

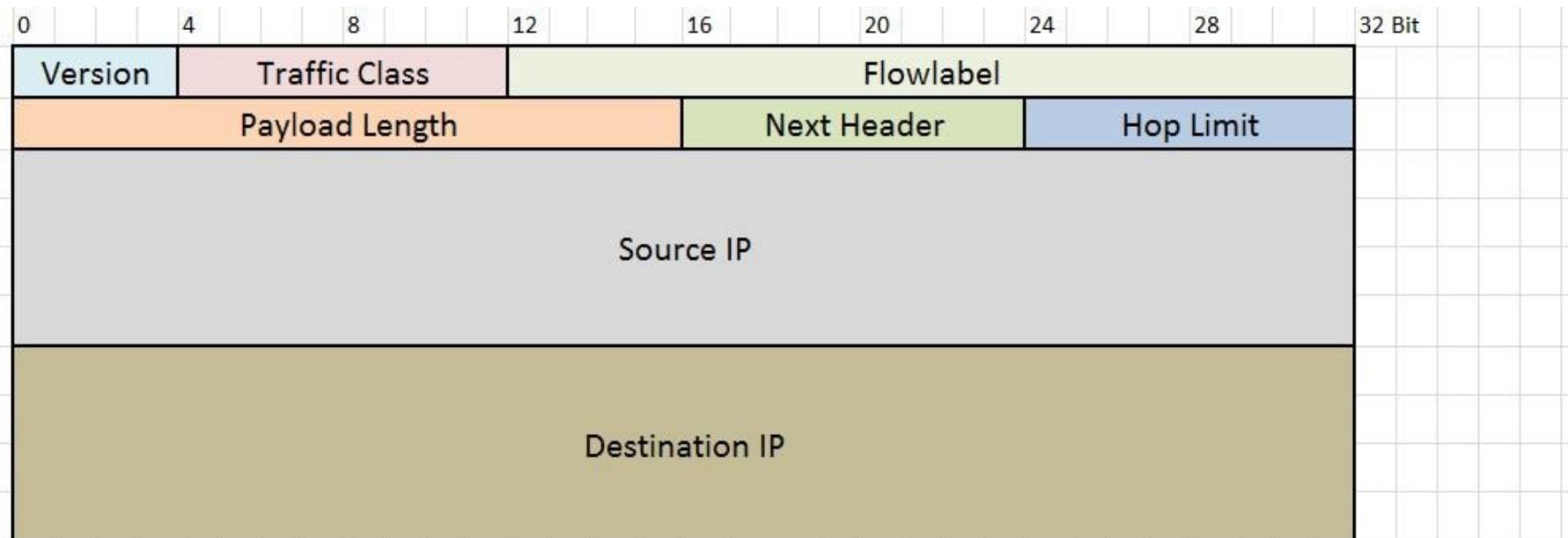
IPv6 Adressierung

GRUNDLAGEN

Verbesserungen durch IPv6

- Größerer Adressraum
- Routing wird effektiver
- Keine Anforderung Checksummen zu verarbeiten
- Einfacherer und effektiver Header
- Flow Labels für “per-flow“ Processing
- Multicast statt Broadcast
- Autokonfiguration
- QoS im Protokoll
- Privacy Extension
- Alte IPv4 Pakete optimieren

Der IPv6 Header



Version	4Bit	IP-Versionsnummer
Traffic Class	8Bit	Für Quality of Service (QoS) verwendeter Wert. Eine Art Prioritätsvergabe.
Flow Label	20Bit	Ebenfalls für QoS oder Echtzeitanwendungen verwendeter Wert.
Payload	16Bit	Länge des IPv6-Paketinhaltes in Byte
Next Header	8Bit	Identifiziert den Typ des nächsten Kopfdatenbereiches, z.B. TCP (6) / UDP (17)
Hop Limit	8Bit	Es entspricht dem Feld Time to Live (TTL) bei IPv4.
Src/Dst Address	128Bit	Adresse des Senders / Empfängers

IPv6 Adressierungsstruktur

Länge: 128-bit

Zeichen: Hexadezimales Format (0-9, A-F)

Aufbau : 8 Felder (Hextet) mit je 4 hexadezimalen Zeichen

Trennzeichen Feld: (:)

Präfixlänge: /(Bits)

8 Hextets * 4-Hex-Zeichen (16-Bits) = 128 Bits

2001:0DB8:0001:5270:0127:00AB:CAFE:0E1F /64

- 2001 (Hexadezimal) -> 0010 0000 0000 0001 (Binär)

IPv6 Adressierungsstruktur



Das **Site Prefix or Global Routing Prefix** sind die ersten 3 Hextets oder 48-Bits der Adresse. Wird durch den Service Provider zugewiesen.

