

Einführung IPv6

Jens Link, jenslink@quux.de

12.02.2008

- 1 Einführung
 - Gründe für IPv6
 - Geschichte von IPv6
 - IPv6 Adressen
 - Protokolle
- 2 Konfiguration
 - Linux
 - Windows
 - IOS
 - Applikationen
 - Dienste
- 3 Tools
- 4 Security
- 5 IPv6@Home
- 6 Migration IPv4 - IPv6

Heise: ICANN legt sich für rasche Migration zu IPv6 ins Zeug

Zwischen 2009 und 2011 wird die Internet Assigned Numbers Authority (IANA) die letzten IPv4-Nummernblöcke vergeben. Danach gibt es keine solchen Nummern nach Internet Protocol Version 4 mehr.

Quelle: <http://www.heise.de/newsticker/meldung/92004>

Heise: ICANN legt sich für rasche Migration zu IPv6 ins Zeug

Zwischen 2009 und 2011 wird die Internet Assigned Numbers Authority (IANA) die letzten IPv4-Nummernblöcke vergeben. Danach gibt es keine solchen Nummern nach Internet Protocol Version 4 mehr.

Quelle: <http://www.heise.de/newsticker/meldung/92004>

free.fr bietet seinen DSL-Kunden (> 2.7Mio) IPv6 an

Free is one of the first operator in the world to deploy IPv6. [...] By offering IPv6 connectivity, Free is once again proving its capacity for innovation and making the latest technology available to its subscribers.

Quelle: http://www.iliad.fr/en/presse/2007/CP_IPv6_121207_eng.pdf

RIPE Community Resolution on IPv4 Depletion and Deployment of IPv6

Growth and innovation on the Internet depends on the continued availability of IP address space. The remaining pool of unallocated IPv4 address space is likely to be fully allocated within two to four years. IPv6 provides the necessary address space for future growth. We therefore need to facilitate the wider deployment of IPv6 addresses

Quelle: <http://www.ripe.net/news/community-statement.html>

IPv4 hat 256 mögliche /8 Netze. Folgende Bereiche sind für spezielle Aufgaben reserviert:

0.0.0.0/8	Reserviert
10.0.0.0/8	Private Network (RFC1918)
127.0.0.0/8	Loopback
169.254.0.0/16	link local
172.16.0.0/12	Private Network (RFC1918)
192.0.2.0/24	Test und Dokumentation
192.168.0.0/16	Private Network (RFC1918)
224.0.0.0/4	Multicast
240.0.0.0/4	Experimental

Quelle: <ftp://ftp.rfc-editor.org/in-notes/rfc3330.txt>

Warum IPv6? (III)

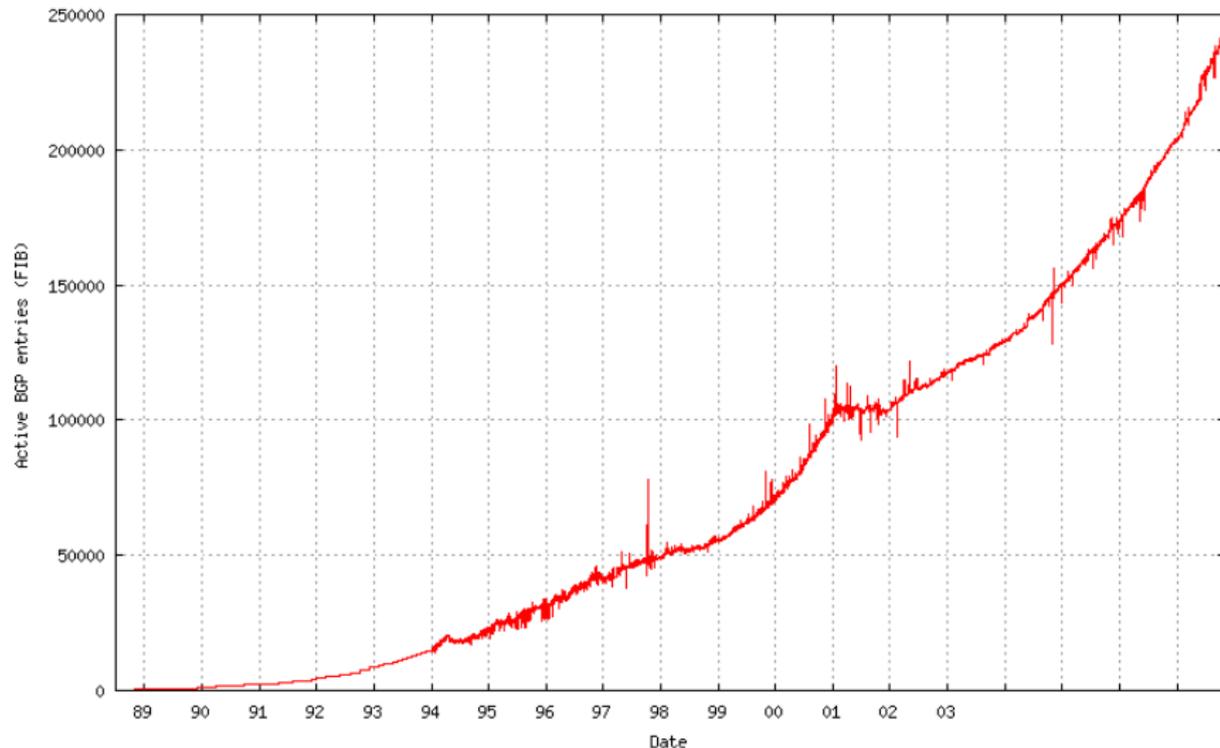
Die Zahl der vergebenen /8 Netze wächst ständig:



Quelle: <http://www.potaroo.net/tools/ipv4/index.html>

Warum IPv6? (IV)

Ein weiteres Problem ist die Anzahl der BGP Routen:



Quelle: <http://bgp.potaroo.net/as2.0/bgp-active.html>

- Früher oder später wird IPv6 kommen
 - Es ist immer besser sich in Ruhe in das Thema einzuarbeiten
 - Man sollte besser jetzt schon die passenden Entscheidungen beim kauf von Hard- und Software und beim Netzwerkdesign treffen.

