

IP Version 6 (IPv6) Das neue Internet-Protokoll

Guido Wessendorf

<wessend@uni-muenster.de>

JOIN-Projekt



Westfälische Wilhelms-Universität Münster
Zentrum für Informationsverarbeitung

Themen

- Warum IPv6?
- Header
- Adressierung
- Transition IPv4→IPv6
- 6bone
- JOIN-Projekt
- Zusammenfassung & Ausblick

Warum IPv6?



Latif Ladid (IPv6 Forum President), UK IPv6 Forum Summit, May 2000:

Famous Last Words

- „I Think there is a world market for maybe five computers.“
 - Thomas Watson, chairman of IBM, 1943
- „640K ough to be enough for anybody.“
 - Bill Gates, 1981
- „32 bits should be enough address space for Internet“
 - Vint Cerf, 1977



Internet Wachstum

- IPv4 wurde Anfang der 80' er Jahre entwickelt.
Damals heutige Internet-Größe und heutiges Internet-Wachstum nicht vorhersehbar:
 - Juli 2000: $\approx$ 93 Millionen Hosts
 - Verdopplung nahezu jährlich
- Explosion der Routing-Tabellen:
 - Ende September 2000: $\approx$ 88.000 Routen
- Gesamt-IPv4-Adreßraum zwischen 2005-2011 erschöpft
(ALE-WG, IETF-Meeting Juli '94 Toronto)



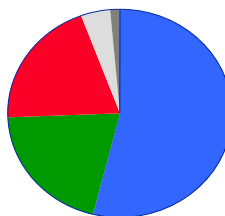
Latif Ladid (IPv6 Forum President), UK IPv6 Forum Summit, May 2000:

Users on the Internet – Mar 10, 2000

How Many behind Firewalls and NATs?

- CAN/US - 125
- Europe - 48
- Asia/Pac - 46
- Latin Am - 10
- Africa - 3

-
- Total - 232 Mio User



Latif Ladid (IPv6 Forum President), UK IPv6 Forum Summit, May 2000:

Will IP Scale and remain Robust?

- 75% of traffic on Internet is WWW
- 3 Million Web Sites (est. Jan 1999)
- 700 Million web pages (and dark info)
- Data Domination (20% voice, 80% data)
- 8000 ISPs worldwide (4700+ in U.S.)
- Traffic growth 100-1000%/year reported
- 300 M – 1000 M users by Dec 2002



Handlungsbedarf!

- Scaling-Probleme von IPv4 lösen
- End-To-End Connectivity wahren
("Internet Transparency", RFC 2775)
- Neue Technologien/Features besser unterstützen
Stichworte: Security, Mobility, Plug & Play,
Multimedia-Anwendungen,
Quality-of-Service

⇒ Neues Internet-Protokoll notwendig!



Der Anfang ...

- Ende 1991 startete die IETF ihre Bemühungen um einen IPv4-Nachfolger:
IP Next Generation (IPng)
- Im Juli 1992 wurden mehrere IPng-Proposals in Auftrag gegeben und Working-Groups eingerichtet
- Im Juli 1994 auf dem IETF-Meeting in Toronto wurde dann *IPv6* als Nachfolger von IPv4 ausgewählt



IP Version 6 – die wichtigsten Features

- Erweiterte Adressierungs- und Routing-Möglichkeiten
- Vereinfachtes Header-Format
- Verbesserte Unterstützung von Optionen und Erweiterungen
- Möglichkeit des Flow-Labeling
- Verbesserte Unterstützung von Security, Autoconfiguration ("Plug&Play") und Mobility
- Schrittweise ins Internet einführbar!



