

Lernzusammenfassung

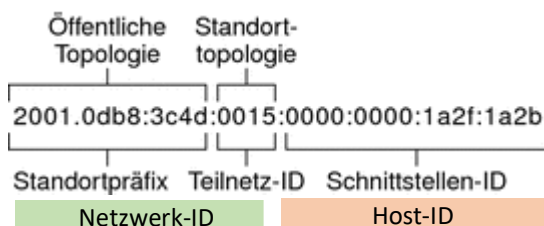
IPv6

- IPv4 bietet einen Adressraum von etwas über 4 Milliarden IP-Adressen.
- Viele der 4 Milliarden sind in der Praxis nicht nutzbar (z. B. Multicast)
- Als Resultat daraus herrscht Adressenknappheit. (Notlösungen: PAT, CIDR, NAT und dynamische Vergabe)
- IPv6 bietet einen Adressbereich von 2_{128} . Das sind ca. 340 Sextillionen.
- 340.282.366.920.938.463.463.374.607.431.768.211.456

IPv6: Eine Schnittstelle kann mehrere IPv6 Adressen haben, man nennt dies dann Knoten.

Adressaufbau von IPv6

hexadezimaler Notation mit Doppelpunkten geschrieben: 8 Blöcke mit je 16 Bit pro Block unterteilt.



Die **ersten 64 Bit** der IPv6-Adresse dienen üblicherweise der Netzadressierung, die **letzten 64 Bit** werden zur Host-Adressierung verwendet. Das dazugehörige **Subnetz: /64**

Subnetting findet in der Teilnetz-ID statt.

Vereinfachte Schreibweise (1)

2001:0db8:0000:affe:0000:0000:0000:0001

1. Regel: Führende Nullen dürfen in jedem Block weggelassen werden!

2001:db8:0:affe:0:0:0:1

Vereinfachte Schreibweise (2)

2001:db8:0:affe:0:0:0:1

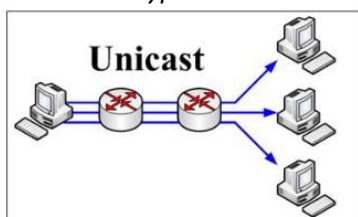
2. Regel: Einmal (!) darf eine Folge von Nullblöcken durch :: ersetzt werden!

2001:db8:0:affe::1

Als URL in eckigen Klammern eingeschlossen: [https://\[2001:0db8:85a3:08d3:1319:8a2e:0370:7344\]:443/](https://[2001:0db8:85a3:08d3:1319:8a2e:0370:7344]:443/)

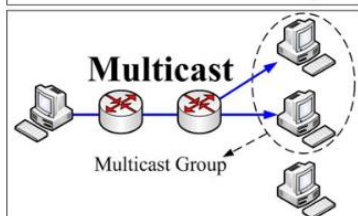
Dies verhindert die fälschliche Interpretation von Portnummern als Teil der IPv6-Adresse

Drei Adresstypen:



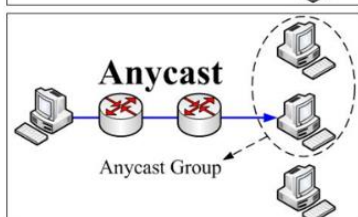
Unicast

Bezieht sich auf eine Schnittstelle auf einem einzelnen Knoten.



Multicast

Bezieht sich auf eine Gruppe von Schnittstellen, in der Regel auf verschiedenen Knoten. Pakete, die eine Multicast-Adresse gesendet werden, werden an alle Mitglieder der **Multicast-Gruppe** geleitet.