Die **Site Topology oder Subnet ID** ist das 4th Hextet der Adresse.

Die **Interface ID** sind die letzten 4 Hextets oder 64-Bits der Adresse. Sie kann manuell oder dynamisch, mithilfe des EUI-64 Kommandos zugewiesen werden. (Extended Unique Identifier)

IPv6 Adressierungsstruktur

Die ersten 3 Bits sind das Formatpräfix 001 (2000::/3) bzw. festgelegt mit 200::/12 (IANA Global Routing Number)

2001:0DB8:0001:5270:0127:00AB:CAFE:0E1F /64

IANA

Die Bits 13-24 identifizieren den Regional Registry:

- AfriNIC, APNIC, LACNIC, RIPE NCC and ARIN

2001:0DB8:0001:5270:0127:00AB:CAFE:0E1F /64

Registry

- 2001:0200::/23 – APNIC (Asia/Pacific Region)
- 2001:0400::/23 – ARIN (North America Region)
- 2001:0600::/23 – RIPE (Europe, Middle East and Central Asia)

IPv6 Adressierungsstruktur

Die verbleibenden 8-Bits bis /32 identifizieren den ISP.

2001:0DB8:0001:5270:0127:00AB:CAFE:0E1F /64
ISP

Das 3rd Hextet stellt den Site/Customer Identifier dar.

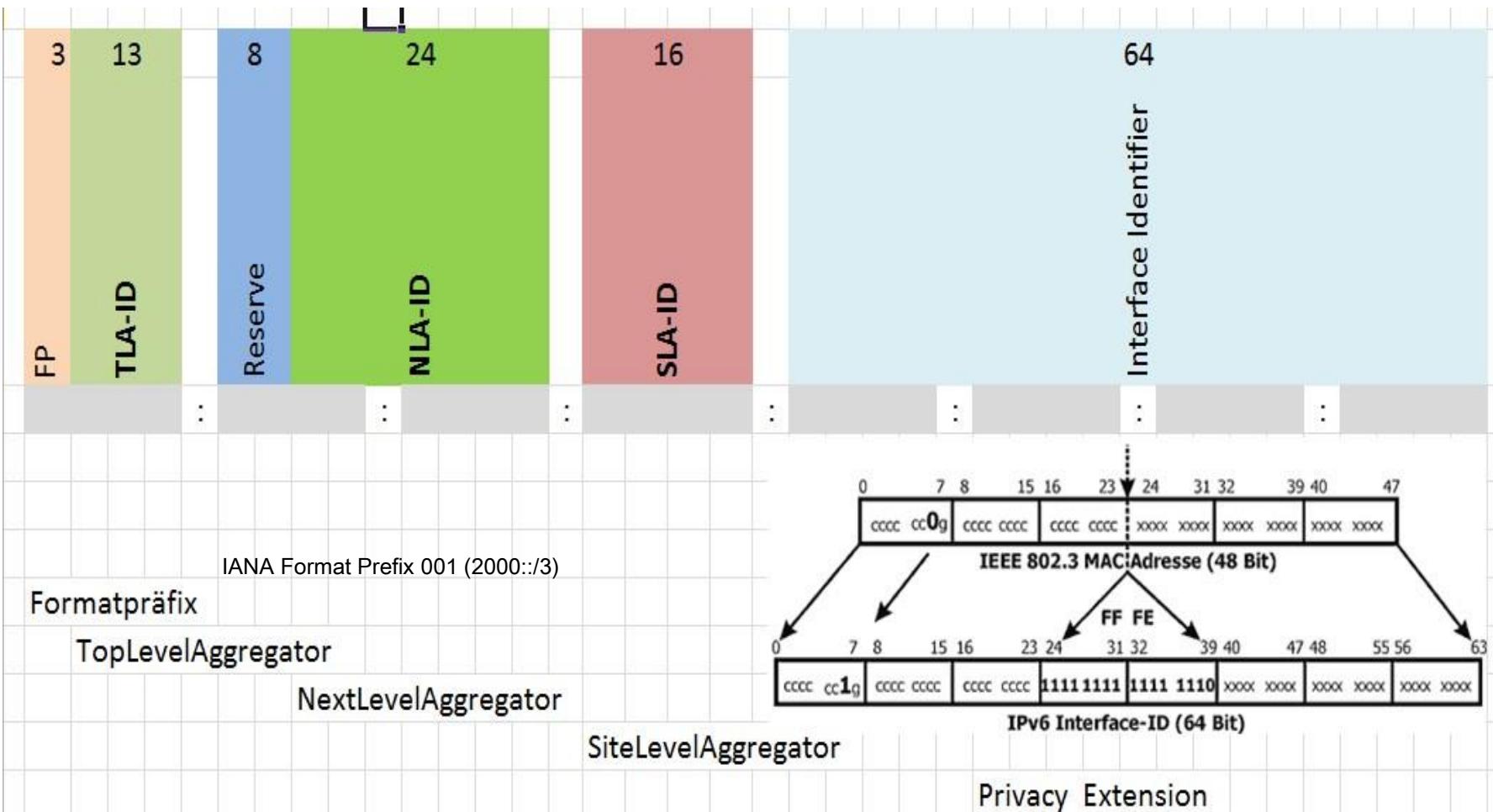
2001:0DB8:0001:5270:0127:00AB:CAFE:0E1F /64
Site