Header



IPv6-Header

```

+-----+-----+-----+-----+
|Version| Traffic Class |             Flow Label             |
+-----+-----+-----+-----+
|             Payload Length             | Next Header | Hop Limit |
+-----+-----+-----+-----+
|
+
|
+
|
+
|
+-----+-----+-----+-----+
|
+
|
+
|
+
|
+-----+-----+-----+-----+
|
+
|
+
|
+
|
+-----+-----+-----+-----+
|
+
|
+
|
+
|
+-----+-----+-----+-----+

```

zum Vergleich der
IPv4-Header

```

+-----+-----+-----+-----+
|Version| IHL |Type of Service| Total Length|
+-----+-----+-----+-----+
| Identification |Flags| Fragment Offset|
+-----+-----+-----+-----+
| Time to Live | Protocol | Header Checksum|
+-----+-----+-----+-----+
| Source Address|
+-----+-----+-----+-----+
| Destination Address|
+-----+-----+-----+-----+
| Options | Padding|
+-----+-----+-----+-----+

```



Derzeit definierte Extension-Header

- Hop-by-Hop Options
- Routing (Typ-0)
- Fragment
- Destinations Options
- Authentication
- Encapsulating Security Payload (ESP)

Eine **vollständige** IPv6-Implementierung liegt nur dann vor, wenn mindestens **alle** obigen Extension-Header implementiert sind

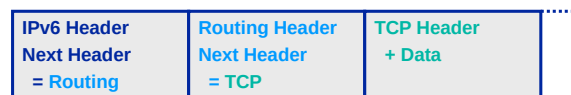


Extension-Header – Eine TCP-Verbindung als Beispiel

- **Minimal:**



- **Source-Routing:**



- **Source-Routing + Fragmentierung:**



Adressierung



128-Bit IPv6-Adressen (Repräsentation)

- **“Normal”:**

3FFE:0400:0010:0100:0A00:20FF:FE1B:D640
⇔ 3FFE:400:10:100:A00:20FF:FE1B:D640

- **Komprimiert:**

FF02:0:0:0:0:0:0:2 0:0:0:0:0:0:0:1
⇔ FF02::2 ⇔ ::1

- **IPv4-Kompatible:**

0:0:0:0:0:0:128.176.191.66
⇔ ::128.176.191.66

- **Adreß-Präfix:**

3FFE:0400:0010:0100:0A00:20FF:FE1B:D640/48
⇔ 3FFE:400:10::/48



IPv6-Adreß-Typen

- Unicast (one-to-one)
 - link-local
 - site-local
 - aggregatable
 - compatible (IPv4, NSAP, IPX)
- Anycast (one-to-nearest)
- Multicast (one-to-many)



Adreß-Typ-Präfixe

Adreß-Typ	Präfix
• IPv4-kompatibel	(96 Null-Bits)
• NSAP-kompatibel	0000 001
• IPX-kompatibel	0000 010
• Aggregatable Global Unicast	001
• Link-Local Unicast	1111 1110 10 (FE80)
• Site-Local Unicast	1111 1110 11 (FE90)
• Multicast	1111 1111 (FF)
• Alle andere Präfixe derzeit reserviert bzw. noch nicht zugewiesen (etwa 85%)	
• Anycast-Adressen werden aus Unicast-Adreß-Raum zugewiesen	

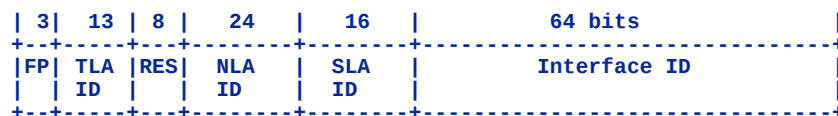


Hierarchisches Adreß-Präfix-Routing

- Zusammenfassen mehrerer Adressen unter einem Präfix
- Adressen sind topologisch signifikant
- Konsequenz: Topologie-Änderung erfordert Umadressierung
- Adressen dienen zur eindeutigen Identifizierung und zur topologischen Lokalisierung



Aggregierbare Globale Unicast-Adressen



<---Public Topology---> Site
 <----->
 Topology <-----Interface Identifier----->

FP = Format-Präfix = 001
 TLA = Top-Level Aggregator
 RES = Reserviert
 NLA = Next-Level Aggregator(s)
 SLA = Side-Level Aggregator(s)



