

IPv6 kommt. Kommt IPv6?

von IPv4 zu

IPv6

in ?? Jahren

17. November 1994:
RFC 1883 "Internet Protocol Version
6 (IPv6)"

27. Jänner 2010: Bestandsaufnahme

IP = Endpoint to Endpoint

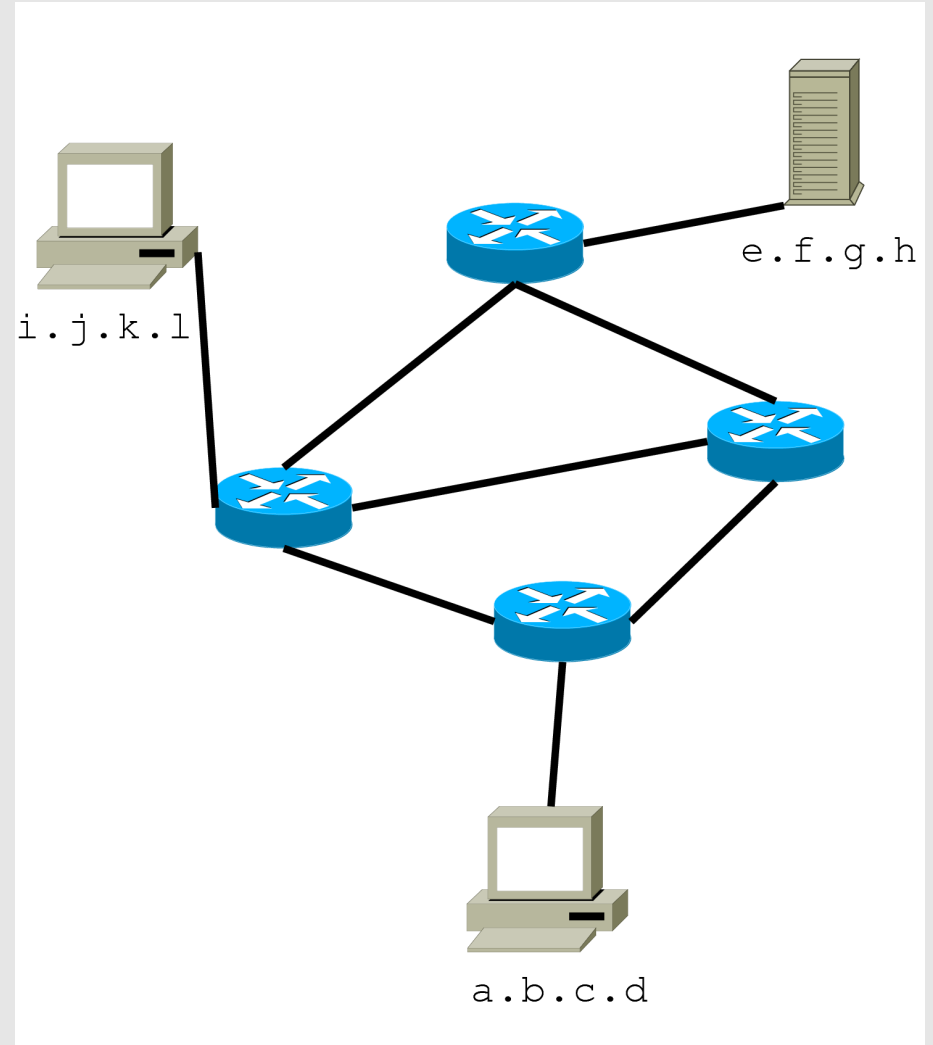
von IPv4 zu

IPv6

in ?? Jahren

1980:

- IPv4 verbindet als erstes Netzwerkprotokoll Hosts verschiedener Netze, unabhängig vom Übertragungsmedium
- einheitliches Adressierungsschema
- zwei Nodes können direkt miteinander kommunizieren