- Früher oder später wird IPv6 kommen
 - Es ist immer besser sich in Ruhe in das Thema einzuarbeiten
 - Man sollte besser jetzt schon die passenden Entscheidungen beim Kauf von Hard- und Software und beim Netzwerkdesign treffen.
- Gewalt NAT ist keine wirkliche Lösung

Geschichte von IPv6 - Was ist eigentlich mit IPv5?

0-1	Reserved
2-3	Unassigned
4	Internet Protocol
5	ST Datagram Mode
6	Internet Protocol version 6
7	TP/IX: The Next Internet
8	The P Internet Protocol
9	TUBA
10-14	Unassigned
15	Reserved

Quelle: <http://www.iana.org/assignments/version-numbers>

- 1992 IETF stellt fest, dass IPv4 Adressen knapp werden und ruft dazu auf einen Nachfolger zu IPv4 zu entwickeln

- 1992 IETF stellt fest, dass IPv4 Adressen knapp werden und ruft dazu auf einen Nachfolger zu IPv4 zu entwickeln
- 1995 aus einigen Vorschlägen wird IPv6 als Nachfolger von IPv4 gewählt

- 1992 IETF stellt fest, dass IPv4 Adressen knapp werden und ruft dazu auf einen Nachfolger zu IPv4 zu entwickeln
- 1995 aus einigen Vorschlägen wird IPv6 als Nachfolger von IPv4 gewählt
- 2003 Das US DOD gibt bekannt bis 2008 komplett auf IPv6 umzustellen, die Bundeswehr zieht nach

- 1992 IETF stellt fest, dass IPv4 Adressen knapp werden und ruft dazu auf einen Nachfolger zu IPv4 zu entwickeln
- 1995 aus einigen Vorschlägen wird IPv6 als Nachfolger von IPv4 gewählt
- 2003 Das US DOD gibt bekannt bis 2008 komplett auf IPv6 umzustellen, die Bundeswehr zieht nach
- 2007 Es wird festgestellt, dass der Pool der verfügbaren IPv4 Adressen immer knapper wird und das man IPv6 nun wirklich bald einführen muss.

- 1992 IETF stellt fest, dass IPv4 Adressen knapp werden und ruft dazu auf einen Nachfolger zu IPv4 zu entwickeln
- 1995 aus einigen Vorschlägen wird IPv6 als Nachfolger von IPv4 gewählt
- 2003 Das US DOD gibt bekannt bis 2008 komplett auf IPv6 umzustellen, die Bundeswehr zieht nach
- 2007 Es wird festgestellt, dass der Pool der verfügbaren IPv4 Adressen immer knapper wird und das man IPv6 nun wirklich bald einführen muss. Das RIPE singt sogar für die Einführung

- IPv6 Adressen sind 128bit lang, es gibt also 2^{128} mögliche Adressen

- IPv6 Adressen sind 128bit lang, es gibt also 2^{128} mögliche Adressen
- $2^{128} = 340.282.366.920.938.463.463.374.607.431.768.211.456$

- IPv6 Adressen sind 128bit lang, es gibt also 2^{128} mögliche Adressen
- $2^{128} = 340.282.366.920.938.463.463.374.607.431.768.211.456$
- Das entspricht 667 Billionen Adressen pro mm^2 Erdoberfläche

IPv6 Adressen werden hexadezimal geschrieben, immer zwei Bytes werden durch einen ':' getrennt. Zum Beispiel:

- 2001:0db8:0000:0000:0209:0000:0000:ec1f

Aufbau von Adressen (II)

IPv6 Adressen werden hexadezimal geschrieben, immer zwei Bytes werden durch einen ':' getrennt. Zum Beispiel:

- 2001:0db8:0000:0000:0209:0000:0000:ec1f

Führende Nullen können weggelassen werden:

- 2001:db8:0:0:209:0:0:ec1f

Aufbau von Adressen (II)

IPv6 Adressen werden hexadezimal geschrieben, immer zwei Bytes werden durch einen ':' getrennt. Zum Beispiel:

- 2001:0db8:0000:0000:0209:0000:0000:ec1f

Führende Nullen können weggelassen werden:

- 2001:db8:0:0:209:0:0:ec1f

Genau ein Block von Nullen kann durch zwei Doppelpunkte ersetzt werden:

- 2001:db8::209:0:0:ec1f

Aufbau von Adressen (II)

IPv6 Adressen werden hexadezimal geschrieben, immer zwei Bytes werden durch einen ':' getrennt. Zum Beispiel:

- 2001:0db8:0000:0000:0209:0000:0000:ec1f

Führende Nullen können weggelassen werden:

- 2001:db8:0:0:209:0:0:ec1f

Genau ein Block von Nullen kann durch zwei Doppelpunkte ersetzt werden:

- 2001:db8::209:0:0:ec1f
- oder: 2001:db8:0:0:209::ec1f

Aufbau von Adressen (II)

IPv6 Adressen werden hexadezimal geschrieben, immer zwei Bytes werden durch einen ':' getrennt. Zum Beispiel:

- 2001:0db8:0000:0000:0209:0000:0000:ec1f

Führende Nullen können weggelassen werden:

- 2001:db8:0:0:209:0:0:ec1f

Genau ein Block von Nullen kann durch zwei Doppelpunkte ersetzt werden:

- 2001:db8::209:0:0:ec1f
- oder: 2001:db8:0:0:209::ec1f
- **nicht** 2001:db8::209::ec1f !

