

# Das Protokoll der Zukunft: IPv6

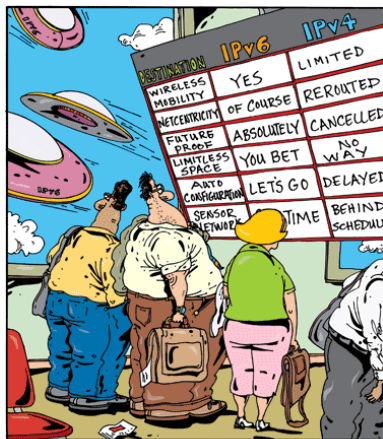
Ingo Ebel

Seminar Next Generation Internet, WS 2009/10

# Gliederung

- 1 Einführung
  - Warum und Wofür eigentlich IPv6?
  - Aufbau
  - Autokonfiguration, ICMPv6 und Co
- 2 Sicherheit
  - Vorteile von IPv6
  - Nachteile von IPv6
- 3 IPv6 benutzen
  - Provider
  - Workshop
- 4 Zusammenfassung

# Warum eigentlich mit IPv6 beschäftigen?



*Suddenly, it dawned on Ronald that he needed to be on the right flight plan and IPv6 seemed to be just the ticket.*

# Gliederung

- 1 Einführung
  - Warum und Wofür eigentlich IPv6?
  - Aufbau
  - Autokonfiguration, ICMPv6 und Co
- 2 Sicherheit
  - Vorteile von IPv6
  - Nachteile von IPv6
- 3 IPv6 benutzen
  - Provider
  - Workshop
- 4 Zusammenfassung

## Wichtige Neuerungen

- Quality of Service (QoS)
- Mobilitätsunterstützung (Mobile IP)
- Autokonfiguration
- native IPsec Unterstützung
- Erweiterbarkeit
- viele viele IP-Adressen
- Kleinere Routingtabellen

## von IPv4 eingeholt?

- QoS, IPsec, Mobile IP, ...
- Mittlerweile auch alles in IPv4 vorhanden

### 2 Wichtige Gründe bleiben!

- genügend IP Adressen (+ endlich NAT loswerden)
- kleine Routingtabellen

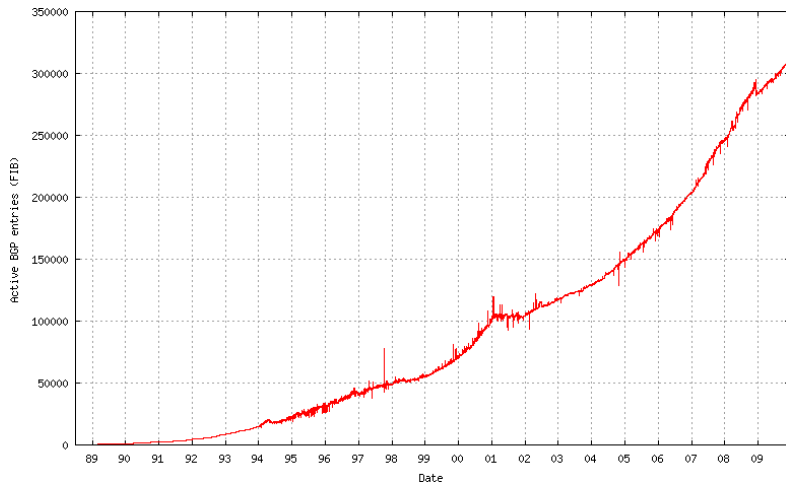
## von IPv4 eingeholt?

- QoS, IPsec, Mobile IP, ...
- Mittlerweile auch alles in IPv4 vorhanden

### 2 Wichtige Gründe bleiben!

- genügend IP Adressen (+ endlich NAT loswerden)
- kleine Routingtabellen

# BGP Routen



Stand 10.12.2009: 311635 / Quelle: <http://bgp.potaroo.net/as2.0/bgp-active.html>



# Gliederung

- 1 Einführung
  - Warum und Wofür eigentlich IPv6?
  - **Aufbau**
  - Autokonfiguration, ICMPv6 und Co
- 2 Sicherheit
  - Vorteile von IPv6
  - Nachteile von IPv6
- 3 IPv6 benutzen
  - Provider
  - Workshop
- 4 Zusammenfassung

## Aufbau der IP-Adressen

- IPv6 Adressen sind 128bit lang, es gibt also  $2^{128}$  mögliche Adressen (vgl. IPv4: 32 Bit)
- $2^{128} = 340.282.366.920.938.463.463.374.607.431.768.211.456$
- ca. 667 Billionen Adressen pro  $\text{mm}^2$  Erdoberfläche.