IP = Endpoint to Endpoint

von IPv4 zu

IPv6

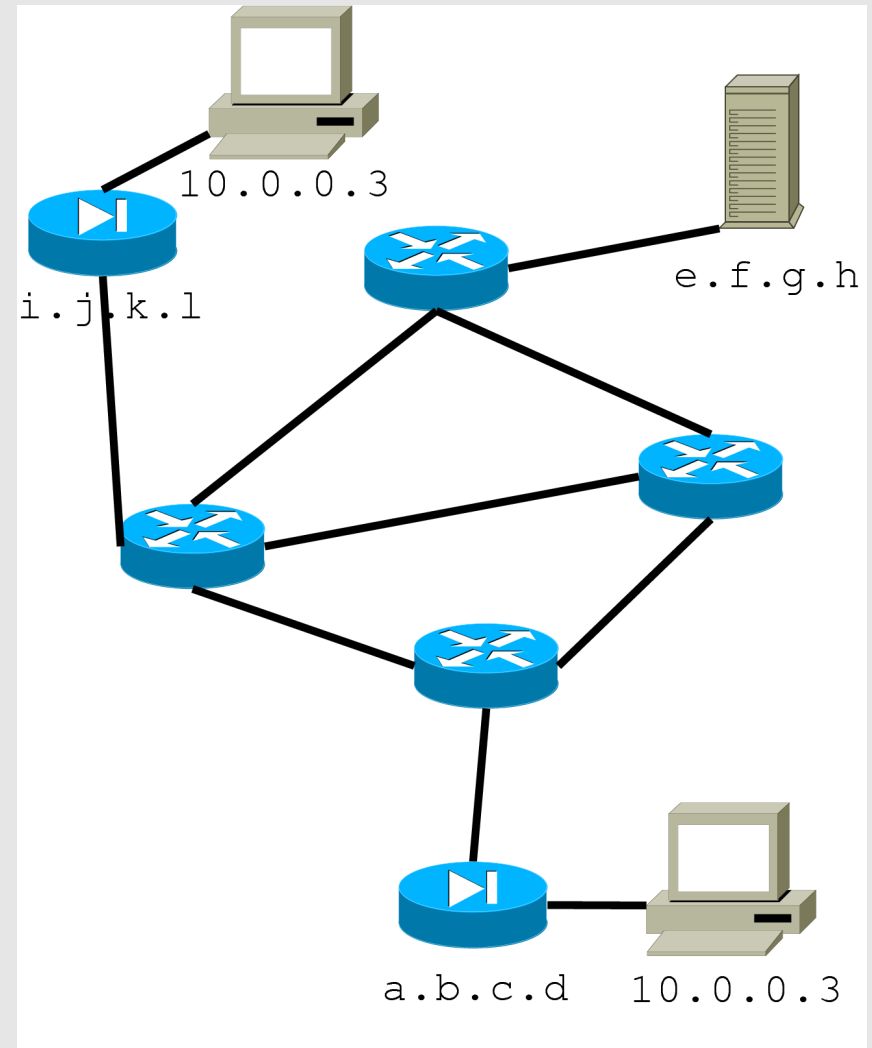
in ?? Jahren

derzeit:

direkter
Verbindungsaufbau
wird verhindert
durch:

- Firewalls
- NAT

E2E nur über
Vermittlung durch
Dritte



IPv4 bis ...

von IPv4 zu

IPv6

in ?? Jahren

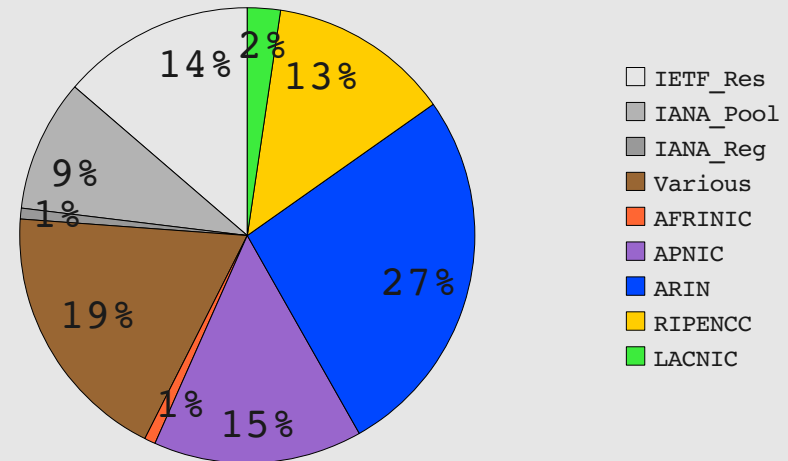
- "Nur" $4,29 \times 10^9$ IPv4 Adressen (32 Bit)
- anfangs nur "ganze Blöcke" (Class A,B,C) vergeben, teils leichtfertig
- rasantes Wachstum bei Mobilfunk, Homeautomation ...
- Verteilung sehr einseitig (Folie folgt)