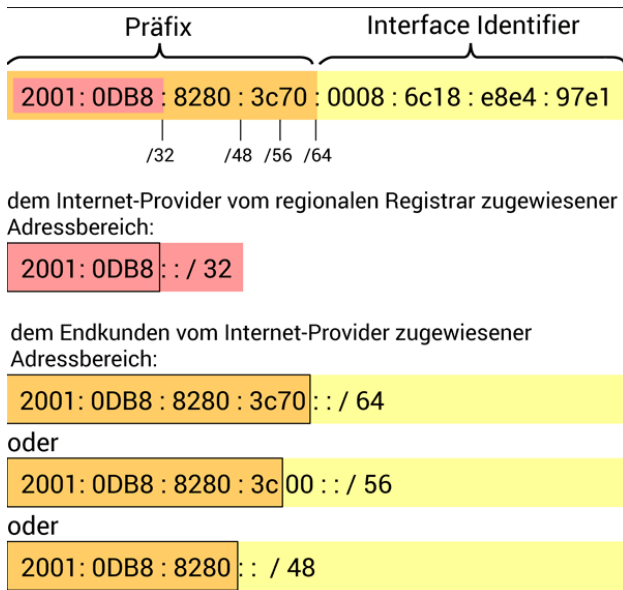
Anycast

Bezieht sich auf eine Gruppe von Schnittstellen, in der Regel auf verschiedenen Knoten. Pakete, die an eine Anycast-Adresse gesendet werden, gehen an den Mitglieds-knoten der **Anycast-Gruppe**, der dem Absender am nächsten ist.

Lernzusammenfassung

IPv6

Präfixe in IPv6



Die linken Felder der IPv6-Adresse enthalten das zum Routen von IPv6-Paketen verwendete Präfix. IPv6-Präfixe weisen das folgende Format auf:

`2001:0db8:8280:3c70:0008:6c18:e8e4:97e1 /48`

Präfixlänge = Classless Inter-Domain Routing (CIDR)-Notation

Das **Standortpräfix** einer IPv6-Adresse belegt bis zu 48 Bit.

Sie können auch ein **Teilnetzpräfix** angeben, das die interne Netzwerktopologie für einen Router definiert. Die IPv6-Beispieladresse hat das folgende Teilnetzpräfix.

`2001:db8:3c4d:15::/64`

Das Teilnetzpräfix umfasst immer 64 Bit. Diese Bit umfassen 48 Bit für das Standortpräfix, zusätzlich zu den 16 Bit für die Teilnetz-ID.

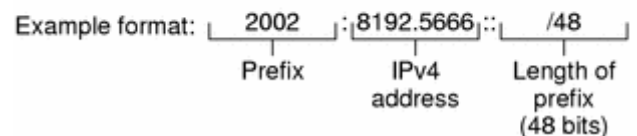
Die folgenden Präfixe wurden für besondere Zwecke reserviert:

`2002::/16`

Gibt an, dass ein **6to4-Routing-Präfix** folgt.



Example 6to4 address: `2002:8192:5666::/48`



`fe80::/10`

Gibt an, dass eine Link-lokale Adresse folgt.

`ff00::/8`

Gibt an, dass eine Multicast-Adresse folgt.

Unicast-Adressen

Global Unicast Adressen

- eindeutige Unicast-Adressen
- Global Routing Präfix ist hierarchisch aufgebaut
- zeigt auf eine Site, eine Anzahl von Subnetzen oder Links.

Lernzusammenfassung

IPv6

Präfix: 2000::/3 (2000 ... bis 3fff ...)

Dieses sind von der IANA vergebene weltweit einzigartige, routbare Adressen

Präfix: 2001::/32

werden an Provider vergeben, die sie dann an Endkunden weitergeben

Präfix: 2001:db8::/32

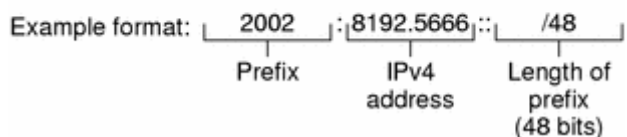
dienen zur Verwendung in Dokumentationen

Präfix: 2002 ...

Adressen für die Verwendung mit dem Tunnelverfahren 6to4



Example 6to4 address: 2002:8192:5666::/48



Link-Local-Adressen

Präfix: fe80::/10

- nur innerhalb von geschlossenen Netzsegmenten gültig
- Wird nicht geroutet
- automatische Adresskonfiguration
- Zur Information über die Anwesenheit von anderen IPv6-Hosts und -Routern verwendet.