IPv6-Adressen werden verteilt

(Als Beispiel: Deutsches Forschungsnetz)

- Februar 1999
 - Adress-Dokumente (RFC 2373 und RFC 2374) als Proposed Standard
- Juni 1999
 - IANA verteilt erstmalig Adressblöcke an RIR's
- Juli 1999
 - RIPE verteilt erste Präfixe
- November 1999:
 - DFN bekommt 2001:0638::/35
- Ab Oktober 2000
 - DFN verteilt Site-Präfixe



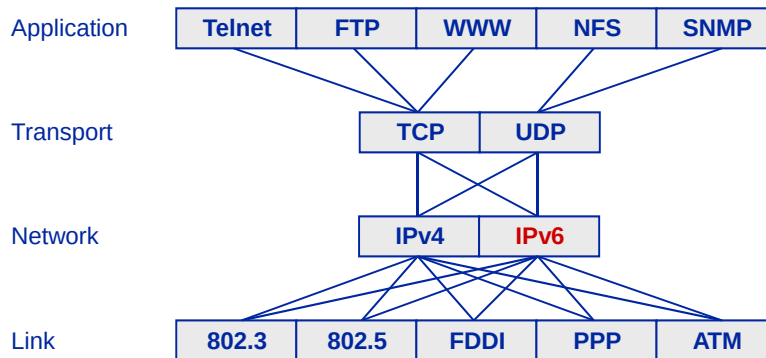
Transition



Transition IPv4→IPv6 – Grundkonzept

- Dual-IP-Stack

IPv4-Hosts und -Router werden nach und nach um IPv6-Stack ergänzt



Transition IPv4→IPv6 – Tunneltechnik

- Überbrücken von (noch) nicht IPv6-fähigen Topologien durch Tunnel-Technik:

- Tunnel durch IPv6-in-IPv4-Encapsulation
- Zwei verschiedene Tunnel-Methoden vorgesehen:

- » **Konfigurierte Tunnel:**

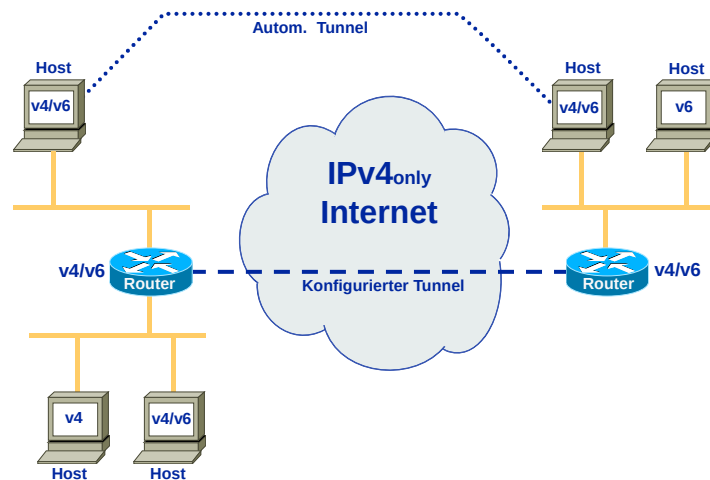
Die IPv4-Tunnelendpunkte werden manuell konfiguriert; die Routingtabelle gibt vor, welche IPv6-Pakete über welchen Tunnel transportiert werden

- » **Automatische Tunnel:**

Falls IPv4-kompatible-IPv6-Adressen als Ziel-Adresse benutzt werden, wird automatisch ein Tunnel zu der enthaltenen IPv4-Adresse errichtet