Das Ende naht ... bei gleich bleibender Vergabe:

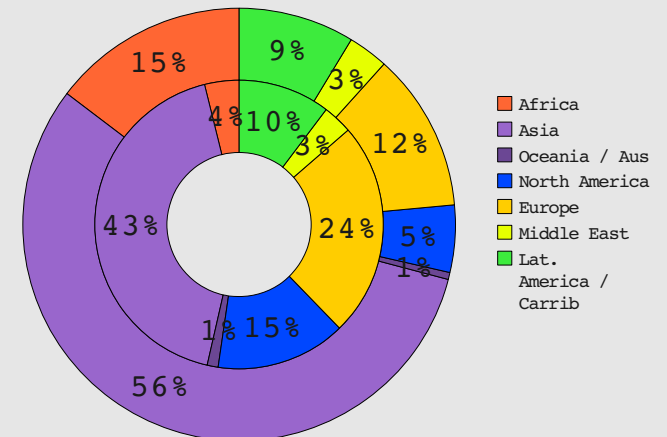
8.Sep.2011

Internetnutzung vs. IPv4 Adressen

von IPv4 zu
IPv6
in ?? Jahren



World Regions	Pop / Mio	Inet Users / Mio	Penetration (% Population)	Users % of Table
Africa	991,00	67,37	6.8 %	3.9 %
Asia	3808,07	738,26	19.4 %	42.6 %
Europe	803,85	418,03	52.0 %	24.1 %
Middle East	202,69	57,43	28.3 %	3.3 %
North America	340,83	252,91	74.2 %	14.6 %
Latin America/Caribbean	586,66	179,03	30.5 %	10.3 %
Oceania / Australia	34,70	20,97	60.4 %	1.2 %
WORLD TOTAL	6767,81	1733,99	25.6 %	100.0 %



Anatomie einer IPv6 Adresse

2001:05c0:1104:6100::1/64

von IPv4 zu

IPv6

in ?? Jahren

- 128 Bit -> 16 Byte -> 8 Blöcke hex
- führende Nullen können entfallen
- ein zusammenhängender Block von Nullen kann durch "::" ersetzt werden
- Extremfall: 127.0.0.1 (IPv4) -> ::1 (IPv6)

2001:05c0:1104:6100:0000:0000:0000:0001

2001:5c0:1104:6100::1 ✓

2001:0db8:1104:0000:0000:4bd3:0000:0ac3

~~2001:db8:1101::4bd3::ac3 ✗~~

2001:db8:1104::4bd3:0000:ac3 ✓

Präfixe

von IPv4 zu

IPv6

in ?? Jahren

analog zu CIDR in IPv4 werden IPv6 Netze durch Präfixe definiert:

- fe80::230:5ff:febe:3084/64
fe80:0000:0000:0000:0230:05ff:febe:3084
- 2001:858:0002::/48
2001:0858:0002:0000:0000:0000:0000:0000

Je kleiner das Präfix, desto größer das Netz

Typische End User Präfixe:

- /64 -> ein Netz mit 2^{64} Stationen
- /56 -> 256 Netze mit je 2^{64} Stationen

Adresstypen

von IPv4 zu

IPv6

in ?? Jahren

- link local (fe80::/10)
gilt innerhalb des lokalen Netzes, wird nicht geroutet
- unique local IPv6 unicast (fd00::/7) (site local)
wird nicht geroutet, trotzdem global eindeutig (40Bit random ID, 16Bit Subnet, 64Bit Interface) (vgl. RFC 1918, NAT+VPN)
- global unicast (2000::/3)
2001:0000::/32 Teredo (Tunnel Broker)
2001:db8::/32 Dokumentation
2002::/16 6to4
- multicast (ff00::/8)
ff02::1 all Nodes (link local)
ff02::2 all Routers
- anycast
Paket wird dem nächsten Mitglied zugestellt. z.B: subnet-router
anycast: 2001:5c0:1104:6100:: -> Subnet komplett, ID leer