- Netzwerkadressen als Prefix dargestellt:

2001:DB8::/32	65.536 /48 Netze
2001:DB8:1231::/48	65.536 /64 Netze
2001:DB8:2241:123::/64	18.446.744.073.709.551.616 Hosts

¹ IETF Draft, <http://tools.ietf.org/html/draft-palet-v6ops-point2point-00>

- Netzwerkadressen als Prefix dargestellt:

2001:DB8::/32	65.536 /48 Netze
2001:DB8:1231::/48	65.536 /64 Netze
2001:DB8:2241:123::/64	18.446.744.073.709.551.616 Hosts

- Für Point-2-Point Links werden /64 Netze verwendet¹

¹IETF Draft, <http://tools.ietf.org/html/draft-palet-v6ops-point2point-00>

Es gibt verschiedene Arten der Adressierung:

- Unicast
 - global
 - link-local
 - ~~site-local~~ (deprecated, [RFC4291](#))
- Anycast
- Multicast

Es gibt verschiedene Arten der Adressierung:

- Unicast
 - global
 - link-local
 - ~~site-local~~ (deprecated, [RFC4291](#))
- Anycast
- Multicast

- Ein Interface hat immer eine link-local Unicast Adresse
- Ein Interface hat immer eine oder mehrere Multicast Adressen
- Ein Interface kann mehrere globale Adressen haben

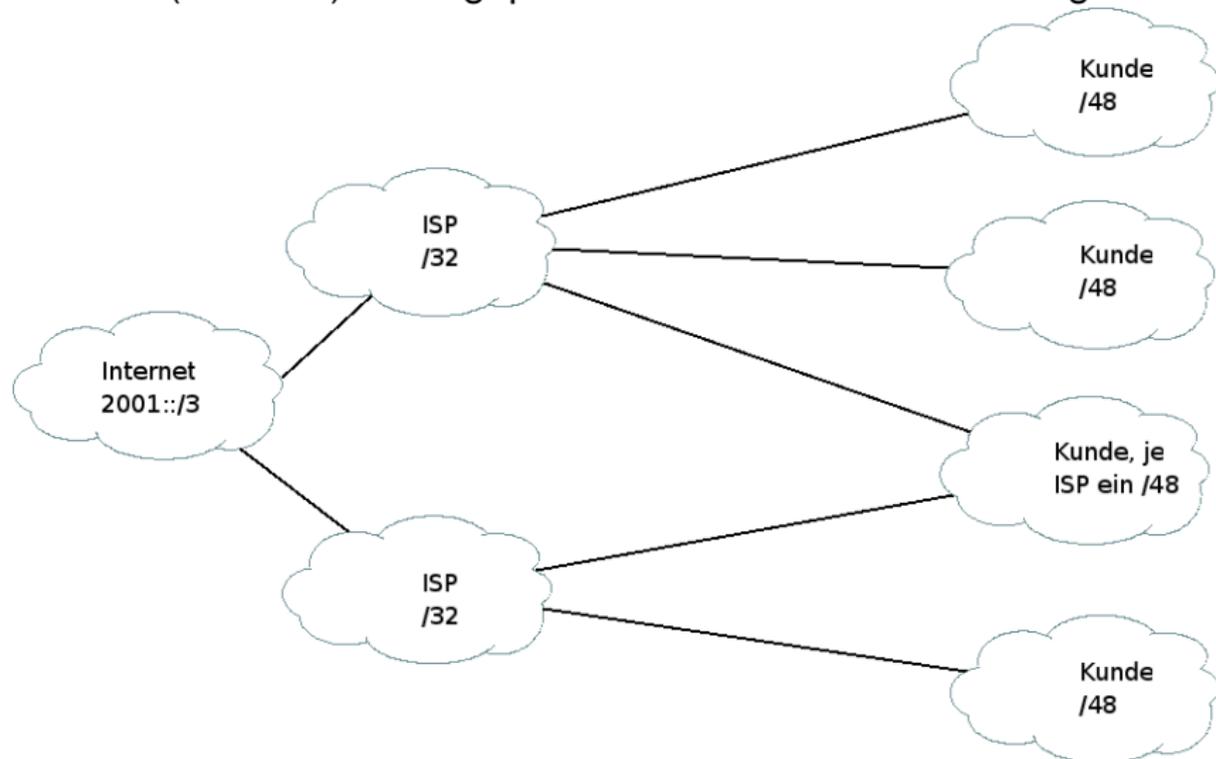
Spezielle Adressen und Adressbereiche

::	nicht spezifizierte Adresse
::1	loopback
FE80::/10	link-local
FF00::/8	multicast
FF01::1	multicast, "all hosts"
FF01::2	multicast, "all routers"
fc00::/8	Unique Local Adressen (zentral verwaltet)
fd00::/8	Unique Local Adressen
2000::/3	globale Unicast Adressen
2001:db8::/32	Prefix für Dokumentation ²

²<ftp://ftp.rfc-editor.org/in-notes/rfc3849.txt>

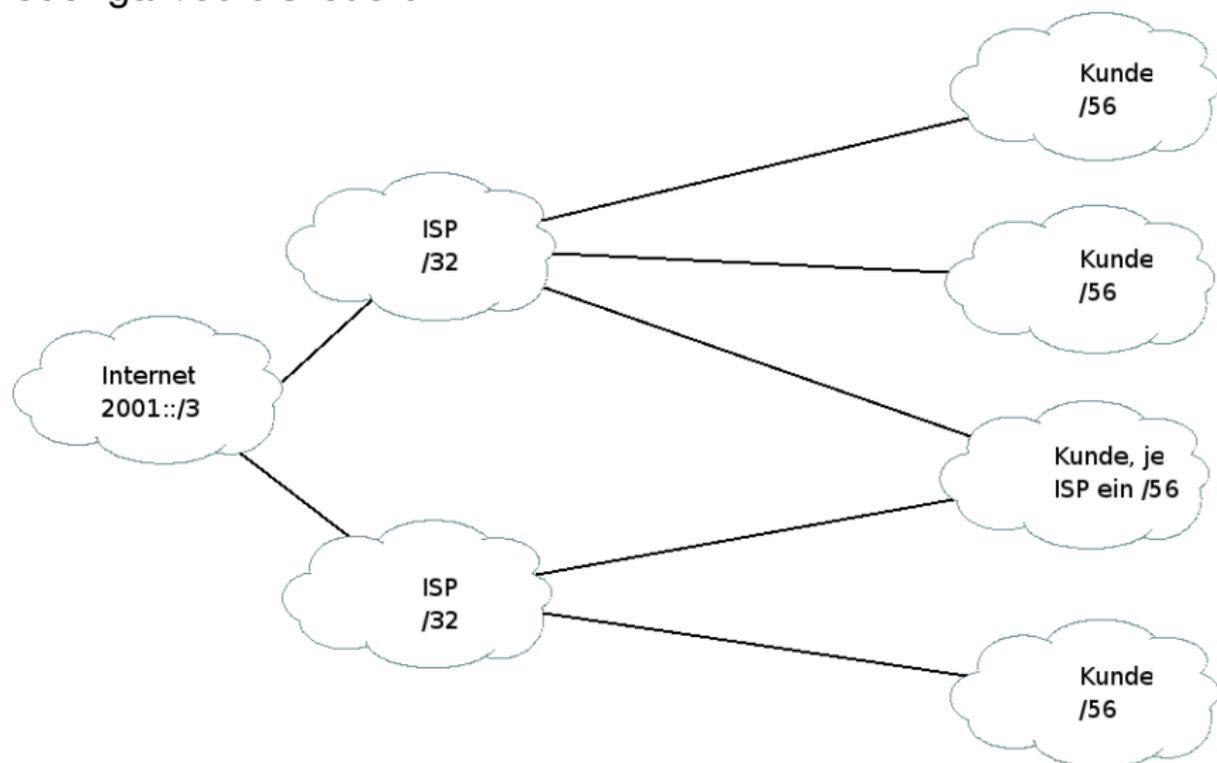
Adressen (VI)