Das 4th Hextet stellt die Site Topology/Subnet ID dar.

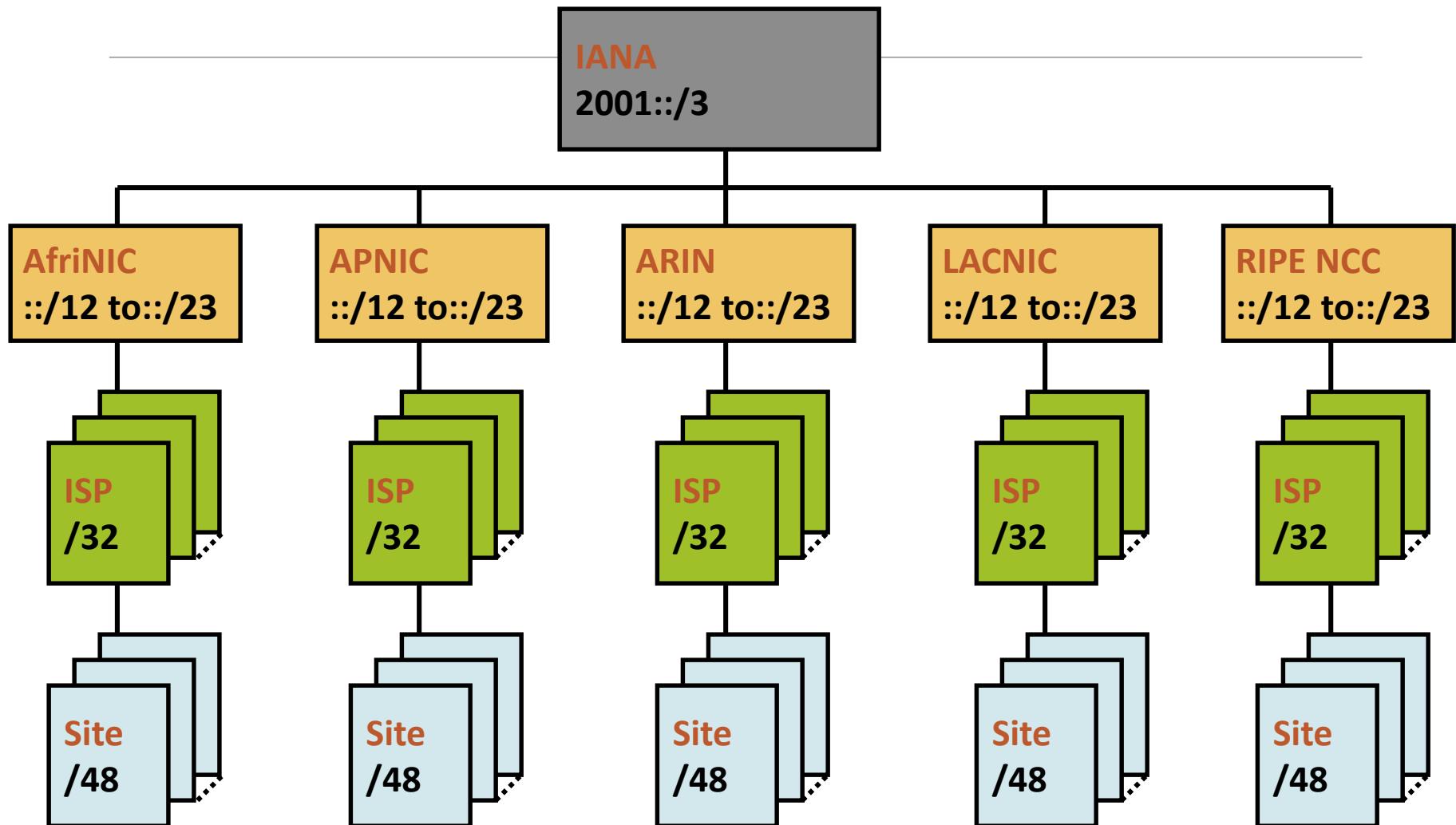
- Erlaubt 65,536 Subnets mit 18,446,744,073,709,551,616 (18 quintillion) Adressen für jedes Subnet.
- Nicht Teil des Host Adressen Feldes

