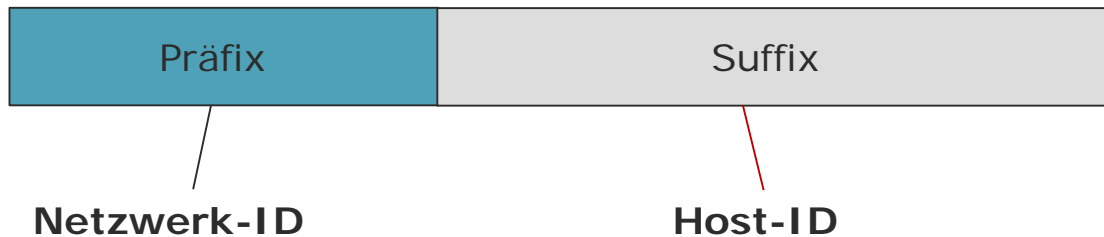
Einheitliche Adressierung notwendig:

- 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

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



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)

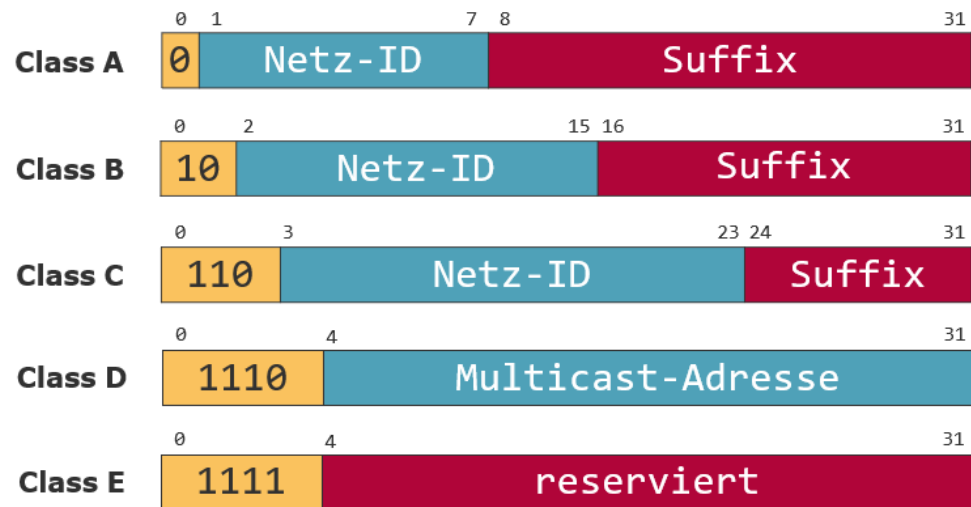
- Netzwerk-ID = 127
- Host-ID = 1 (Konvention)

Private Adressen (RFC 1597, ersetzt durch RFC 1918)

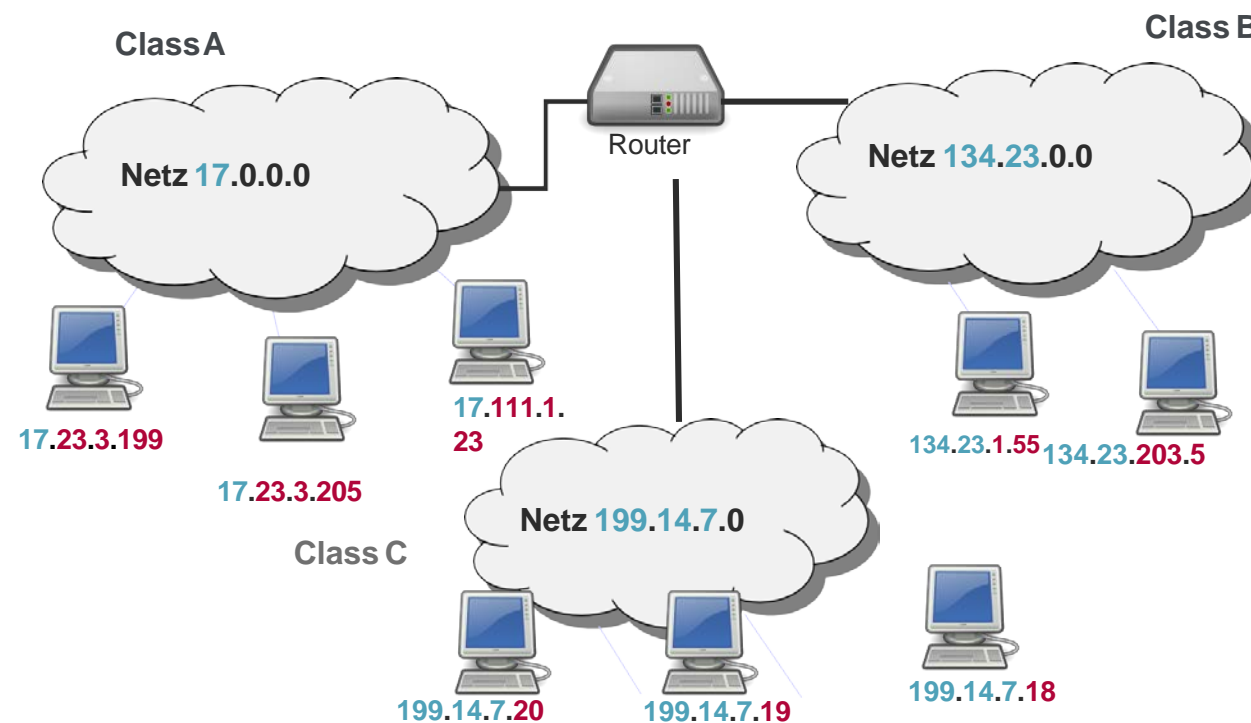
- 10.x.x.x, 172.16.0.0 – 172.31.254.254,
- 192.168.0.0 – 192.168.254.254