Transition IPv4→IPv6 – Beispiel



Transition IPv4→IPv6 – weiterer Ablauf

- Sobald Router um IPv6-Stack ergänzt sind, können IPv6-in-IPv4-Tunnel wieder entfernt werden
- IPv6 wird sich neben IPv4 im Internet etablieren
- IPv4 wird noch viele Jahre im Internet geroutet werden
- IPv4-in-IPv6-Tunnel um später IPv4-Inseln über IPv6-Topologien zu verbinden

Transition IPv4→IPv6 – weitere Techniken

- Verbinden von IPv6-Inseln

- Tunnel Broker
- **6to4** (Connection of IPv6 Domains via IPv4 Clouds)
- **6over4** (Transmission of IPv6 over IPv4 Domains without Explicit Tunnels), RFC 2529

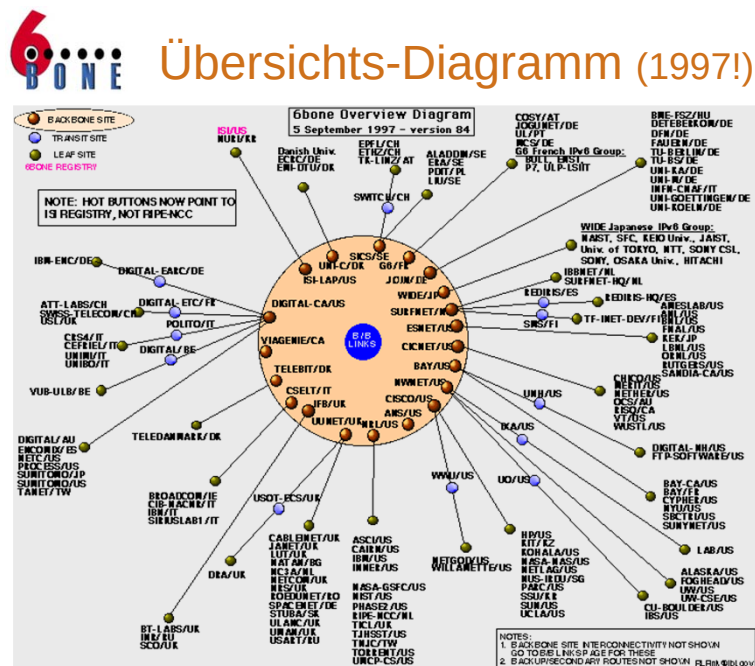
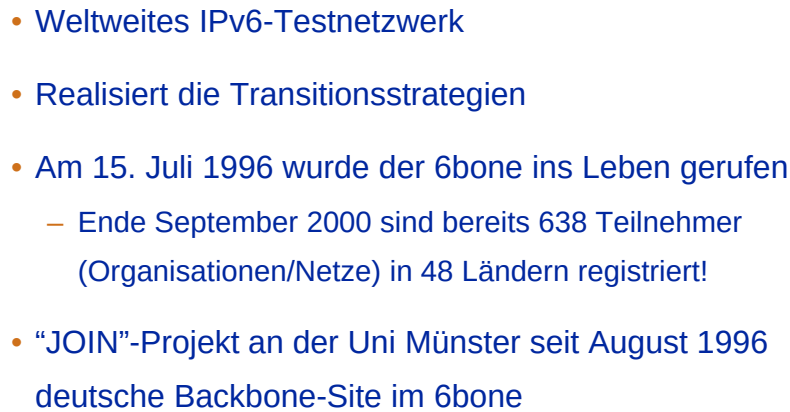
- Gateway-Techniken

- **SIIT** (Stateless IP/ICMP Translation Algorithm), RFC 2765
- **NAT-PT** (Network Address Translation – Protokoll Translation), RFC 2766
- **BIS** (Dual Stack Hosts using „Bump-In-The-Stack“ Technique, RFC 2767
- **DSTM** (Dual Stack Transition Mechanism)
- **SOCKS64** (A SOCKS-based IPv6/IPv4 Gateway Mechanism)
- **TCP-UDP Relay** (An IPv6-to-IPv4 transport relay translator)