Besondere IPv6 Adressen

von IPv4 zu

IPv6

in ?? Jahren

- Multicast Gruppen nach Scope:
 - ff01::x am selben Interface
 - ff02::x im selben Subnetz
 - ff05::x site local
 - ff0e::x global
- andere Multicast Gruppen:
 - all Nodes: ff0x::1
 - all Routers: ff0x::2
 - all NTP Servers: ff0x::101
- IPv4 in IPv6
 - ::ffff:192.168.0.21

Schwierigkeiten mit IPv6 Adressen

von IPv4 zu
IPv6
in ?? Jahren

Wie gibt man IPv6 Adressen ein?

- Gar nicht. Man nutzt DNS.
- `[fe80::210:a4ff:fe88:ecd]:80`

Suche mit Regex (zB Perl):

- `m/\d{1,3}\.\d{1,3}\.\d{1,3}\.\d{1,3}/`
klappt nicht.
- `NetAddr::IP->version($IP)` liefert die
Version der Adresse: 4,6 oder undef

Der IPv6 Header

von IPv4 zu

IPv6

in ?? Jahren

- mehr Platz für Quell und Zieladresse
 - feste Länge: 40B (statt 20-60 Byte)
 - weniger Felder:
 - Version(4b)
 - Traffic Class(1B)
 - Flow Label (20b)
 - Payload Length (2B)
 - Next Header (1B)
 - Hop Limit (1B)
 - Source (16B)
 - Destination (16B)
 - aus IPv4 nicht übernommen:
 - ~~Header Length~~ (Länge ist fix)
 - ~~Identification~~
 - ~~Flags~~
 - ~~Fragment Offset~~ IPv6 fragmentiert nicht
 - ~~Header Checksum~~ findet am Media-Access-Layer und am Application-Layer statt
- schnellere Bearbeitung durch Router

Extension Header

von IPv4 zu

IPv6

in ?? Jahren

Weitere Optionen werden bei Bedarf definiert

- Hop-by-Hop Options (QoS, Multicast, Jumbogram)
- Routing Header
- Fragment Header
- Destination Options Header
- Authentication Header
- Encryption Security Payload Header
- ...

ICMPv6

von IPv4 zu

IPv6

in ?? Jahren

mehr als nur Ping ...

- informational Messages
Echo Request, Echo Reply
- Error Messages
Dest. unreachable, Packet too big, Time Exceeded,
Parameter Problem
- Neighbor Discovery (ND)
- Autoconfiguration
- Path MTU Discovery
- Multicast Listener/Server Discovery (IPv4:
IGMP)

ICMPv6: ND

von IPv4 zu

IPv6

in ?? Jahren

- automatische Konfiguration von Adressen
Neighbor Solicitation, Neighbor Advertisement
(Link local und global Unicast)
- Prefix und Router finden
Router Solicitation, Router Advertisement
- Duplicate Address Detection (DAD)
- Link-Layer Address Resolution (IPv4: ARP)
- Secure Neighbor Discovery
Router verwenden Zertifikate, Certification Path,
Cryptographically generated Addresses

ICMPv6: Autoconfiguration, Path MTU Discovery

von IPv4 zu
IPv6
in ?? Jahren

Ohne DHCP: "stateless Autoconfiguration"

- link local Addr. erzeugen (fe80::/10) "tentative"
- Multicast Gruppe ff02::1 (all Nodes) und "solicited-node" beitreten
- Neighbor Solicitation mit Tentative-Addr als Dest. (DAD)
- Router Solicitation (ff02::2)
- Präfixe und Routen eintragen
- Fragmentierung findet am Quellhost statt
- MTU kleiner als Paket -> ICMP Packet too big + MTU
- Quelle verkleinert
- ab und zu größere Pakete -> bessere Route erkennen
- MTU mindestens 1280B: höhere Effizienz wegen geringerem Overhead

DNS und IPv6

von IPv4 zu

IPv6

in ?? Jahren

- neuer Record: AAAA
- kann auch via IPv4 abgerufen werden (bind seit v8.4)
- derzeit AAAA Records für sieben Rootserver
- PTR:
3.e.d.3.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.b.0.0.0.
0.0.4.1.0.c.5.0.1.0.0.2.ip6.arpa.