Zur Zeit (12/2007) ist es geplant /48 an Endkunden zu vergeben.



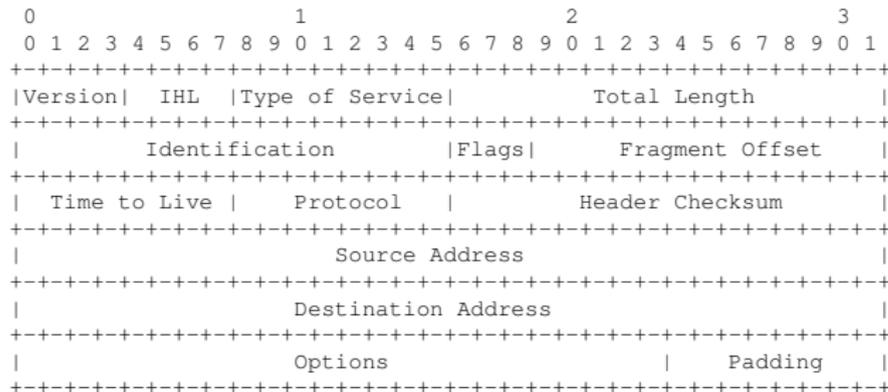
Adressen (VII)

Auf den IETF Mailinglisten wird allerdings gerade über die Vergabe /56 oder gar /60 diskutiert.



IPv4 Header

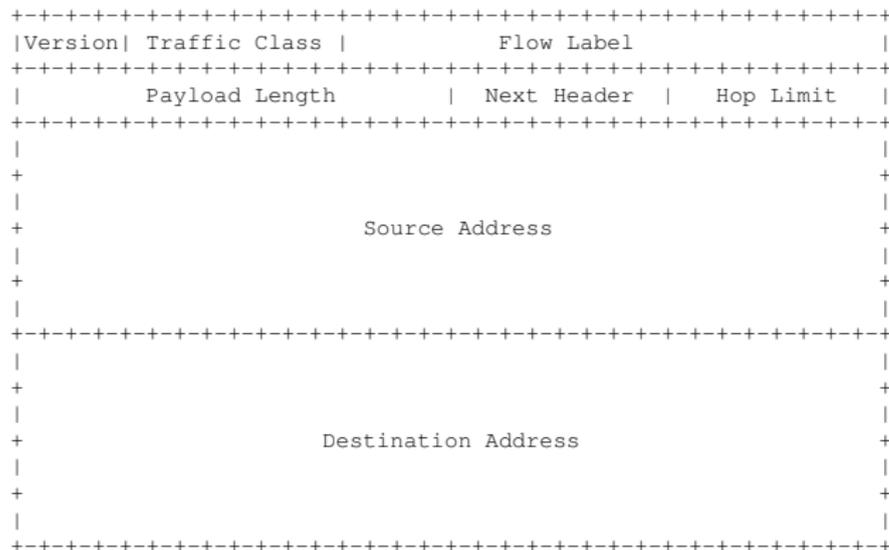
- Die Länge des Headers ist variabel
- Die minimale Länge beträgt 20Byte



IPv6 Header (I)

Der IPv6 Header (RFC2460)

- hat eine feste Größe von 40Byte
- kann durch weitere Header ergänzt werden



IPv6 Header (II)

Version	IP Version (==6)	4 Bit
Traffic Class	QoS-Informationen	8 Bit
Flowlabel	Zusatzinformationen für Router	20 Bit
Payload Length	Länge des Paketes nach dem Header	16 Bit
Next Header	Welcher Header kommt danach?	8 Bit
Hop Limit	vgl. TTL bei IPv4	8 Bit
Source Address		128 Bit
Destination Address		128 Bit

IPv6 bietet die Möglichkeit zusätzliche Header an den normalen Header anzuhängen.

- 1 Hop-by-Hop Option (=0)
- 2 Destination Options (=60)
- 3 Routing (=43)
- 4 Fragment (=44)
- 5 Authentication (=51) und Encapsulating Security Payload (=50)
- 6 TCP (=6) und UDP (=17)

IPv6 Header (IV)

```
+-----+-----+
| IPv6 header | TCP header + data
|            |
| Next Header = |
|     TCP(6)  |
+-----+-----+
```

IPv6 Header (IV)

```
+-----+-----+
| IPv6 header | TCP header + data
|            |
| Next Header = |
|   TCP (6)   |
+-----+-----+
```

```
+-----+-----+-----+
| IPv6 header | Routing header | TCP header + data
|            |            |
| Next Header = | Next Header = |
|   Routing (43) |   TCP (6)   |
+-----+-----+-----+
```

