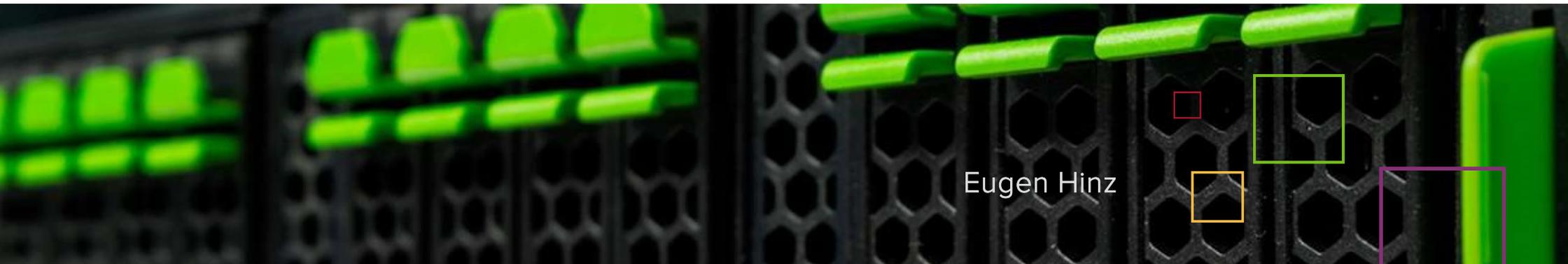


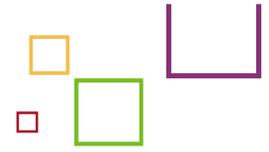
IPv6 Basics

November 2017



Eugen Hinz

Die IPv6 Adresse



“IPv6 is like christmas: for a lot of people it comes as a big surprise.”

-> Walter Gldenbergr

Vorteile:

- IP-Autokonfiguration anhand der MAC-Adresse
- Renumbering für den leichteren Wechsel ganzer Firmennetze zwischen Providern
- Jumbogramme für Pakete bis zu 4 GByte Größe
- schnelleres Routing – Punkt zu Punkt Verbindung
- Punkt-zu-Punkt-Verschlüsselung – IPSec – Header Extensions
- QoS – Header Extensions
- die Erreichbarkeit unter derselben Adresse in wechselnden Netzwerken (Mobile IPv6)



Die IPv6 Adresse

1 000 000 = **Million 10^6**

1 000 000 000 = **Milliarde 10^9**

1 000 000 000 000 = **Billion 10^{12}**

1 000 000 000 000 000 = **Billiarde 10^{15}**

1 000 000 000 000 000 000 = **Trillion 10^{18}**

1 000 000 000 000 000 000 000 = **Trilliarde 10^{21}**

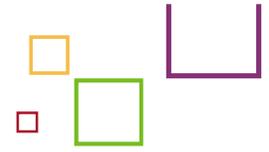
1 000 000 000 000 000 000 000 000 = **Quadrillion 10^{24}**

1 000 000 000 000 000 000 000 000 000 = **Quadrilliarde 10^{27}**

1 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 = **Quintillion 10^{30}**

1 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 = **Quintilliarde 10^{33}**

1 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 = **Sextillion 10^{36}**



Die IPv6 Adresse

Adressbereich von IPv4: 32 Bit => 2^{32} Adressen

Entspricht: **4,3 Milliarden Adressen**

Jahr der Einfuehrung: 1981

Adressbereich von IPv6: 128 Bit => 2^{128} Adressen

Entspricht: **340 Sextillionen Adressen**

Jahr der Einfuehrung : 1999

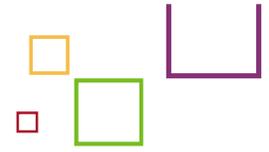
Eine Zahl mit 36 Nullen!