2001:0DB8:0001:5270:0127:00AB:CAFE:0E1F /64
Subnet

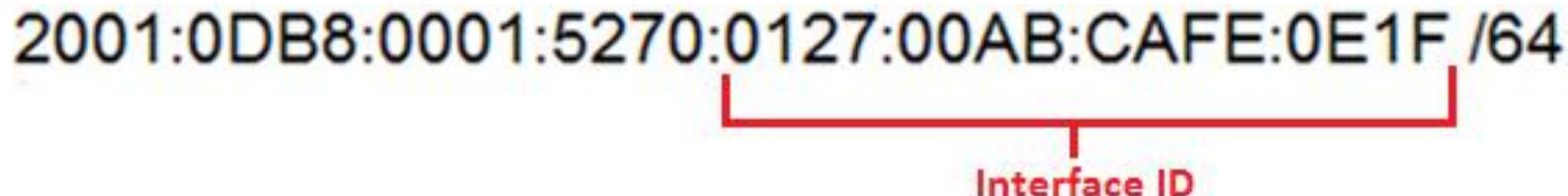
Adressaufbau



IPv6 Prefix Allocation Hierarchy and Policy Example



IPv6 Adressierungsschema und Subnetze



Die **Interface ID** sind die verbleibenden 64-Bits der Adresse.

Kann manuell oder dynamisch, mit dem EUI-64 (Extended Unique Identifier), konfiguriert werden.

Das EUI-64 Kommando verwendet die 48-Bit MAC Adresse und konvertiert diese in eine 64-Bit Folge wobei der Wert FF:FE in die Mitte der Adresse eingefügt wird.

Die erste (network) und die letzte (broadcast) Adresse kann einer Schnittstelle zugewiesen werden . Eine Schnittstelle kann mehr als eine IPv6 Adresse erhalten.

Es gibt keine Broadcast Adressen, Multicast wird verwendet.

IPv6 Adressierungsschema und Subnetze

IPv6 verwendet die selbe Methode wie IPv4 um Subnetze zu bilden.

/127 -> man erhält 2 Adressen.

/124 -> man erhält 16 Adressen.

/120 -> man erhält 256 Adressen.

Bei der ersten Adresse in einem Subnetz sind alle Werte “0“ und bei der letzten Adresse alle Werte “F“.

Zwecks Vereinfachung und aus Designgründen wird empfohlen das Schema /64 überall zu verwenden. Bei Verwendung von weniger als /64 kann IPv6 Features deaktivieren und erhöht die Komplexität im Design.

Führende (0) und doppelte (::)

Führende 0 (Nullen) in jedem 16-Bit Feld können ausgeblendet werden.