IPv6 Header (IV)

```
+-----+-----+
| IPv6 header | TCP header + data
|             |
| Next Header = |
|   TCP (6)   |
+-----+-----+
```

```
+-----+-----+-----+
| IPv6 header | Routing header | TCP header + data
|             |           |
| Next Header = | Next Header = |
|   Routing (43) |   TCP (6)   |
+-----+-----+-----+
```

```
+-----+-----+-----+-----+
| IPv6 header | Routing header | Fragment header | fragment of TCP
|             |           |           | header + data
| Next Header = | Next Header = | Next Header = |
|   Routing (43) |   Fragment (44) |   TCP (6)   |
+-----+-----+-----+-----+
```

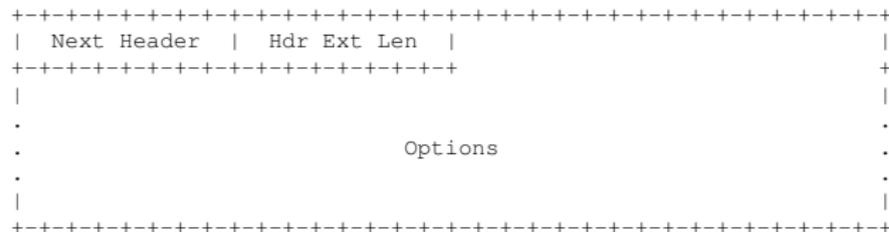
IPv6 Header - Routing

```
+-----+
| Next Header | Hdr Ext Len | Routing Type | Segments Left |
+-----+-----+-----+-----+
|
|
| type-specific data
|
+-----+
```

Vergleichbar Source Routing unter IPv4

- **Next Header** - Welcher Header kommt als nächstes
- **Hdr Ext Len** - Länge des Ext. Headers
- **Routing Type** - Routing Typ
- **Segments Left** - Wieviele Hops sind noch übrig?
- **type-specific data** - Liste der Hops

IPv6 Header - Hop-by-Hop / Destination (I)



- **Next Header** - Welcher Header kommt als nächstes
- **Hdr Ext Len** - Länge des Ext. Headers
- **Optionen** - mögliche Optionen

IPv6 Header - Fragment

```
+-----+
| Next Header | Reserved | Fragment Offset | Res|M|
+-----+-----+-----+-----+
| Identification |
+-----+
```

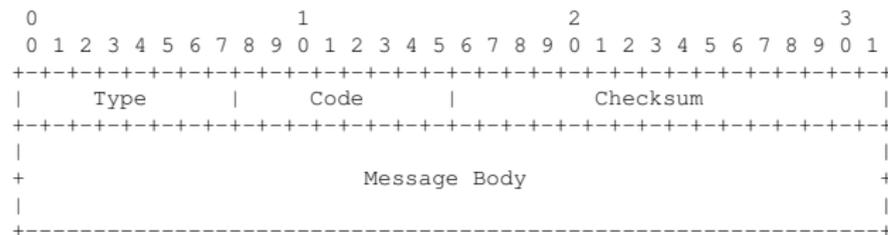
- **Next Header** - Welcher Header kommt als nächstes
- **Reserved** - 8-bit reserviert
- **Fragment Offset** - 13-bit unsigned integer
- **Res** - 2-bit reserviert
- **M flag** - 1 Bit, 1 = more fragments; 0 = last fragment.
- **Identification** - 32 bits. Eindeutiges Identifizierungsmerkmal

IPv6 Header - Fragment - Path MTU Discovery (PMTU)

- Routern ist es nicht erlaubt IPv6 Pakete zu Fragmentieren
- Mittels PMTU ermittelt der absendenden Host die maximale MTU auf dem Weg
- Die minimale MTU für IPv6 beträgt 1280Bytes

- IPSEC gehört bei IPv6 zum Standard
- IPSEC in IPv4 ist von IPv6 AH und ESP zurück portiert worden
- **AH** (Authntentication Header) - Wurde das Paket verändert?
- **ESP** (Encapulation Header) - Verschlüsselung

ICMP wurde für IPv6 erweitert und beinhaltet jetzt auch Funktionen von IGMP (Internet Group Membership Protocol) und ARP.



- 1 Destination Unreachable
- 2 Packet Too Big
- 3 Time Exceeded
- 4 Parameter Problem
- 128 Echo Request
- 129 Echo Reply
- 130 Group Membership Query
- 131 Group Membership Report
- 132 Group Membership Reduction
- 133 Router Solicitation
- 134 Router Advertisement
- 135 Neighbor Solicitation
- 136 Neighbor Advertisement
- 137 Redirect
- 138 Router Renumbering

- Für IPv6 wurde DNS ein `AAAA` Record eingeführt
- In älterer Literatur findet man auch noch `A6` und `DNAME` Records, diese sind aber mittlerweile deprecated ([RFC3363](#))

³ <http://www.deepspace6.net/projects/ipv6calc.html>

⁴ <http://www.routemeister.net/projects/sipcalc/>

- Für IPv6 wurde DNS ein AAAA Record eingeführt
- In älterer Literatur findet man auch noch A6 und DNAME Records, diese sind aber mittlerweile deprecated ([RFC3363](#))
- Einträge für Reverse Lookups sind etwas ekelig, 2001:db8:1:2:3:4::0 wird als folgendermaßen geschrieben:
0.0.0.0.0.0.0.0.4.0.0.0.3.0.0.0.2.0.0.0.1.0.0.0.8.b.d.0.1.0.0.2.ip6.arpa.