Jedem Sandkorn der Erde mehrere IPv6 Adressen

Jeder mm^2 der Erde mit **600 Billiarden Adressen**

Aber nur theoretisch, da Präfix grundsätzlich bei IPv6 /64

ca. 18,4 Trillionen moegliche Adressen



Die IPv6 Adresse

Das Hexadezimal System (0 – F, Basis 16)

10 1011 1100 1110 0001 in Hx

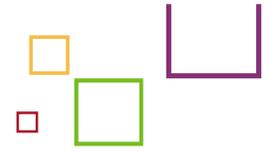
1. In vierer Blöcke aufteilen, beginnend von rechts (kleinste Stelle)
2. Hexadezimale Zahlen werden ermittelt

$$0010\ 1011\ 1100\ \boxed{1110}\ 0001^2 = \mathbf{2BCE1}^{16}$$

↓

$$8 + 4 + 2 + 0 = 14 \text{ in Dezimal, also E in Hex}$$

Die IPv6 Adresse



2001:0db8:0000:0000:ACDC:CAFE:0000:0001 / 64

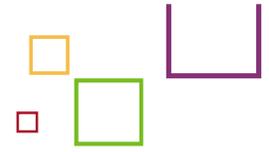
Gruppen von Nullen nur 1x mit :: abkürzen:

2001:0db8::ACDC:CAFE:0000:0001

Führende Nullen können ausgelassen werden:

2001:0db8::ACDC:CAFE:0:1

Die IPv6 Adresse



3FFE:F200:0234:AB00:0123:4567:8901:ABCD

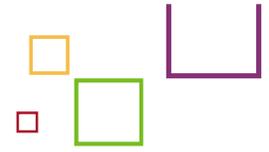
Gruppen von Nullen nur 1x mit :: abkürzen:

3FFE:F200:0234:AB00:0123:4567:8901:ABCD

Führende Nullen können ausgelassen werden:

3FFE:F200:234:AB00:123:4567:8901:ABCD

Die IPv6 Adresse



2002:0000:0000:0000:5432:0000:0000:0123

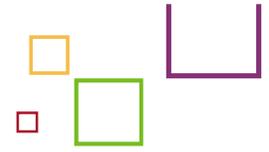
Gruppen von Nullen nur 1x mit :: abkürzen:

2002::5432:0000:0000:0123

Führende Nullen können ausgelassen werden:

2002::5432:0:0:123

Die IPv6 Adresse



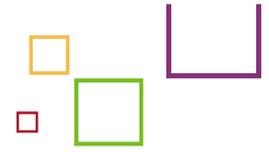
2001:0db8:0000:0000:ACDC:CAFE:0000:0001 / 64



Präfix (Netzanteil)

Interface ID (Hostanteil)

128 Bits in 8 Blöcke, a 16 Bit (2 Byte) aufgeteilt und durch Doppelpunkte getrennt



Die IPv6 Adresse / Präfixe

Präfixe geben den Netzanteil wie bei IPv4

2001:0db8:0000:0000:ACDC:CAFE:0000:0001 / 64

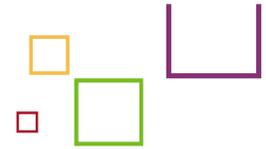


Präfix (Netzanteil)

Interface ID (Hostanteil)

Die ersten 64 Bits können frei aufgeteilt werden, die hinteren 64 Bits bilden die Interface ID

Adresstypen



Adresstypen bei IPv4

Unicast (zielgerichtet, Quelle und Ziel eindeutig)

Multicast (Ziel ist eine bestimmte Gruppe von Hosts)

Broadcast (Paket geht an alle Adressen im Subnetz)

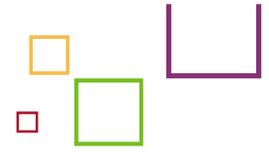
Adresstypen bei IPv6

Unicast (wie bei IPv4)

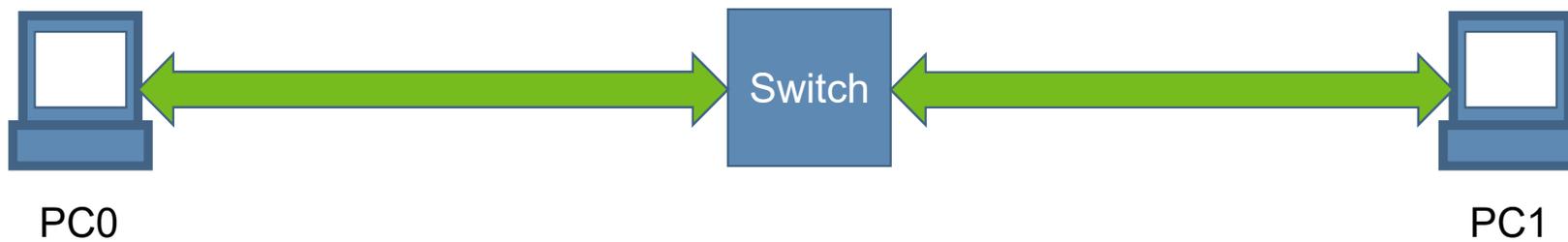
Multicast (Übernimmt die Rolle von Broadcast, das klassische Broadcast gibt es bei IPv6 nicht mehr)