## Aufbau der IP-Adressen

- IPv6 Adressen sind 128bit lang, es gibt also  $2^{128}$  mögliche Adressen (vgl. IPv4: 32 Bit)
- $2^{128} = 340.282.366.920.938.463.463.374.607.431.768.211.456$
- ca. 667 Billionen Adressen pro  $\text{mm}^2$  Erdoberfläche.

## Aufbau der IP-Adressen

- IPv6 Adressen sind 128bit lang, es gibt also  $2^{128}$  mögliche Adressen (vgl. IPv4: 32 Bit)
- $2^{128} = 340.282.366.920.938.463.463.374.607.431.768.211.456$
- ca. 667 Billionen Adressen pro  $\text{mm}^2$  Erdoberfläche.

# Notation

Hexadezimal, 8 Blöcken à 16 Bit (2 Bytes), per Doppelpunkt getrennt

- 2001:0db8:85a3:08d3:0000:0000:0170:7a44

Führende Nullen können weggelassen werden:

- 2001:db8:85a3:8d3:0:0:170:7a44

aufeinander folgende Blöcke, deren Wert 0 beträgt, dürfen ausgelassen und durch zwei Doppelpunkte ersetzt werden

- 2001:db8:85a3:8d3::170:7a44

aber die geht nur einmal!

- 2001:db8:0:0:1:0:0:7a44 lässt sich **nicht** zusammenfassen nach 2001:db8::1::7a44

## Notation

Hexadezimal, 8 Blöcken à 16 Bit (2 Bytes), per Doppelpunkt getrennt

- 2001:0db8:85a3:08d3:0000:0000:0170:7a44

Führende Nullen können weggelassen werden:

- 2001:db8:85a3:8d3:0:0:170:7a44

aufeinander folgende Blöcke, deren Wert 0 beträgt, dürfen ausgelassen und durch zwei Doppelpunkte ersetzt werden

- 2001:db8:85a3:8d3::170:7a44

aber die geht nur einmal!

- 2001:db8:0:0:1:0:0:7a44 lässt sich **nicht** zusammenfassen nach 2001:db8::1::7a44

## Notation

Hexadezimal, 8 Blöcken à 16 Bit (2 Bytes), per Doppelpunkt getrennt

- 2001:0db8:85a3:08d3:0000:0000:0170:7a44

Führende Nullen können weggelassen werden:

- 2001:db8:85a3:8d3:0:0:170:7a44

aufeinander folgende Blöcke, deren Wert 0 beträgt, dürfen ausgelassen und durch zwei Doppelpunkte ersetzt werden

- 2001:db8:85a3:8d3::170:7a44

aber die geht nur einmal!

- 2001:db8:0:0:1:0:0:7a44 lässt sich **nicht** zusammenfassen nach 2001:db8::1::7a44

# Arten der Adressierung

- Unicast
  - global
  - link-local
  - site-local (veraltet)
  - unique-local (löst site-local ab)
- Anycast
- Multicast
  
- pro Interface mehrere Adressen:
  - immer 1x link-local
  - immer ein oder mehrere Multicast Adressen
  - kann mehrere globale Adressen haben



# Arten der Adressierung

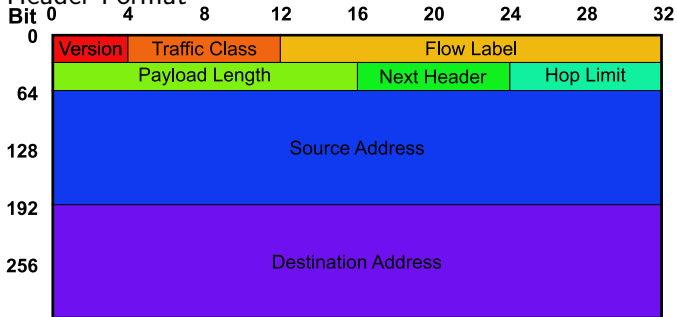
- Unicast
  - global
  - link-local
  - site-local (veraltet)
  - unique-local (löst site-local ab)
- Anycast
- Multicast
  
- pro Interface mehrere Adressen:
  - immer 1x link-local
  - immer ein oder mehrere Multicast Adressen
  - kann mehrere globale Adressen haben