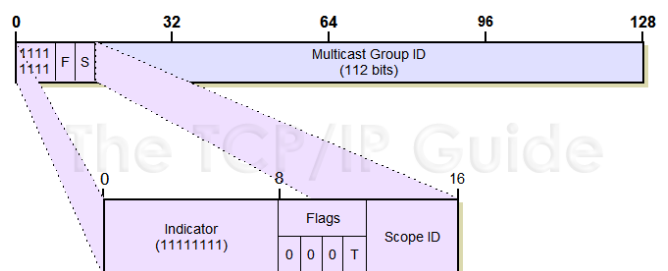
Um eventuelle nicht eindeutige Link-Local-Adressen zu unterscheiden, wird über einen speziellen Zonen-Index eine zusätzliche Routing-Information eingebracht. Hierzu wird die Link-Local-Adresse vom Betriebssystem mit dem Zonen-Index (zone_ID) erweitert. Die Syntax ist: *IPv6-Adresse%zone_ID*.

Multicast-Adressen

Präfix: ff00::/8 (ff...)

Eine Multicast-Adresse ist ein Identifier für eine Gruppe von Geräten. Jedes Gerät kann zu beliebig vielen Multicast-Gruppen gehören.

- Eine Multicast-Adresse gliedert sich in die Bereiche Präfix, Flags, Scope und Group-ID.
- "FF" im Präfix steht zur Kennzeichnung einer Multicast-Adresse.
- Nachfolgend vier Bits als Flags, über die der Adresstyp definiert wird.
- Vier weitere Bits bestimmen den Geltungsbereich (Scope) einer Multicast-Gruppe.



| IPv6 Multicast Scopes | | |
|-----------------------|----------------|--------------------------|
| Scope (HEX) | Scope (Binary) | Description |
| 1 | 0001 | Interface-local scope |
| 2 | 0010 | Link-local scope |
| 3 | 0011 | Subnet-local scope |
| 4 | 0100 | Admin-local scope |
| 5 | 0101 | Site-local scope |
| 8 | 1000 | Organization-local scope |
| E | 1100 | Global-local scope |

Multicastadressen sprechen bestimmte Dienste an. Diese Dienste haben bestimmte Geltungsbereiche. Zum Beispiel nur für eine Site oder einen Link oder auch global.

Lernzusammenfassung

IPv6

Etliche Bereiche der Multicast-Adressen sind von der IANA reserviert oder sind festen Funktionen zugeordnet (wohlbekannte Multicast-Adressen). Beispiele:

| Address | Description |
|-----------|---|
| ff02::1 | All nodes on the local network segment |
| ff02::2 | All routers on the local network segment |
| ff02::5 | OSPFv3 All SPF routers |
| ff02::6 | OSPFv3 All DR routers |
| ff02::8 | IS-IS for IPv6 routers |
| ff02::9 | RIP routers |
| ff02::a | EIGRP routers |
| ff02::d | PIM routers |
| ff02::16 | MLDv2 reports (defined in RFC 3810) |
| ff02::1:2 | All DHCP servers and relay agents on the local network segment (defined in RFC 3315) |
| ff02::1:3 | All LLMNR hosts on the local network segment (defined in RFC 4795) |
| ff05::1:3 | All DHCP servers on the local network site (defined in RFC 3315) |
| ff0x::c | Simple Service Discovery Protocol |
| ff0x::fb | Multicast DNS |
| ff0x::101 | Network Time Protocol |
| ff0x::108 | Network Information Service |
| ff0x::181 | Precision Time Protocol (PTP) version 2 messages (Sync, Announce, etc.) except peer delay measurement |
| ff02::6b | Precision Time Protocol (PTP) version 2 peer delay measurement messages |
| ff0x::114 | Used for experiments |

Wenn die IPv6-Unicast-Adresse einer Schnittstelle erstellt wird, macht der Kernel die Schnittstelle automatisch zu einem Mitglied bestimmter Multicast-Gruppen. Beispielsweise macht der Kernel jeden Knoten zu einem Mitglied der Multicast-Gruppe „Angeforderter KnotenNode“, die vom Neighbor Discovery-Protokoll zur Erkennung der Erreichbarkeit verwendet wird. Darüber hinaus macht der Kernel einen Knoten automatisch zu einem Mitglied der Multicast-Gruppen „Alle Knoten“ oder „Alle Router“.