Anycast (Paket geht an das nächstliegende System) = Wie bei einem Notruf, man wird an die nächste Dienststelle weitergeleitet

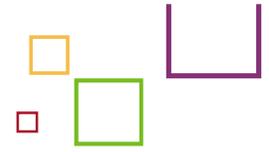
Adresstypen



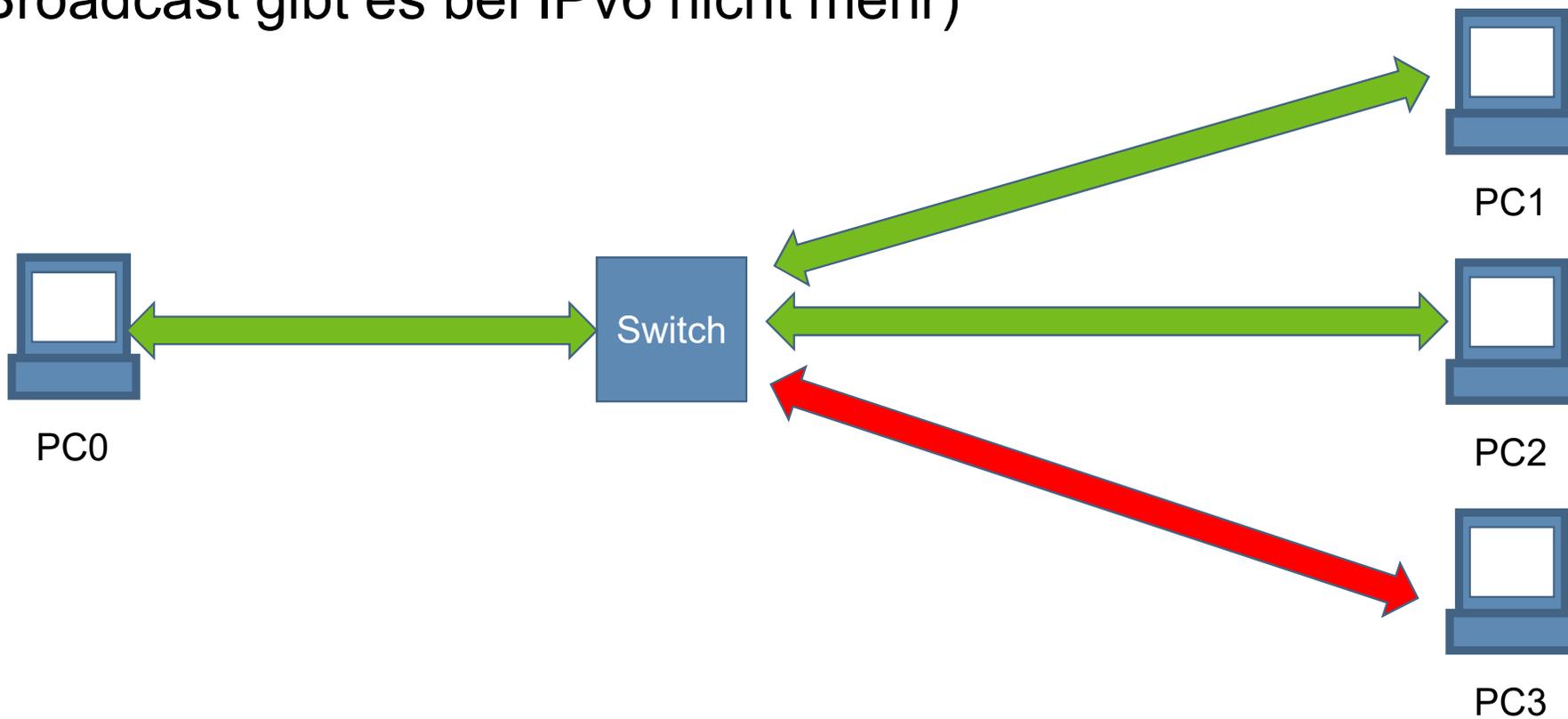
Unicast (wie bei IPv4)