## Reservierte Bereiche

- :: nicht spezifizierte Adresse
- ::1 loopback
- FE80::/10 link-local
- FF00::/8 multicast
- FF01::1 multicast, alle Hosts
- FF01::2 multicast, alle Router
- FF05::3 multicast, alle DHCP-Server
- FC00::/8 Unique Local Adressen (zentral verwaltet)
- FD00::/8 Unique Local Adressen
- 2000::/3 globale Unicast Adressen
- 2001:DB8::/32 für Dokumentation

# Aufbau der Pakete

## Header-Format



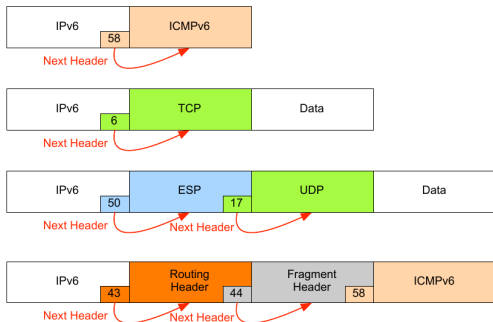
Quelle: Wikipedia ([http://de.wikipedia.org/wiki/Datei:IPv6\\_header\\_rv1.svg](http://de.wikipedia.org/wiki/Datei:IPv6_header_rv1.svg))

## Aufbau der Pakete (II)

- Vorteile gegen über IPv4:
  - IPv6-Header immer gleich lang -> Routing-Performance
  - im IPv4 Header viele Optionen ungenutzt
  - keine Checksum -> machen höhere Schichten
  - Fragmentierung wird besser gelöst (mit Path Maximum Transmission Unit Discovery)
  - Erweiterungs Header möglich (NextHeader)

# NextHeader

- flexibler Mechanismus für die Erweiterung des Protokolls um zusätzliche Funktionalitäten
- Beispiele: Routing Header, Hop-By-Hop, Encapsulating Security Payload (ESP), Fragment Header, Authentication Header (AH)



# Gliederung

- 1 Einführung
  - Warum und Wofür eigentlich IPv6?
  - Aufbau
  - Autokonfiguration, ICMPv6 und Co
- 2 Sicherheit
  - Vorteile von IPv6
  - Nachteile von IPv6
- 3 IPv6 benutzen
  - Provider
  - Workshop
- 4 Zusammenfassung

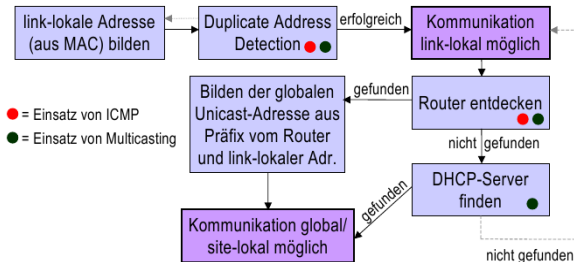
# Autokonfiguration I

Ein Host kann vollautomatisch eine Internetverbindung herstellen.  
ICPMv6 spielt eine zentrale Rolle.

- Stateless Address (Auto)Configuration
- für Hosts, nicht für Router
- Host weißt sich link-lokale Adresse meist aus der MAC-Adresse des Interfaces erzeugt
- Duplicate Address Detectionen
  - Neighbour Soliciting Message (ICMPv6 Typ 135) wird verschickt um Einzigartigkeit der konfigurierten Adresse zu überprüfen
  - Normal keine Antwort. Adresse kann genommen werden.
  - Oder Neighbour Advertising Message (ICMPv6 Typ 136) - Adresse belegt, neuer Versuch

## Autokonfiguration II

- Host fragt via Multicast alle Router nach weiteren Präfixen (Router Solicitation - ICMPv6 Typ 133)
- für jeden empfangene Präfix wird eine weitere Interface Adresse hinzugefügt
- es wird weiter auf Router Announcements (ICMPv6 Typ 134) gehört



Quelle: [http://m2w2.de/articles/IPv6\\_public.pdf](http://m2w2.de/articles/IPv6_public.pdf)



# DHCPv6

- Trotz Autokonfiguration DHCP gibt es weiterhin
- Stateful Address Configuration
- Wird für die Zuweisung von DNS-Servern oder anderen »optionalen« Werten wie NTP gebraucht
- Automatisches Eintragen in DNS
- läuft auf anderen Ports wie DHCPv4. Server/Relay: 547 / UDP - Client: 546 / UDP