Anycast-Adressen und -gruppen

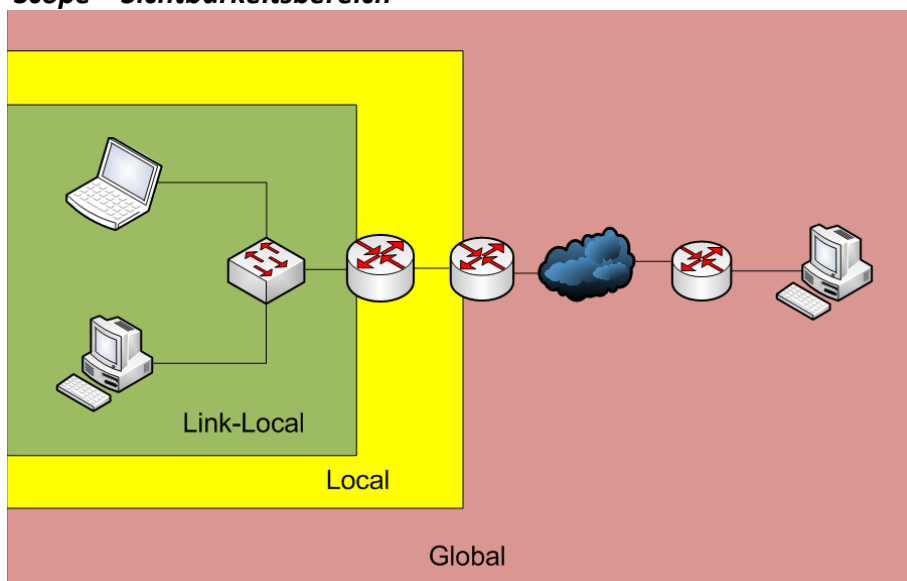
IPv6-Anycast-Adressen geben eine Schnittstellengruppe an, die sich auf unterschiedlichen IPv6-Knoten befindet. Jede Schnittstellengruppe wird als eine **Anycast-Gruppe bezeichnet**. Wenn ein Paket an eine Anycast-Adresse gesendet wird, empfängt das Anycast-Gruppenmitglied das Paket, das dem Sender am nächsten ist.

• **Previous:** [Einführung in IPv6-Netzwerke](#)

• **Next:** [Einführung in das IPv6 Neighbor Discovery-Protokoll](#)

• © 2010, Oracle Corporation and/or its affiliates

Scope = Sichtbarkeitsbereich



Lernzusammenfassung

IPv6

| Präfix | Pattern-Schreibweise | Scope (Reich- weite) | | Benennung |
|--------------------|--|----------------------------|----------------|--|
| ::/128 | 0000:0000:0000:0000:0000:0000:0000:0000 | entfällt | | Ungültige bzw. fehlende Adresse Vergleichbar zu 0.0.0.0 |
| ::1/128 | 0000:0000:0000:0000:0000:0000:0000:0001 | Loop- back | Loop- back | Vergleichbar zu 127.0.0.1 |
| fe80:/10 | fe80:0000:0000:0000:0000:0000:0000:0000 febf:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff | Lokal | Uni- cast | Link Local unicast Vergleichbar zu 169.254.x.x |
| fec0:/10 | fec0:0000:0000:0000:0000:0000:0000:0000 fecf:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff | Lokal | Uni- cast | Site Local unicast (veraltet) |
| fc00::/7 | fc00:0000:0000:0000:0000:0000:0000:0000 fdff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff | Global | Uni- cast | Unique Local unicast Vergleichbar zu den privaten IPv4-Adressen 10.x.x.x, 172.16.x.x.x und 192.168.x.x |
| ff00::/8 | ff00::/8 | | Multi- cast | |
| ff01::1 ff02::1 | ff01::1 ff02::1 | | Multi- cast | All Nodes |