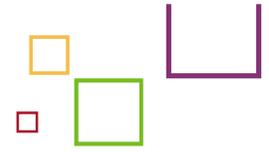
Adresstypen



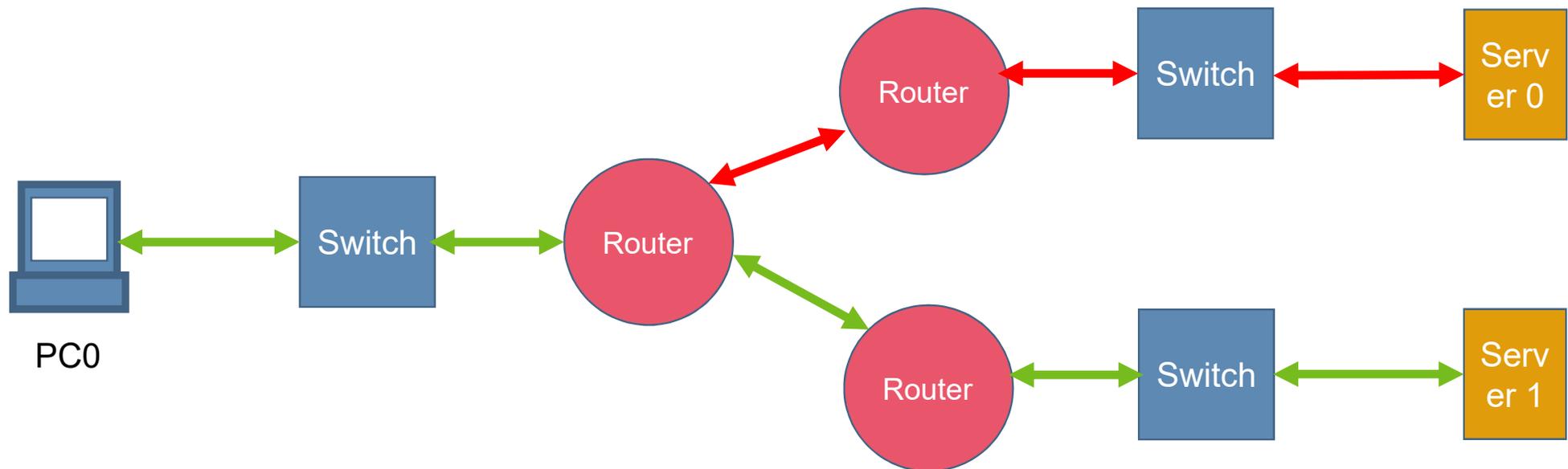
Multicast (Übernimmt die Rolle von Broadcast, das klassische Broadcast gibt es bei IPv6 nicht mehr)



Adresstypen



Anycast (Paket geht an das nächstliegende System oder One To Nearest) = Wie bei einem Notruf, man wird an die nächste Dienststelle weitergeleitet

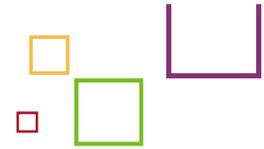


Die IPv6 Adresse / Präfixe



Globale Routing Präfixe (RFC4291)

Zuweisung	Präfix Binär	Präfix Hex
Globale Unicast Adressen	001	2000::/3
Link-Local Unicast Adressen	1111 1110 10	FE80::/10
Unique Local IPv6 Adressen	1111 110(1)	FC00::/7 -> wird nicht genutzt (FD00::/8)
Multicast Adressen	1111 1111	FF00::/8



Link Local Adressen

- Jedes Interface erhält eine Link-Local Adresse
- Link-Local-Preaefix: **FE80::/10**
Bsp: **FE80::64A9:644A:464A:E088**
- Link-Local Adressen werden automatisch generiert, können aber auch manuell konfiguriert werden
 - DAD = Double Address Detection
- > Wie APIPA oder Bonjour unter IPv4
- > APIPA = Automatic Private IP Addressing
- > Ein Host teilt sich dann selber eine link-lokale Adresse aus dem Adressbereich **169.254.0.0/16** zu.
- Werden nicht geroutet, nur im lokalen Subnetz