Adressen **vor** dem Ausblenden:

2001:0DB8:0001:5270:0127:00AB:CAFE:0E1F /64

Adressen **nach** dem Ausblenden:

2001:DB8:1:5270:127:AB:CAFE:E1F /64

Diese Regel wird nur auf führende Nullen angewendet, nicht auf hintere Nullen in einem Hextet.

Die Adresse würde in diesem Fall nicht eindeutig sein.

2001:0DB8:0001:5270:0127:00AB:CAFE:0E1F /64

Führende (0) und doppelte (::)

Ein doppelter Doppelpunkt :: ersetzt eine Folge von Nullen und kann eine IPv6 Adresse abkürzen.

2001:0DB8:0000:0000:ACAD:0000:0000:E175
2001:DB8::ACAD:0:0:E175

Es können nur zusammenhängende 16-Bits Blöcke abgekürzt werden. Ein Teil eines Blocks ist nicht möglich.

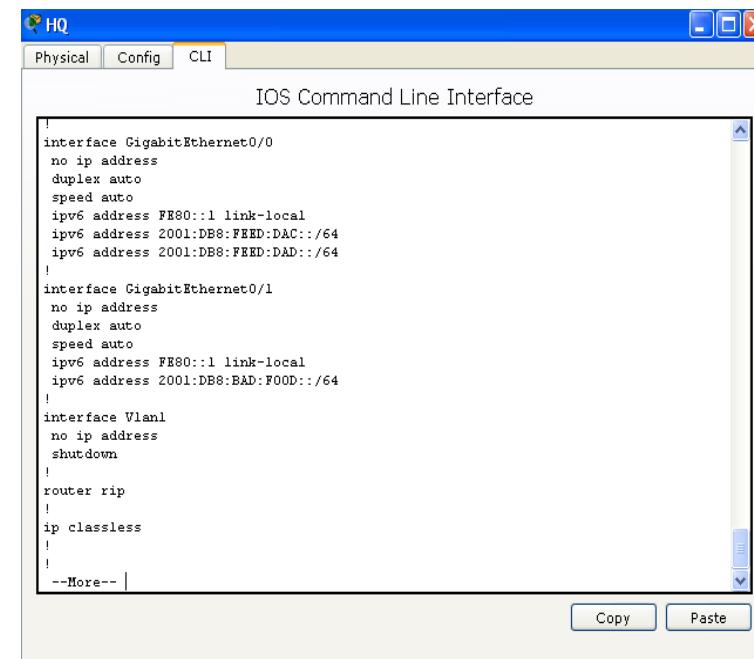
FF02:3::5 Incorrect
FF02:30:0:0:0:0:5
FF02:30::5 Correct

Doppelte Doppelpunkte dürfen nur einmal in einer Adresse angewendet werden, ansonsten wäre es nicht eindeutig.

2001::ABCD::1234
2001:0000:0000:0000:ABCD:0000:0000:1234
2001:0000:0000:ABCD:0000:0000:0000:1234
2001:0000:ABCD:0000:0000:0000:0000:1234

IPv6 Adressarten Unicast Adresse

- Identifiziert eindeutig eine Schnittstelle auf einem IPv6 Device.
- Wird ein Paket zu einer Unicast Adresse gesendet wird es von einem Host zu dem Ziel-Host gesendet.
- Eine Schnittstelle kann mehr als eine IPv6 Adresse erhalten oder eine IPv6 und eine IPv4 Adresse ("Double Stack").
- Bei einer Fehleingabe an einer IPv6 Schnittstelle, muss der Benutzer erst ein no ipv6 address Kommando eingeben bevor die richtige eingegeben werden kann.



```
!interface GigabitEthernet0/0
no ip address
duplex auto
speed auto
ipv6 address FE80::1 link-local
ipv6 address 2001:DB8:FEED:DAC::/64
ipv6 address 2001:DB8:FEED:DAD::/64
!
interface GigabitEthernet0/1
no ip address
duplex auto
speed auto
ipv6 address FE80::1 link-local
ipv6 address 2001:DB8:BAD:FOOD::/64
!
interface Vlan1
no ip address
shutdown
!
router rip
!
ip classless
!
--More-- |
```