Legacy Protokolle

von IPv4 zu

IPv6

in ?? Jahren

- FTP
 - 32 Bit für IP in "Port" Kommando -> neues Kommando EPRT
 - EPSV für Passive Mode
- Telnet
 - funktioniert wie gehabt ... leider

Quality of Service

von IPv4 zu

IPv6

in ?? Jahren

- **Integrated Services**

QoS Vereinbarung wird End to End getroffen,
alle Router speichern QoS Anforderungen pro
Flow (RSVP, RFC 2205)
skaliert schlecht

- **Differentiated Services**

Flow wird innerhalb von DS-Domains (Menge aller
Router innerhalb DS-Boundary Routers)
einheitlich behandelt.

PHB (Per Hop Behavior) Routing Decision

mobile IPv6

von IPv4 zu

IPv6

in ?? Jahren

Nodes bleiben auch in "fremden"
Netzen erreichbar

- 1)MN sucht HA (Home Agent) unter
link local
- 2)Meldung an HA mit neuem Präfix via
global unicast
- 3)HA trägt neues Präfix in Liste ein
- 4)CN fragt nach MN
- 5)HA antwortet auf ND, sendet
Anfrage an MN
- 6)beteiligte Router leiten Verkehr
direkt zu MN (Route optimization),
Präfix wird gekapselt ->
transparent für CN und MN

MN: Mobile
Node

Rechner auf
Wanderschaft

HA: Home Agent
führt Buch über
MNs

CN:
Correspondent
Node

will MN
kontaktieren

IPSec

von IPv4 zu

IPv6

in ?? Jahren

- AH und ESP sind fester Bestandteil der Extension Header
- Tunnel Mode praktisch obsolet -> IPSec End to End
- in (fast) alle Protokolle höherer Ebenen integrierbar
- keine v4 <-> v6 Verbindung möglich

Security

von IPv4 zu

IPv6

in ?? Jahren

- durch global unicast neue Securitykonzepte
 - Firewall ist keine einzelne Box
 - Security Policy zentral verwaltet, auf Clients ausgebracht
 - Isolations VLANS für unbekannte Rechner
- Endpoint to Endpoint IPSec - Firewall verliert Kontrolle über Inhalt
 - schlechte Nachrichten für Checkpoint, Phion & Co
 - gute Nachrichten für Dienstleister (s.o.)
- Intranet: Unique local unicast statt RFC-1918

Privacy

von IPv4 zu

IPv6

in ?? Jahren

- Link local und global unicast enthalten MAC Adresse
 - kann zu Client Tracking benutzt werden
 - Nutzer identifizierbar, auch in "fremden" Netzen (Notebook)
 - NIC identifizierbar -> Extremfall Gerät identifizierbar (Vorteil bei HW Support?)
 - kann abgestellt werden
 - DHCP mit kurzer Leasetime
 - pseudo zufälliger Interface-Identifizier

Transition

von IPv4 zu

IPv6

in ?? Jahren

- Dual Stack
 - Node spricht beide Protokolle (vor allem für öffentliche Server wichtig)
 - Proxy setzt Anfragen um
- Tunneling
 - 6to4 (erfordert offizielle IPv4 Addr)
 - Teredo (durch NAT möglich, zu Teredo Server)
 - Tunnel Broker (s.o.)
 - Silkroad
 - ISATAP
 - 6RD (RFC 5569, freies Präfix, von IANA zugeteilt)

6to4

von IPv4 zu

IPv6

in ?? Jahren

- RFC 3056 – verbindet Ipv6 Netze über Ipv4
- 6to4 Router
 - Präfix: 2002::/16
 - 32Bit von Ipv4 Adresse
 - 16Bit Netzwerk ID (65536 Netze)
 - 64Bit Interface ID (2^{64})
- 6to4 Relay Router
 - IPv4 Anycast Addr 192.168.99.0/24
 - Verteilt Routen zu 6to4 Routern im Ipv6 Internet
 - ist Default GW für 6to4 Router

Liste öffentlicher 6to4 Relay Router:

<http://www.kfu.com/~nsayer/6to4/>

und los!