## Alles bleibt anders

- ARP -> ICMPv6 Neighbor Discovery (ND)
- DNS statt A-Record AAAA-Record
- statt Internet Group Management Protocol (IGMP) -> Multicast Listener Discovery (MLD)
- statt RIP -> RIPv6
- statt OSPF -> OSPFv6

# Gliederung

- 1 Einführung
  - Warum und Wofür eigentlich IPv6?
  - Aufbau
  - Autokonfiguration, ICMPv6 und Co
- 2 Sicherheit
  - Vorteile von IPv6
  - Nachteile von IPv6
- 3 IPv6 benutzen
  - Provider
  - Workshop
- 4 Zusammenfassung

## alte Probleme ausgemerzt

- Von Anfang an sicher: eingebautes IPSec
- NAT fällt weg! Viel weniger Probleme. Auch ggf. Sicherheit da weniger bei Programmen implementiert werden muss.
- Subnetzgröße mindestens:  $2^{64}$ 
  - Angriffe durch Scannen unmöglich dauert ggf. Jahre bis Host gefunden wird.

# Gliederung

- 1 Einführung
  - Warum und Wofür eigentlich IPv6?
  - Aufbau
  - Autokonfiguration, ICMPv6 und Co
- 2 Sicherheit
  - Vorteile von IPv6
  - Nachteile von IPv6
- 3 IPv6 benutzen
  - Provider
  - Workshop
- 4 Zusammenfassung

# Problemfelder

## Neue bzw. Andere Probleme

- Jedes Gerät kann sich am Netzwerk anmelden und erhält eine gültige Adresse
- Duplicate Address Detection kann für DOS-Attacks ausgenutzt werden
- Neue Wurmangriffsarten: vielleicht über Multicast schnell und leicht an alle Adressen kommen und/oder Verlagerung auf DNS
- Router Advertisements Nachrichten können gefälscht werden
- Anti-Spam-Blacklists stoßen an Grenzen - Nachteil von zu vielen IPs
- ICMPv6 sehr wichtig kann nicht einfach geblockt werden

# Problemfelder

## Neue bzw. Andere Probleme

- Jedes Gerät kann sich am Netzwerk anmelden und erhält eine gültige Adresse
- Duplicate Address Detection kann für DOS-Attacke ausgenutzt werden
- Neue Wurmangriffsarten: vielleicht über Multicast schnell und leicht an alle Adressen kommen und/oder Verlagerung auf DNS
- Router Advertisements Nachrichten können gefälscht werden
- Anti-Spam-Blacklists stoßen an Grenzen - Nachteil von zuvielen IPs
- ICMPv6 sehr wichtig kann nicht einfach geblockt werden

# Problemfelder

## Neue bzw. Andere Probleme

- Jedes Gerät kann sich am Netzwerk anmelden und erhält eine gültige Adresse
- Duplicate Address Detection kann für DOS-Attacke ausgenutzt werden
- Neue Wurmangriffsarten: vielleicht über Multicast schnell und leicht an alle Adressen kommen und/oder Verlagerung auf DNS
- Router Advertisements Nachrichten können gefälscht werden
- Anti-Spam-Blacklists stoßen an Grenzen - Nachteil von zuvielen IPs
- ICMPv6 sehr wichtig kann nicht einfach geblockt werden



# Problemfelder

## Neue bzw. Andere Probleme

- Jedes Gerät kann sich am Netzwerk anmelden und erhält eine gültige Adresse
- Duplicate Address Detection kann für DOS-Attacke ausgenutzt werden
- Neue Wurmangriffsarten: vielleicht über Multicast schnell und leicht an alle Adressen kommen und/oder Verlagerung auf DNS
- Router Advertisements Nachrichten können gefälscht werden
- Anti-Spam-Blacklists stoßen an Grenzen - Nachteil von zuvielen IPs
- ICMPv6 sehr wichtig kann nicht einfach geblockt werden

# Problemfelder

## Neue bzw. Andere Probleme

- Jedes Gerät kann sich am Netzwerk anmelden und erhält eine gültige Adresse
- Duplicate Address Detection kann für DOS-Attacke ausgenutzt werden
- Neue Wurmangriffsarten: vielleicht über Multicast schnell und leicht an alle Adressen kommen und/oder Verlagerung auf DNS
- Router Advertisements Nachrichten können gefälscht werden
- Anti-Spam-Blacklists stoßen an Grenzen - Nachteil von zuvielen IPs
- ICMPv6 sehr wichtig kann nicht einfach geblockt werden