Unique Local Adresses - ULA

Praefix: FD00::/8 (FC00::/7 wird nicht genutzt, da keine zentrale Vergabestelle [IANA])

Global Praefix wird per Zufall ermittelt

Use-Case: Enterprise, kein NAT erforderlich, keine Adressaenderungen erforderlich, da Praefix unwahrscheinlich nochmals vorkommen wird

wie die privaten Adressen bei IPv4
10.0.0.0/8
172.16.0.0/12
192.168.0.0/16

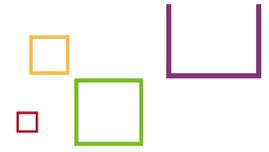
- Generator =====>



Private IPv6 address range

Here is a unique private IPv6 address range generated just for you (refresh page to get another one):

Prefix/L: **fd**
Global ID: **deb8e1af22**
Subnet ID: **f80e**
Combined/CID: **fdde:b8e1:af22:f80e::/64**
IPv6 addresses: **fdde:b8e1:af22:f80e:xxxx:xxxx:xxxx:xxxx**



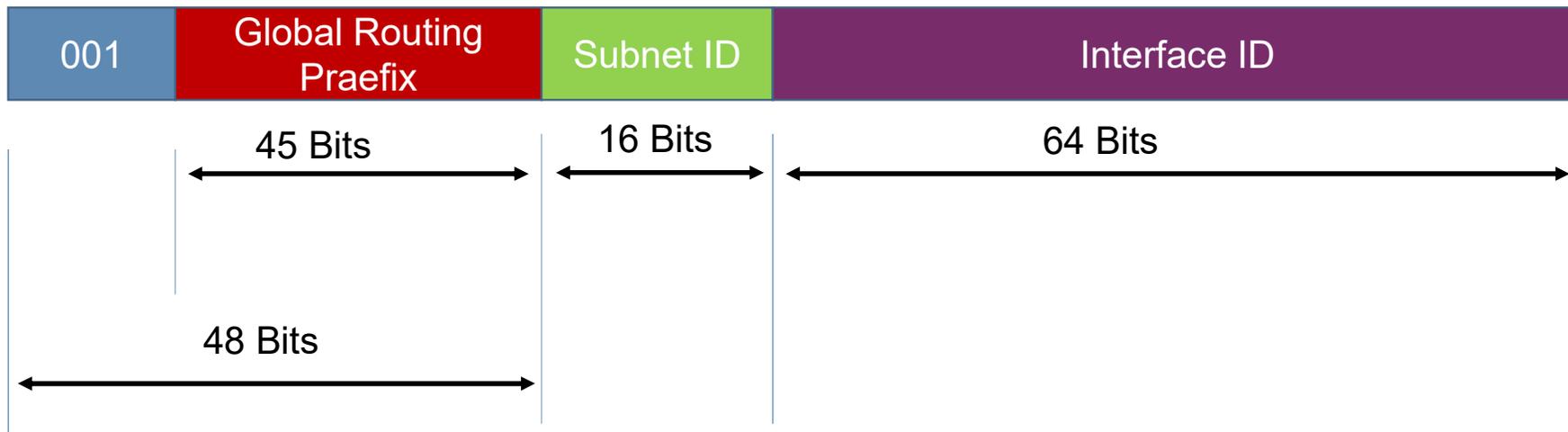
Global Unicast Adressen RFC3587

Global routbare Adressen mit Praefix **2000::/3**

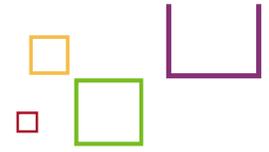
-> Wertebereich: 2000 – 3FFF

Global Routing Präfix -> vom Provider oder RIR, kann wieder entzogen werden

Subnet ID 16 Bit = ca. 65.000 Subnets | /56 = 256 Subnets



Die IPv6 Adresse



Verteilung der Namen

IANA

Internet Assigned Numbers Authority

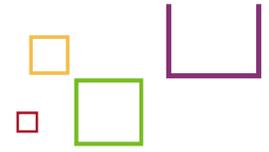
- Verwaltet DNS Root Server

RIPE

Regional Internet Registries (RIRs)