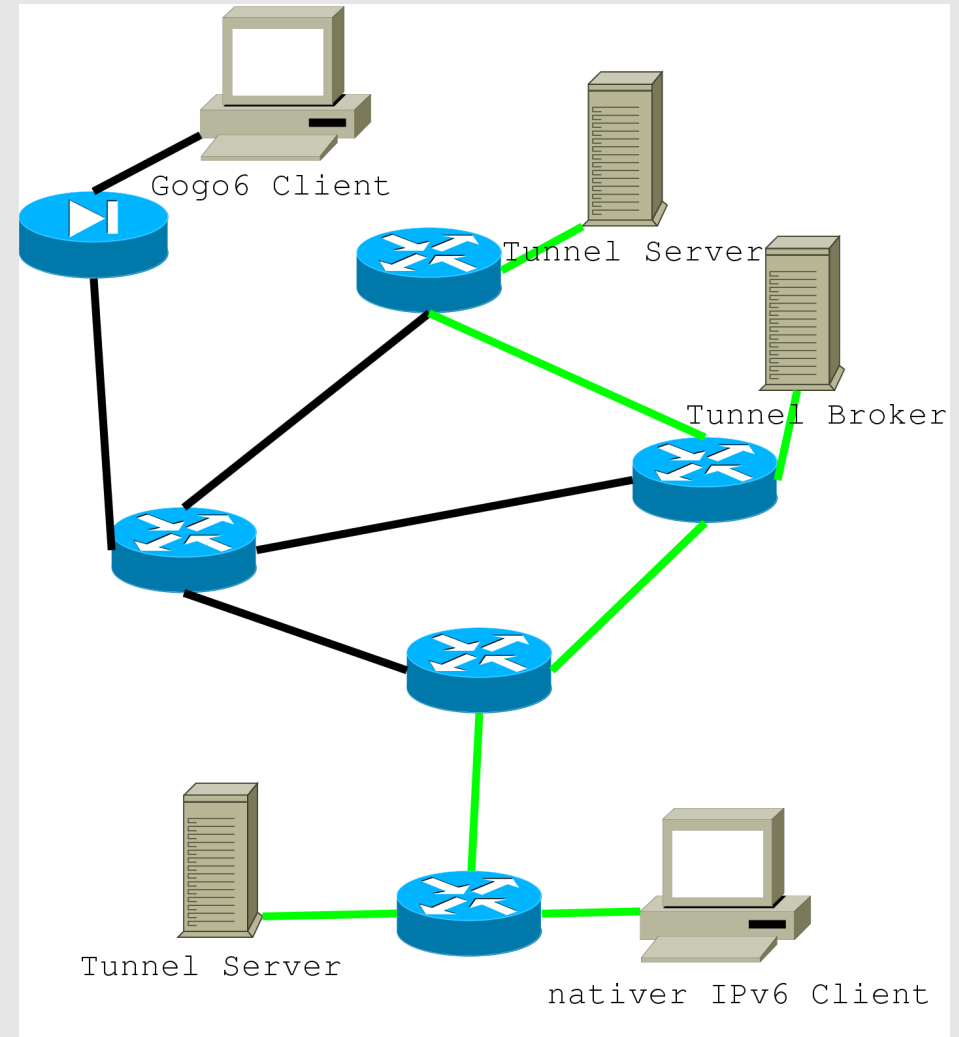
von IPv4 zu

IPv6

in ?? Jahren

Beispiel Tunnel Broker:

1. Client -> T-Broker
2. Broker verweist
aus nächsten T-
Server
3. Client tunnelt in
UDPv4 zum T-Server
4. ab jetzt IPv6



Quellen

von IPv4 zu

IPv6

in ?? Jahren

- **Liste der registrierten Netzblöcke:**
`ftp://ftp.ripe.net/pub/stats/ripenncc/membership/alloclist.txt`
- **allgemeine Statistiken zum Internet:**
`http://www.internetworldstats.com/stats.htm`
- **Warum es bald keine IPv4 Adressen geben wird:** `http://www.potaroo.net/tools/ipv4/index.html`
- **diverse Hintergrundinfo**
`http://www.tcpipguide.com`