Recht nützlich sind hier Peter Bieringers [ipv6calc](#)³ oder [sipcalc](#)⁴

```
jens@jens-laptop:~/IPv6$ sipcalc -r 2001:db8:1:2:3:4::0  
-[ipv6 : 2001:db8:1:2:3:4::0] - 0
```

```
[IPV6 DNS]
```

```
Reverse DNS (ip6.arpa) -
```

```
0.0.0.0.0.0.0.0.4.0.0.0.3.0.0.0.2.0.0.0.1.0.0.0.8.b.d. \  
0.1.0.0.2.ip6.arpa.
```

³<http://www.deepspace6.net/projects/ipv6calc.html>

⁴<http://www.routemeister.net/projects/sipcalc/>

ND ist der IPv6 Ersatz für ARP:

- Aus dem Prefix ff02::1:ff00:0/104 und den letzten 24Bit der Ziel IP wird eine Multicast Adresse gebaut
- An diese Adresse wird ein ICMP Paket vom Typ 135 geschickt
- Der Zielhost antwortet mit Layer2 Adresse in einem ICMP Paket vom Typ 136

DAD verhindert die mehrfache Vergabe von IP Adressen:

- Unicast, ICMP Typ 135, Absender ':::' an die Zieladresse
- Wenn die Adresse schon einmal vorhanden ist erfolgt eine Antwort an ff02::1

Autokonfiguration ist einer der Vorteile von IPv6. Ein Host

- wählt eine Interface-ID, diese kann zum Teil aus der MAC Adresse generiert werden

Autokonfiguration ist einer der Vorteile von IPv6. Ein Host

- wählt eine Interface-ID, diese kann zum Teil aus der MAC Adresse generiert werden
- erzeugt daraus seine link-local Adresse (Prefix: FE80::/64)

Autokonfiguration ist einer der Vorteile von IPv6. Ein Host

- wählt eine Interface-ID, diese kann zum Teil aus der MAC Adresse generiert werden
- erzeugt daraus seine link-local Adresse (Prefix: FE80::/64)
- prüft, via DAD ob die Adresse schon einmal vorhanden ist

Autokonfiguration ist einer der Vorteile von IPv6. Ein Host

- wählt eine Interface-ID, diese kann zum Teil aus der MAC Adresse generiert werden
- erzeugt daraus seine link-local Adresse (Prefix: FE80::/64)
- prüft, via DAD ob die Adresse schon einmal vorhanden ist
- fragt via Multicast alle Router nach weiteren Prefixen

Autokonfiguration ist einer der Vorteile von IPv6. Ein Host

- wählt eine Interface-ID, diese kann zum Teil aus der MAC Adresse generiert werden
- erzeugt daraus seine link-local Adresse (Prefix: FE80::/64)
- prüft, via DAD ob die Adresse schon einmal vorhanden ist
- fragt via Multicast alle Router nach weiteren Prefixen
- fügt für jedes empfangene Prefix eine weitere Interface Adresse hinzu

Autokonfiguration ist einer der Vorteile von IPv6. Ein Host

- wählt eine Interface-ID, diese kann zum Teil aus der MAC Adresse generiert werden
- erzeugt daraus seine link-local Adresse (Prefix: FE80::/64)
- prüft, via DAD ob die Adresse schon einmal vorhanden ist
- fragt via Multicast alle Router nach weiteren Prefixen
- fügt für jedes empfangene Prefix eine weitere Interface Adresse hinzu
- hört weiter auf Router Announcements und ändert ggf. die Adressen

Autokonfiguration ist einer der Vorteile von IPv6. Ein Host

- wählt eine Interface-ID, diese kann zum Teil aus der MAC Adresse generiert werden
- erzeugt daraus seine link-local Adresse (Prefix: FE80::/64)
- prüft, via DAD ob die Adresse schon einmal vorhanden ist
- fragt via Multicast alle Router nach weiteren Prefixen
- fügt für jedes empfangene Prefix eine weitere Interface Adresse hinzu
- hört weiter auf Router Announcements und ändert ggf. die Adressen
- erhält entweder DNS Server von einem DHCP Server

Autokonfiguration ist einer der Vorteile von IPv6. Ein Host

- wählt eine Interface-ID, diese kann zum Teil aus der MAC Adresse generiert werden
- erzeugt daraus seine link-local Adresse (Prefix: FE80::/64)
- prüft, via DAD ob die Adresse schon einmal vorhanden ist
- fragt via Multicast alle Router nach weiteren Prefixen
- fügt für jedes empfangene Prefix eine weitere Interface Adresse hinzu
- hört weiter auf Router Announcements und ändert ggf. die Adressen
- erhält entweder DNS Server von einem DHCP Server
- oder löst Namen via MDNS (Multicast DNS) auf

Die Interface-ID wird aus der MAC-Adresse erzeugt, in dem in der “Mitte” `FFFE` eingefügt wird.

- MAC: `00c0:9f0f:3b60`
- Interface ID: `00c0:9fff:fe0f:3b60`

- ggf. Modul ipv6 laden
- Interface-Konfiguration wie gehabt über ip/ifconfig oder automatisch
- eigener(!) Paketfilter: ip6tables
- Beim Einsatz von Linux als Router, den Router Advertising Daemon (radvd) konfigurieren (bei Autoconfig)

```
jens@laphroig:~$ ip addr show eth0
2: eth0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,10000> mtu 1500 qdisc pfifo_fast qlen 1000
    link/ether 00:03:6d:18:4b:dc brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 192.168.73.3/24 brd 192.168.73.255 scope global eth0
    inet6 2001:6f8:110b::1/64 scope global
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 fe80::203:6dff:fe18:4bdc/64 scope link
        valid_lft forever preferred_lft forever
```

Router Advertising Daemon (radvd) dient zur Verteilung von Prefixen unter Linux.

/etc/radvd.conf

```
interface eth0
{
    AdvSendAdvert on;
    prefix 2001:db8:abcd:efef::/64;
}
```

Die Syntax von ip6tables ist äquivalent zu iptables.

```
ip6tables -P INPUT DROP
ip6tables -P OUTPUT DROP
ip6tables -A INPUT -p tcp --dport 22 -j ACCEPT
ip6tables -A INPUT -p tcp --dport 80 -j ACCEPT
ip6tables -A INPUT -m state --state ESTABLISHED,RELATED -j ACCEPT
ip6tables -A OUTPUT -m state --state NEW,ESTABLISHED -j ACCEPT
ip6tables -A INPUT -j REJECT
ip6tables -A OUTPUT -j REJECT
```

- IPv6 wird in aktuellen Windowsversionen unterstützt.
- das Protokoll wird über die GUI hinzugefügt,
- die Konfiguration erfolgt über `netsh` auf der Kommandozeile

Weitere Details:

Lutz Donnerhacke: Switching a productive Windows LAN to IPv6

<http://www.guug.de/veranstaltungen/ecai6-2007/slides/ecai6-deploying-ipv6-in-windows-lan.pdf>

```
ipv6 unicast-routing
ipv6 cef
ipv6 dhcp pool ipv6-home
  dns-server 2001db8:110B::2
  domain-name example.com
  snmp address 2001:db8:110B::2

!...
interface Vlan1
  !...
  ipv6 address 2001:db8:110B::1/64
  ipv6 nd managed-config-flag
  ipv6 nd other-config-flag
  ipv6 nd ra suppress
!...
snmp-server community foobar RO ipv6 mgnt 1
```

```
logging host ipv6 2001:6F8:110B::1
access-list 1 permit 192.0.2.0 0.0.0.255
!
ipv6 access-list mgnt
    permit 2001:db8:110B::/64

line vty 0 4
    access-class 1 in
    password 7 070C285F4D06
    ipv6 access-class mgnt in
!....
```

- Die meisten aktuellen Programme unterstützen IPv6
- Problem können u.U. durch die Reihenfolge der DNS entstehen.
- Eine Liste findet man unter http://www.deepspace6.net/docs/ipv6_status_page_apps.html

Achtung!

Wer Dienste anbietet sollte sich genau überlegen was er tut:

- Unter IPv4 bietet NAT noch einen gewissen Schutz gegen versehentlich freigegebene Dienste
- IPv6 bietet Ende-zu-Ende Kommunikation, d.h. ein Dienst ist von überall erreichbar
- Firewall-/ Paketfilter-Regeln auf dem Host bzw. Router gelten oft nur für IPv4, einige Firewalls unterstützen IPv6 nicht wirklich

Achtung!

Wer Dienste anbietet sollte sich genau überlegen was er tut:

- Unter IPv4 bietet NAT noch einen gewissen Schutz gegen versehentlich freigegebene Dienste
- IPv6 bietet Ende-zu-Ende Kommunikation, d.h. ein Dienst ist von überall erreichbar
- Firewall-/ Paketfilter-Regeln auf dem Host bzw. Router gelten oft nur für IPv4, einige Firewalls unterstützen IPv6 nicht wirklich

Weitere Infos:

- Peter Bieringer: Status of open source and commercial IPv6 firewall implementations

<http://www.guug.de/veranstaltungen/ecai6-2007/slides/2007-ECAI6-Status-IPv6-Firewalling-PeterBieringer-Talk.pdf>

Damit BIND (ab Version 9) über IPv6 arbeiten kann, muss die Option `listen-on-v6 {};` in der Konfiguration eingeschaltet sein.

Zur Zeit gibt es 3 Implementierungen von DHCP-Servern für Linux:

- Dibbler, <http://klub.com.pl/dhcpv6/>
- dhcpv6, <http://dhcpv6.sourceforge.net/>
- ISC DHCPv4, <http://www.isc.org/index.pl?/sw/dhcp/>

/etc/dibbler/server.conf

```
iface "eth0" {  
  
    preferred-lifetime 3600  
    valid-lifetime 7200  
  
    class {  
        pool 2000:db8::/64  
    }  
  
    option dns-server 2000:db8::ff,2000:db8::fe  
    option domain example.com  
    option ntp-server 2000:db8::200,2000:db8::201  
    option time-zone CET  
  
}
```

Über den Parameter `ListenAddress` lässt sich steuern, auf welchen Adressen der `sshd` lauscht:

Alle Adressen (IPv4 und IPv6):

```
ListenAddress ::
```

Nur IPv4:

```
ListenAddress 0.0.0.0
```

Apache ab der Version 2 unterstützt ebenfalls IPv6. Die Konfiguration ist recht simpel:

/etc/apache2/conf.d

```
Listen [2001:0db8:abcd::1]:80
<VirtualHost [2001:0db8:100::1]:80>
    ServerName ipv6only.example.com
    # ...
</VirtualHost>
```

- `sysklogd` (Standard Linux) kann kein IPv6
- `syslog-ng` und `rsyslog` können IPv6

/etc/syslog-ng/syslog-ng.conf

```
...
source s_all {
    ...
    udp6 ();
    ...
}
...
```

/etc/postfix/main.cf

Nur IPv4: `inet_protocols = ipv4`

Nur IPv6: `inet_protocols = ipv6`

Beides : `inet_protocols = all`

/etc/dovecot/dovecot.conf

Nur IPv4: `listen = *`

Beides : `listen = [::]`

/etc/vsftpd.conf

```
...  
# Run standalone? vsftpd can run either from an  
# inetd or as a standalone daemon started from an  
# initscript.  
#listen=YES  
#  
# Run standalone with IPv6?  
# Like the listen parameter, except vsftpd will  
# listen on an IPv6 socket instead of an IPv4 one.  
# This parameter and the listen parameter are  
# mutually exclusive.  
listen_ipv6=YES  
...
```

- Squid 2.6 nur mit Patch
- Squid 3.0 unterstützt IPv6

- Squid 2.6 nur mit Patch
- Squid 3.0 unterstützt IPv6 nur mit Patch

- Squid 2.6 nur mit Patch
- Squid 3.0 unterstützt IPv6 nur mit Patch
- Squid 3.1 soll IPv6 unterstützen

Die gebräuchlichen Werkzeuge, die man tagtäglich bei der Arbeit im Netzwerk braucht funktionieren auch mit IPv6.