Klassenbasierte Adressierung mit IPv4

Klassenbasierte Adressierung



Beispiel für Classful Addressing:



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

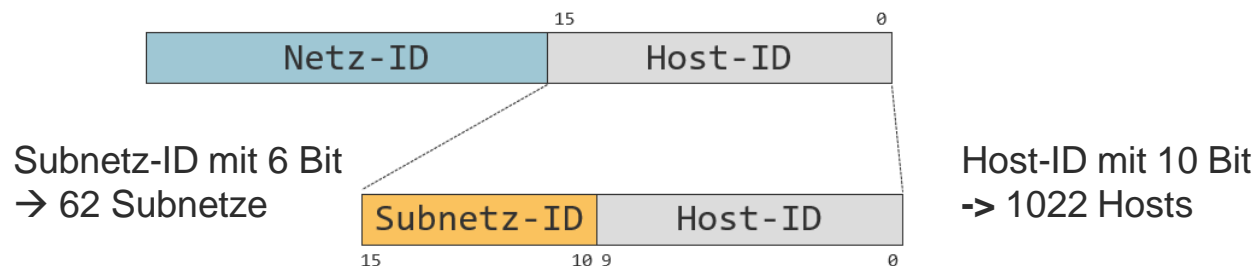
Lösungen:

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

Subnetting:

Logische Unterteilung eines Netzwerks in separate, physisch voneinander unabhängige Subnetze

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



Wie unterscheidet man Subnetz-ID <-> Host-ID?

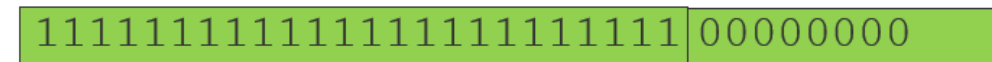
Heute: Wegfall der Adressklassen und der festen Unterscheidung von Netz- und Host-ID. Stattdessen Einsatz von Subnetzmasken variabler Länge (VLSM, Variable Length Subnet Mask)

Beispiel: 192.168.1.1/24

IP-Adresse



AND Subnetzmaske



= Subnetzadresse



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

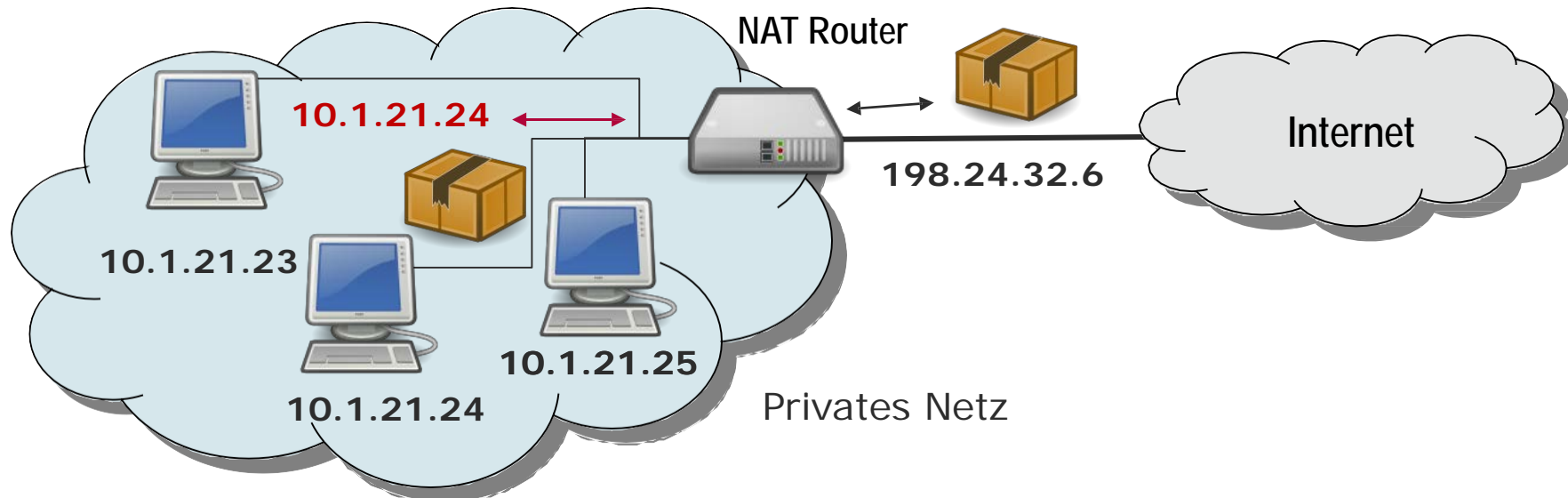
Network Address Translation - NAT

- 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-/Zielport
-> 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



Internetworking - Internetprotokoll IP



STUDIERN
AUF HÖCHSTEM
NIVEAU

Prof. Dr. Jürgen Anders, Hochschule Furtwangen
Fakultät Digitale Medien