# Umgewöhnung

## IPv6 ist nicht IPv4! Umgewöhnung notwendig!

- Network Adress Translation (NAT) ist bei vielen Gefühlsmäßig wie eine Firewall. NAT ersetzt jedoch keine Firewall!
- Alle Dienste die gestartet sind evtl. ungeschützt im Netz
- mit Firewalls wie iptables (Linux) vertraut machen und konfigurieren
  - solange IPv6 und IPv4 parallel laufen doppelter Aufwand nötig
  - Fertiglösungen müssen nachziehen, oft wird IPv6-Traffic ungefiltert durchgelassen

# Umgewöhnung

IPv6 ist nicht IPv4! Umgewöhnung notwendig!

- Network Address Translation (NAT) ist bei vielen Gefühlsmäßig wie eine Firewall. NAT ersetzt jedoch keine Firewall!
- Alle Dienste die gestartet sind evtl. ungeschützt im Netz
- mit Firewalls wie iptables (Linux) vertraut machen und konfigurieren
  - solange IPv6 und IPv4 parallel laufen doppelter Aufwand nötig
  - Fertiglösungen müssen nachziehen, oft wird IPv6-Traffic ungefiltert durchgelassen

# Gliederung

- 1 Einführung
  - Warum und Wofür eigentlich IPv6?
  - Aufbau
  - Autokonfiguration, ICMPv6 und Co
- 2 Sicherheit
  - Vorteile von IPv6
  - Nachteile von IPv6
- 3 **IPv6 benutzen**
  - **Provider**
  - Workshop
- 4 Zusammenfassung

# Wie benutze ich IPv6 daheim?

Über einen Provider der IPv6 direkt anbietet:

Provider	Zugang	URL
d-hosting.de	T-DSL u.a.	<a href="http://www.d-hosting.de/">http://www.d-hosting.de/</a>
RH-TEC	T-DSL u.a.	<a href="http://www.rh-tec.de/">http://www.rh-tec.de/</a>
Titan DSL	T-DSL	<a href="http://www.ipv6-dialin.de/">http://www.ipv6-dialin.de/</a>
Tal.DE	T-DSL	<a href="http://www.tal.de/">http://www.tal.de/</a>
Spacenet AG	T-DSL u.a.	<a href="http://www.space.net/">http://www.space.net/</a>
Speedpartner	T-DSL u.a.	<a href="http://www.speedpartner.de/">http://www.speedpartner.de/</a>
IN-Berlin	T-DSL	<a href="http://www.in-dsl.de/">http://www.in-dsl.de/</a>
IKS GmbH Jena	direkt	<a href="http://www.iks-jena.de/">http://www.iks-jena.de/</a>

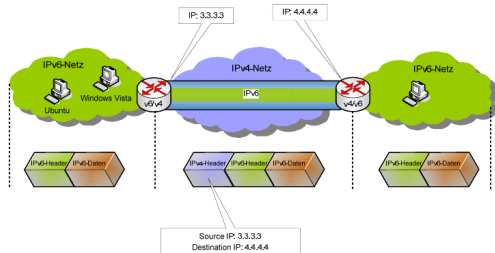
Oder auch M-Net in München direkt. <http://www.m-net.de/>

- Es gibt Gerüchte dass 1&1 und evtl. die Telekom im Jahr 2010 auch IPv6 nativ anbieten wollen.
- Rootserver Anbieter fangen auch an umzurüsten: Bei Strato kann jetzt IPv6 nativ genutzt werden.

# Über einen Tunnel

Wenn kein natives IPv6 bereit steht, kann IPv6 über IPv4 getunnelt werden. Dafür gibt es auch verschiedene Anbieter so genannte Tunnel Broker z.B.:

- SixXS
  - arbeitet mit Punktesystem um Missbrauch vorzubeugen
  - <http://www.sixxs.net>, bietet Tunnel und Subnetze, auf der Seite gibt es auch viele Infos rund um IPv6



Quelle: [https://www.mi.hdm-stuttgart.de/Downloads/Vorlesungsskripte/skripte/BACHELOR\\_Medieninformatik/Prak\\_Rechnernetze/v11-](https://www.mi.hdm-stuttgart.de/Downloads/Vorlesungsskripte/skripte/BACHELOR_Medieninformatik/Prak_Rechnernetze/v11-)