- Einige Tools funktionieren einfach so (telnet, ssh)
- Einige brauchen spezielle Parameter (nmap, snmpget)
- Von einigen Tools gibt es spezielle IPv6 Varianten (ping6, traceroute6)

ping und traceroute für IPv6 heissen ping6 bzw. traceroute6

traceroute6

```
root@laphroig:~# traceroute6 -n www.sixxs.net
traceroute to noc.sixxs.net (2001:838:1:1:210:dcff:fe20:7c7c)
  from 2001:6f8:900:98f::2, 30 hops max, 16 byte packets
 1 2001:6f8:900:98f::1  51.268 ms  47.259 ms  39.212 ms
 2 2001:6f8:800:1003::209:55  38.005 ms  38.425 ms  38.952 ms
 3 2001:6f8:800:0:1:b:1:13  38.284 ms  38.673 ms  39.208 ms
 4 2001:6f8:800:0:1:18:209:52  55.016 ms  56.194 ms  55.064 ms
 5 2001:6f8:800:0:1:14:1:8  55.638 ms  57.863 ms  55.154 ms
 6 2001:7f8::2331:0:1  56.478 ms  57.212 ms  55.603 ms
 7 2a01:300:30:8::1  62.33 ms  62.754 ms  63.307 ms
 8 2001:7f8:1::a501:2871:2  62.387 ms  62.601 ms  63.023 ms
 9 2001:838:0:14::2  70.173 ms  70.199 ms  71.188 ms
10 2001:838:0:10::2  71.847 ms  71.712 ms  71.122 ms
11 2001:838:1:1:210:dcff:fe20:7c7c  70.956 ms  72.536 ms  73.048 ms
```

Die NetSNMP-Tools unterstützen seit langem IPv6. Um einen Host per IPv6 abzufragen wird dem Namen/der Adresse ein `udp6:` vorangestellt.

snmpget

```
jens@laphroig:~$ snmpget -c foobar -v 2c \  
udp6:[2001:6F8:110B::2] sysUpTime.0  
DISMAN-EVENT-MIB::sysUpTimeInstance = Timeticks: \  
(14809554) 1 day, 17:08:15.54
```

- Verschlüsselung und Authentifizierung sind vom Standard vorgeschrieben
- Durch den größeren Adressraum wird das Scannen von Netzwerken schwieriger, es gibt aber andere Ansätze durch die sich z.B. Würmer verbreiten können⁵
- Routing-Header vom Typ 0 wurde durch [RFC5095](#) als veraltet deklariert
- Viele Leute halten NAT für ein Securityfeature, [RFC4864](#) beschreibt einige Ansätze und Funktionen von NAT mit IPv6 abzubilden.

⁵<http://www.cs.columbia.edu/~smb/papers/v6worms.pdf>

Provider	Zugang	URL
d-hosting.de	T-DSL u.a.	http://www.d-hosting.de/
RH-TEC AG	T-DSL u.a.	http://www.rh-tec.de/
Titan DSL	T-DSL	http://www.ipv6-dialin.de/
Tal.DE	T-DSL	http://www.tal.de/
Spacenet AG	T-DSL u.a.	http://www.space.net/
Speedpartner	T-DSL u.a.	http://www.speedpartner.de/
IN-Berlin	T-DSL u.a.	http://www.in-dsl.de/

(Q:Ignatios Souvatzis, MsgID: <ipv6-providers.4@beverly.kleinbus.org>)

- Tunnel Broker, auch für Enduser
- Tunnel auch für dynamische Adressen (DSL), über spezielle Software
- kostenlos, aber Anmeldung erforderlich
- Punktesystem um Missbrauch vorzubeugen
- Tunnelendpunkte muessen 24/7 erreichbar sein, sonst gibt es keine Punkte
- <http://www.sixxs.net> bietet ausserdem noch zahlreiche Infos rund um IPv6

- Es gibt keinen grossen, roten Knopf mit dem zu Termin X von IPv4 auf IPv6 umgestellt wird

- Es gibt keinen grossen, roten Knopf mit dem zu Termin X von IPv4 auf IPv6 umgestellt wird
- Die Umstellung kann Schrittweise erfolgen, Systeme können (und müssen) erst einmal DualStacked fahren

- Es gibt keinen grossen, roten Knopf mit dem zu Termin X von IPv4 auf IPv6 umgestellt wird
- Die Umstellung kann Schrittweise erfolgen, Systeme können (und müssen) erst einmal DualStacked fahren
- IPv6 Only User können z.B. über Proxy-Server auf IPv4 Ressourcen zugreifen

- Es gibt keinen grossen, roten Knopf mit dem zu Termin X von IPv4 auf IPv6 umgestellt wird
- Die Umstellung kann Schrittweise erfolgen, Systeme können (und müssen) erst einmal DualStacked fahren
- IPv6 Only User können z.B. über Proxy-Server auf IPv4 Ressourcen zugreifen

- Es gibt keinen grossen, roten Knopf mit dem zu Termin X von IPv4 auf IPv6 umgestellt wird
- Die Umstellung kann Schrittweise erfolgen, Systeme können (und müssen) erst einmal DualStacked fahren
- IPv6 Only User können z.B. über Proxy-Server auf IPv4 Ressourcen zugreifen
- NAT-PT (Network address Translation / Protocol Translation) wurde angedacht (<ftp://ftp.rfc-editor.org/in-notes/rfc2766.txt>), aber wieder fallengelassen (<ftp://ftp.rfc-editor.org/in-notes/rfc4966.txt>, Z.z. werden andere Lösungen diskutiert.

Was in diesem Vortrag ausgelassen wurde bzw. zu kurz kam....

- Mobile IPv6
- Multihoming
- Routing (OSPFv3, RIPng, BGP)
- Zugriff von reinen IPv6-Systemen auf IPv4-Ressourcen
- u.v.a.m.

- Benedikt Stockebrand
IPv6 in Practice
A Unixer's Guide to the Next Generation Internet
ISBN 978-3540245247
- UpTimes 03/2007 (Proceedings ECAI6 2007)
ISBN 978-3865412287
- Vorträge ECAI6, http://www.guug.de/veranstaltungen/ecai6-2007/further_readings.html
- IPv6 Deployment Guide,
<http://www.6net.org/book/deployment-guide.pdf>
- Viele RFCs

- The Day The Routers Died:

http://www.youtube.com/watch?v=_y36fG2Oba0

- Der Text dazu: `whois POEM-RIPE55-SONG`

eMail jenslink@quux.de
Jabber jenslink@guug.de
PGP Fingerprint D9FF E215 6686 6194 FFC8
 A135 19CF A676 DB85 EF91

Folien unter

http://www.quux.de/Vortraege/ipv6_newthinking.pdf

sage@guug-Berlin

Treffen jeden 1. Donnerstag im Monat ab 19:00

<http://www.guug.de/lokal/berlin/index.html>

GUUG Frühjahrsfachgespräch

11.-14. März in München

<http://guug.de/ffg>