- Verwaltet IPv4 und IPv6 Adressen





Die IPv6 Adresse

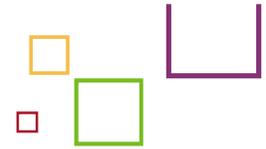
IANA

-> man bekommt vom Provider /48 Praefix Netz, Block 16 Bit (ca. 65.000 Subnetze)

-> pro Subnetz ca. 18,4 Trillionen Hosts (theoretisch)

-> Meistens nur /56, also nur 256 Subnetze, a 18,4 Trillionen IPs pro Netz

Autoconfiguration



Autoconfiguration - Varianten

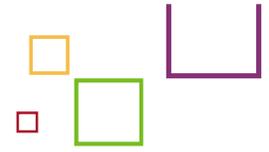
Stateful Address Autoconfiguration - alles vom DHCPv6

Stateless Address Autoconfiguration (SLAAC)

Adresse ueber Router Advertisement (RA wird ueber ICMP Type 134 abgefragt) und bestimmte Optionen wie DNS Server durch DHCPv6

Die Interface ID per EUI-64 [MAC Address] (Extended Unique Identifier) oder Privacy Extension (Random)

Default GW ist die Link Local des Routers

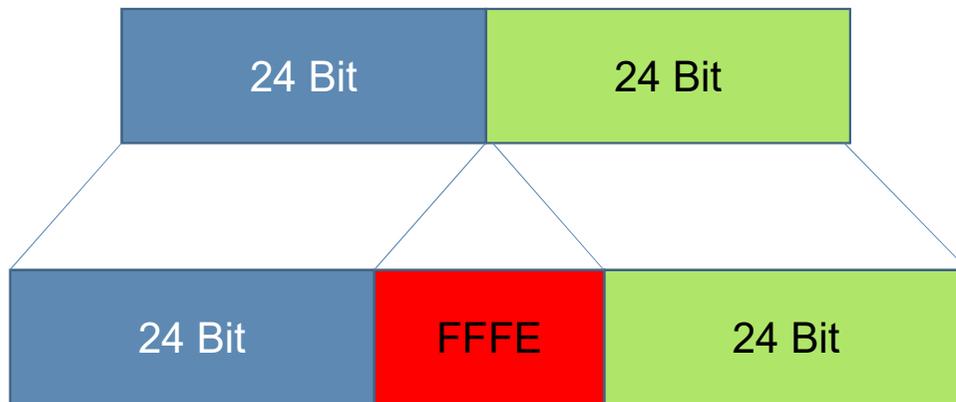


EUI-64 - Extended Unique Identifier

EUI-64 (RFC4291)

MAC Adresse

00:21:2F:B5:6E:10



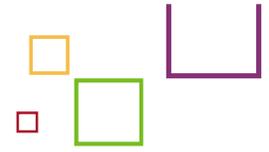
00:21:2F FFFE B5:6E:10

EUI-64

02:21:2F -> 7 Bit Invertiert

7 Bit Invertiert

Network ID: :0221:2FFF:FEB5:6E10



Besondere Adressen

All-Zero (unspecified Address) **0:0:0:0:0:0:0:0** | short **::**

-> wie bei IPv4 0.0.0.0

Loopback **0:0:0:0:0:0:0:1** | short **::1**

-> wie bei IPv4 127.0.0.1

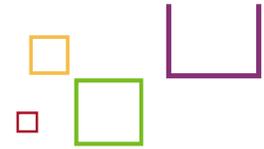
6to4 Tunnel: **2002::/16**

Teredo (Windows Tunneltechnologie)

2001::/32 -> beginnt mit **2001:0:**

Dokumentationsadressen:

2001:db8::/32



IPv6 im Alltag

IPv6 im Browser

`http://[2001:db8::a]` or `http://[2001:db8::a]:8080`

IPv6 Windows Share: statt doppelstrich, also dash (minus)