6bone





JOIN-Projekt



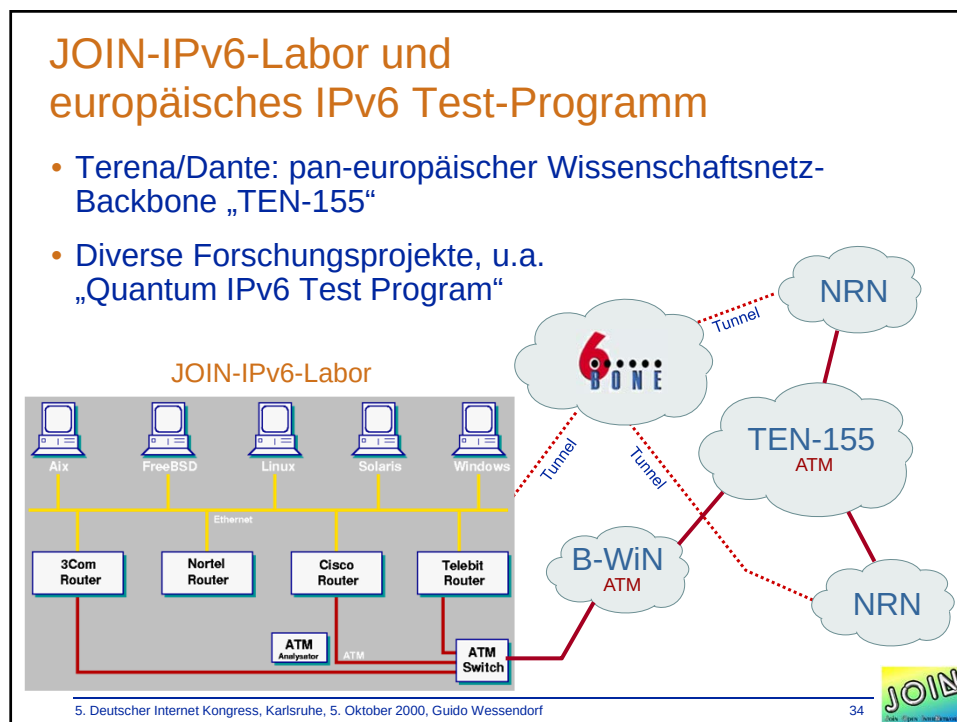
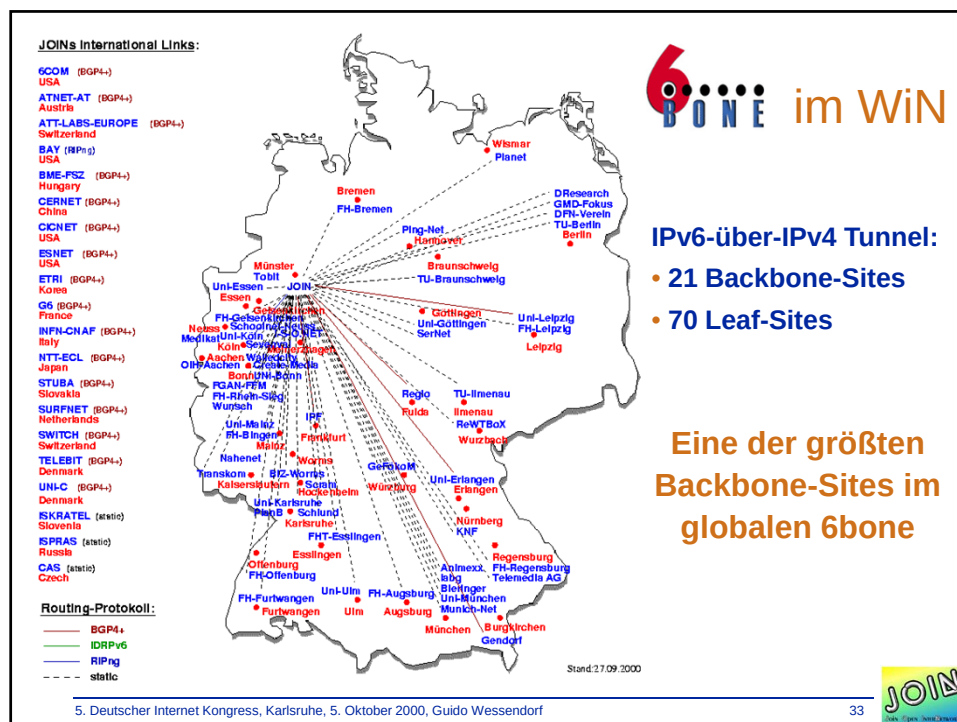
- Projekt