Lernzusammenfassung

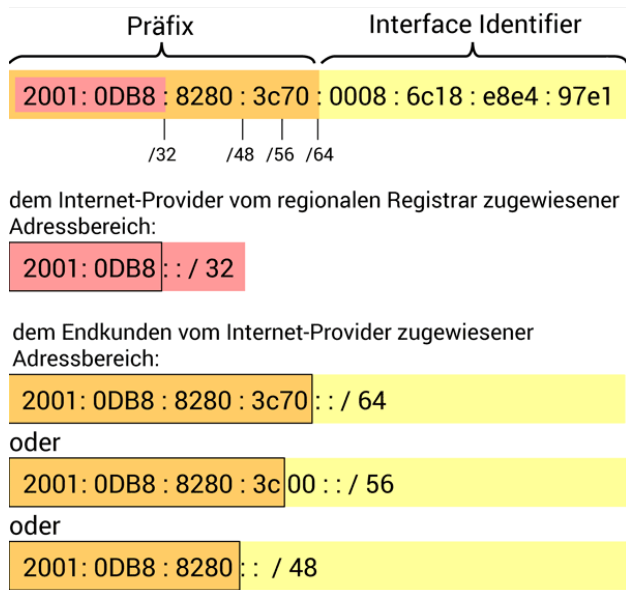
IPv6

| | | | | |
|-------------------------------|--|--------|----------|--|
| ff01::2 ff02::2 ff05::2 | ff01::2 ff02::2 ff05::2 | | | All Routers |
| 2000::/3 | | Global | Uni-cast | globalen unicast-Adressen, also routbare und weltweit einzigartige Adressen |
| 2001::/32 | 2001:0000:0000:0000:0000:0000:0000 2001:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff | Global | Uni-cast | Laut Wikipedia nicht genutzt (?) |
| 2001:0000::/32 | | Global | Uni-cast | Teredo ? |
| 2001:db8::/32 | | Global | Uni-cast | Laut Wikipedia für Beispiele (analog zur Domäne "example.com" und Dokumentationen zu nutzen |
| 2002::/16 | | Global | Uni-cast | 6to4 Tunnel-Adressen. Jedes "öffentliche" IPv4 Subnetz wird so auf IPv6 abgebildet http://en.wikipedia.org/wiki/6to4 |
| 64:ff9b::/96 | 0064:ff9b:0000:0000:0000:0000:0000:0000 0064:ff9b:0000:0000:0000:0000:FFFF:FFFF | Global | Uni-cast | NAT64. Die letzten 4 Byte (FFFF:FFFF) entsprechen der umgesetzten IPv4-Adresse |
| ::/96 | | | | IPv4 Kompatibilitätsadressen. Laut RFC4291 veraltet |

Lernzusammenfassung

IPv6

Subnetting



cb) Zu Testzwecken soll der Adressraum des IPv6-Netzes

2001:db8:AAAA:BB00:: / 56

in vier gleich große Teilnetze aufgeteilt werden.

Ergänzen Sie jeweils die Netzadresse der Subnetze 2 – 4:

| Netz | Netz-Adresse |
|------|-----------------------|
| 1 | 2001:db8:AAAA:BB00:: |
| 2 | 2001:db8:AAAA:BB_____ |
| 3 | 2001:db8:AAAA:BB_____ |
| 4 | 2001:db8:AAAA:BB_____ |

Interface-identifizierer ist 64 Bit lang, Präfix muss daher auf 64 Bit vergrößert werden!

Teilnetz 2 soll weiter unterteilt werden.

2001:db8:affe:8000:: / 49 → 4 Teilnetze

| | |
|----------------------|--------|
| 1 000 0000 0000 0000 | (8000) |
| 1 010 0000 0000 0000 | (a000) |
| 1 100 0000 0000 0000 | (c000) |
| 1 110 0000 0000 0000 | (e000) |

Ergebnis

| | | |
|---------------------------|---|-----|
| 2001:db8:affe:0000:: / 49 | → | /64 |
| 2001:db8:affe:8000:: / 51 | → | /64 |
| 2001:db8:affe:a000:: / 51 | → | /64 |
| 2001:db8:affe:c000:: / 51 | → | /64 |
| 2001:db8:affe:e000:: / 51 | → | /64 |

2) 2001:db8:AAAA:BB40::

3) 2001:db8:AAAA:BB80::

4) 2001:db8:AAAA:BBC0::

F = 16 → 16 : 4 → 4er Sprünge