The screenshot shows a window titled "HQ" with tabs for "Physical", "Config", and "CLI". The "CLI" tab is selected, displaying the IOS Command Line Interface. The interface contains configuration commands for three interfaces: GigabitEthernet0/0, GigabitEthernet0/1, and Vlan1. For each interface, it specifies "no ip address" and "duplex auto" along with "speed auto". It also configures IPv6 addresses. The configuration for GigabitEthernet0/0 includes three IPv6 addresses: one link-local (FE80::1), one global (2001:DB8:FEED:DAC::/64), and another global (2001:DB8:FEED:DAD::/64). The configuration for GigabitEthernet0/1 includes two IPv6 addresses: one link-local (FE80::1) and one global (2001:DB8:BAD:FOOD::/64). The configuration for Vlan1 includes "shutdown". At the bottom right of the CLI window, there are "Copy" and "Paste" buttons.

IPv6 Adressarten Multicast Address

- Eine Multicast Adresse identifiziert eine Gruppe von Schnittstellen.
- Alle Multicast Adressen werden anhand des reservierten Adressbereichs FF00::0/8 identifiziert
- Ein Paket welches zu einer Multicast Adresse gesendet wird, wird an alle Geräte zugestellt die durch diese Adresse identifiziert werden.

Protocol	IPv4 Multicast	IPv6 Multicast
OSPF (Router)	224.0.0.5	FF02::5
OSPF (DR/BDR)	224.0.0.6	FF02::6
RIPv2	224.0.0.9	FF02::9
EIGRP	224.0.0.10	FF02::A

Anycast Address

- Eine Anycast Adresse kann mehreren Schnittstellen/Geräten zugewiesen werden.
- Ein Paket welches an eine Anycast Adresse gesendet wird geht nur an das nächste Mitglied der Gruppe, beruhend auf der Information des Routingprotokolls.
- Anycast ist ein Mischung aus einem Unicast und einem Multicast.
- Der Unterschied zwischen einem Anycast und Multicast ist das ein Anycast packet nur zu einem Gerät gesendet wird, Multicast zu mehreren.

IPv6 Multicast

multicast	FF00-FFFF::
Alle Geräte (broadcast)	FF01::1, FF02::1
alle Router im Bereich	FF01::2, FF02::2, FF05::2
F F 0 0 : : : : : : : :	
Flag	
0	Permanent definierte wohlbekannte Multicast-Adressen (von der IANA zugewiesen)
1	(T-Bit gesetzt) Transient (vorübergehend) oder dynamisch zugewiesene Multicast-Adressen
3	(P-Bit gesetzt, erzwingt das T-Bit) <i>Unicast-Prefix-based</i> Multicast-Adressen
7	(R-Bit gesetzt, erzwingt P- und T-Bit) Multicast-Adressen, welche die Adresse des <i>Rendezvous Point</i> enthalten
Gültigkeit	
1	interfacelokal, diese Pakete verlassen die Schnittstelle nie. (Loopback)
2	link-lokal, werden von Routern grundsätzlich nie weitergeleitet und können deshalb das Teilnetz nicht verlassen.
4	adminlokal, der kleinste Bereich, dessen Abgrenzung in den Routern speziell administriert werden muss.
5	sitelokal, dürfen zwar geroutet werden, jedoch nicht von Border-Routern
8	organisationslokal, die Pakete dürfen auch von Border-Routern weitergeleitet werden, bleiben jedoch „im Unternehmen“
e	globaler Multicast, der überall hin geroutet werden darf.
0,3,f	reservierte Bereiche
Rest	frei

IPv6 Adressarten

Link-Local Address

- Link-Local Adressen werden auf einem lokalen Link verwendet.
- Link-Local Adressen werden auf allen Schnittstellen automatisch konfiguriert.
- Für eine Link-Local Adresse lautet das Prefix: FE80::X/10.
- Router leiten keine Pakete weiter die eine Link-Local Adresse als Ziel oder Quell-Adresse enthalten.