- Ein IPv6-Projekt des DFN-Vereins, durchgeführt seit Juli 1996 am Zentrum für Informationsverarbeitung der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster
- *“IPv6 im WiN – JOIN Referenzzentrum”*
 - Aufbau (nativer) IPv6-Konnektivität
 - Aktivierung und Unterstützung von DFN-Mitgliedern
 - Unterstützung des DFN, DFN-NOC und G-WiN
- Am 1. Oktober 1999 für mind. weitere 2 Jahre fortgeführt
- Mehr Infos zu IPv6 und dem JOIN-Projekt unter:

<http://www.join.uni-muenster.de>





Zusammenfassung & Ausblick

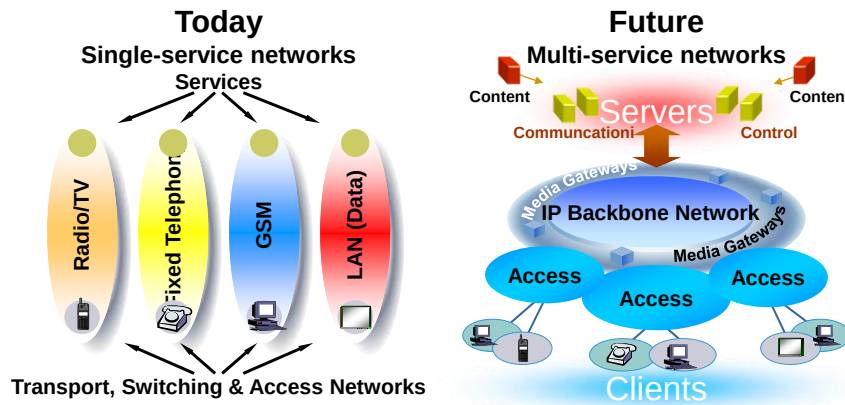


Zusammenfassung

- IPv4-Infrastruktur längst jenseits der intendierten Kapazitäten
- IPv6 für Einfachheit, Robustheit, Sicherheit, Mobilität und Managebarkeit im Internet
- Treiber der Transition zu IPv6:
 - Anzahl der Heim- und Mobilen-Systeme
 - Wachstum neuer Märkte und Regionen
 - „Always-on“ Dienste
 - Security, Mobility (automatic Roaming), QoS, Multicast
 - GPRS, 3G/UMTS Cellulare Netzwerke
- Nahezu alle namenhaften IT-Hersteller haben IPv6-Implementationen im Portfolio
- IPv6 ist heute einsatzfähig
- Transitions-Strategien vorhanden, kein D-Day



Multi-Service Next Generation networks



JOIN us and IPv6

- JOIN-Projekt
 - Team: Dr. W. Held, Dr. G. Richter, G. Wessendorf, C. Müller-Böhm, C. Schild, DFN: Dr. J. Rauschenbach
 - eMail: join@uni-muenster.de
 - Web: <http://www.join.uni-muenster.de> (via IPv4)
<http://www.ipv6.uni-muenster.de> (via 6bone)
- Weitere Web-Links
 - <http://playground.sun.com/ipng/>
 - <http://www.6bone.net>
 - <http://www.ipv6forum.com>