`\\fe80-0-0-0-a0b6-99c9-2f6c-5759.ipv6-literal.net\admin$`

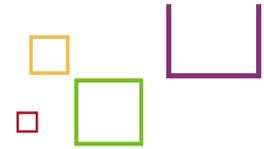
IPv6 NFS Mount unter Linux

`mount -t nfs [2001:db8::60fe:5bff:febc:912]:/home/user1 /home/mount/`

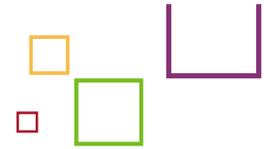
IPv6 CIFS Mount unter Linux

`mount -t cifs -o username=user1,password=secure
//2001:db8::60fe:5bff:febc:914/public /home/mount`

DNS



- Bisherige DNS Dienste können um IPv6 erweitert werden, kein eigener IPv6 Dienst notwendig
- DNS Clients, müssen Anfragen auf AAAA Einträge stellen können
- Die meisten DNS Clients fragen nach A und AAAA (Quad A, weil $128 \text{ bit} / 32 \text{ bit} = 4$), wenn Dualstack aktiv ist
- Ist fuer einen Eintrag eine IPv4 und IPv6 Adresse vorhanden, wird IPv6 bevorzugt
- !!!- DNS Server, die IPv6 Namensaufloesung bereitstellen, müssen selbst nicht über eine IPv6 Adresse erreichbar sein.



Migrationstechnologien

Wichtig -> Wenn IPv6 eingefuehrt, dann mit dem Hintergedanken "Abschalten von IPv4!"

Dualstack -> Beide Welten laufen nebeneinander

Tunneltechnologien IPv4 in IPv6 oder umgekehrt -> Inselloesungen

-> Tunnelbroker, falls Provider ueberhaupt kein IPv6 unterstuetzt, eher Home-Office und Testzwecken) - hier wird ein Tunnel ueber IPv4 aufgebaut

-> 6to4 (Internet Tunnel, Praefix: 2002::/16 - > hat sich nicht bewaehrt

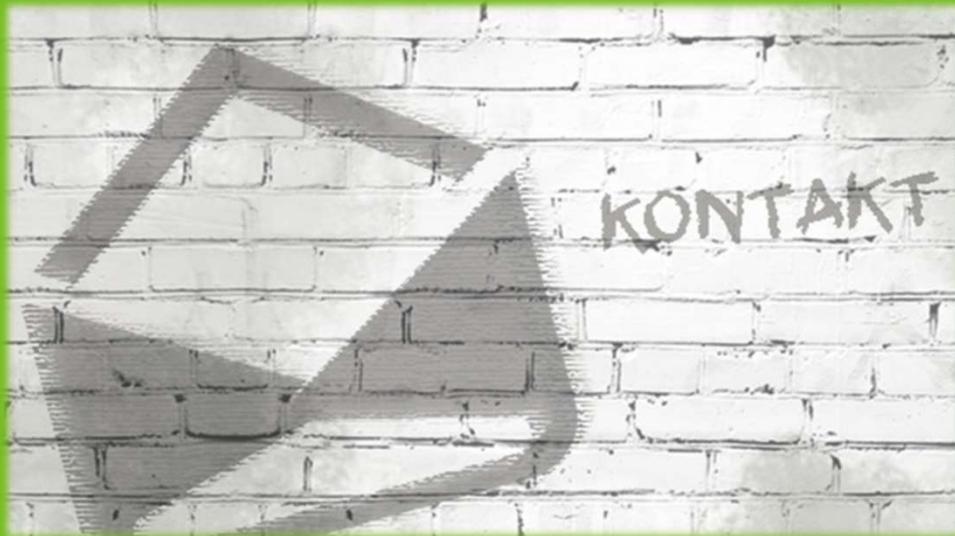
-> 6rd (Provider Tunnel - Praefix vom Provider abhaengig)

-> ISATAP

-> Teredo -> Ein Windows Tunnel Mechanismus, hat sich nicht bewaehrt

-> DSLite (provider-Technologie)

Translationstechnologien (IPv6 zu IPv4 oder umgekehrt)



CSPi GmbH
Oskar Jäger Str. 173
D-50825 Köln
www.cspi.com
+49 (0) 221 954466-0



Eugen Hinz
eugen.hinz@cspi.com