Loopback Address

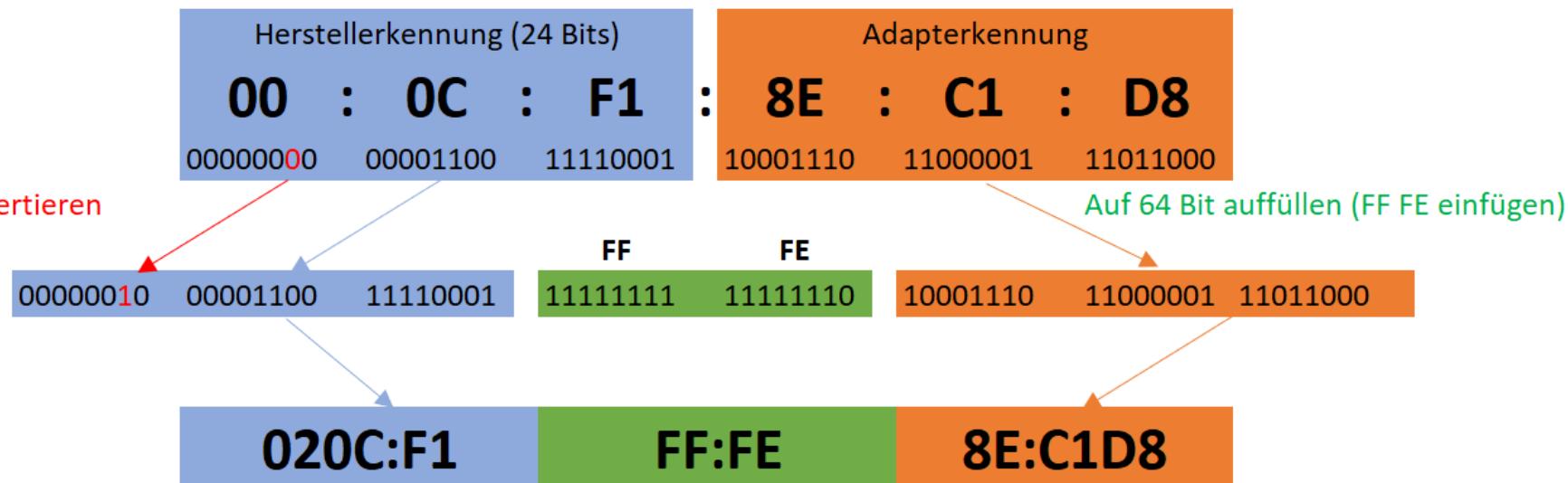
- Ähnliche Funktion wie eine IPv4 127.0.0.1 Adresse
- Die Loopback Adresse lautet 0:0:0:0:0:0:1 oder einfacher mithilfe von Doppelpunkten ::1.
- Ein Gerät verwendet diese Adresse um sich selber ein Paket zu senden

Representation	IPv6 Loopback Address
Preferred	0000:0000:0000:0000:0000:0000:0001
No Leading 0's	0:0:0:0:0:0:1
Compresses	::1

Einige wichtige Adressen...

Unspezifisch:	::
Loopback:	::1
IPv4:	::FFFF:192.168.1.2
Global (public IP):	2000:: - 3FFF::
Linklocal (APIPA):	FE80:: - FEBF::
Sitelocal (veraltet):	FEC0:: - FEFF::
Unique Local Unicast (privat IP):	FC00:: - FEFF::
Multicast:	FF00:: - FFFF::

Stateless Link Automatic Address Configuration (SLAAC)



Beispiel für eine Link Local Adresse: FE80::20C:F1FF:FE8E:C1D8 (gekürzte Form)

Netzwerk Präfix (64 Bits)

Interface Identifier (64 Bits)

IPv6

- 128-Bit Adresse enthält:
 - Global Routing Prefix
 - Sub Net ID
 - Interface ID.
- Verwendet ein hexadezimales Format (0-9, A-F)
- Maximum Transmission Unit bis 1280 bytes
- Einfacher IP Header
- Netzwerkadresse und Broadcastadresse kann einer Schnittstelle oder einem Gerät zugewiesen werden.
- Native IPsec encryption

IPv4

- 32-Bits Adresse enthält:
 - Netzwerkteil
 - Hostteil
- Verwendet ein binäres Format (0 und 1)
- Maximum Transmission Unit bis 576 bytes.
- Netzwerkadresse und Broadcastadresse kann keiner Schnittstelle oder einem Gerät zugewiesen werden.
- VPN Technologien müssen verwendet werden um IPv4 Pakete zu verschlüsseln.