# Tunnel II

- Hurricane Electric
  - <http://www.tunnelbroker.net/>
- Teredo
  - von Microsoft entwickelt, auch für Linux möglich (=Miredo)
  - nutzt UDP Port 3544
  - bei Windows 7 standardmäßig aktiviert!
- weitere siehe  
[http://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_IPv6\\_tunnel\\_brokers](http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_IPv6_tunnel_brokers)



# Gliederung

- 1 Einführung
  - Warum und Wofür eigentlich IPv6?
  - Aufbau
  - Autokonfiguration, ICMPv6 und Co
- 2 Sicherheit
  - Vorteile von IPv6
  - Nachteile von IPv6
- 3 IPv6 benutzen
  - Provider
  - Workshop
- 4 Zusammenfassung

# Hands on IPv6

Selbst etwas mit IPv6 »spielen«.

- Ich baue einen Tunnel ins IPv6-Netz auf (mit sixxs und aiccu)
- geht auf [www.ipv6.bieringer.de](http://www.ipv6.bieringer.de), [www.six.heise.de](http://www.six.heise.de),  
[ipv6.google.com](http://ipv6.google.com), [www.deepspace6.net](http://www.deepspace6.net), [blog.fefe.de](http://blog.fefe.de) .....
- nutzt ping6 und traceroute6
- viele Dienste wie SSH, Apache, Mailserver können schnell auf IPv6 konfiguriert werden

## Teredo und Windows 7

- ist seit Windows XP SP 2 dabei
- bei XP und Vista nicht aktiviert
- seit Windows 7 standardmäßig aktiviert (bewusst machen!)
- ping -6 www.six.heise.de
- für Browser noch 2 Schritte (als richtiger Admin):
  - netsh interface ipv6 set address "LAN-Verbindung" 2001:db8::1/48
  - netsh interface ipv6 add route ::/0 9
- siehe auch [http://www.heise.de/netze/artikel/Einrichtung-  
unter-Windows-223862.html](http://www.heise.de/netze/artikel/Einrichtung-<br/>unter-Windows-223862.html)

# Zusammenfassung

- IPv6 ist anders als IPv4, löst aber einige Probleme
- Umdenken ist erforderlich, alle neuen Geräte können IPv6
- Sicherheit ist wichtig, daher praktische Erfahrungen sammeln
  
- Ausblick
  - IPv6 wird sich langsam durchsetzen
  - es bleibt spannend: neue Features, neue Implementierungen, neuer Hacking-Spaß

Vorsicht!

## DOCTOR FUN

4 June 2003



Copyright © 2003 David Farley, d-farley@ibiblio.org  
<http://ibiblio.org/Dave/drfun.html>

This cartoon is made available on the Internet for personal viewing only. Opinions expressed herein are solely those of the author.

The brave new world of IPv6

# Weiterführende Literatur I

-  Anatol Badach, Erwin Hoffmann  
*Technik der IP-Netze*  
Hanser, 2007
-  Scott Hogg and Eric Vyncke  
*IPv6 Security.*  
Cisco Press, 2008
-  Benedikt Stockebrand  
Eine Frage der Zeit  
*Heise IX* (9):40–45, 2009.

# Quellen

- [http://inetcore.com/project/ipv4ec/index\\_de.html](http://inetcore.com/project/ipv4ec/index_de.html)– IPv4 Counter
- [http://www.zdnet.de/sicherheit\\_in\\_der\\_praxis\\_ipv6\\_mit\\_festen\\_adressen\\_so\\_nutzt\\_39001543-41522303-1.htm](http://www.zdnet.de/sicherheit_in_der_praxis_ipv6_mit_festen_adressen_so_nutzt_39001543-41522303-1.htm)
- <http://www.deepspace6.net>– Anlaufstelle für alles was mit IPv6 zu tun hat (Linux HowTos etc)
- <http://www.heise.de/netze/artikel/Teredo-unter-Linux-und-Co-223864.html>– Teredo unter Linux und Windows
- <http://www.fefe.de/ct/ipv6.txt>
- <http://www.heise.de/netze/artikel/IPv6-Internetzugang-221479.html>
- <http://www.potaroo.net/tools/ipv4/index.html>– Statistiken über verfügbare IPv4-Adressen
- [http://m2w2.de/articles/IPv6\\_public.pdf](http://m2w2.de/articles/IPv6_public.pdf)– Vortrag über IPv6 im Seminar NGI
- <http://bgp.potaroo.net/as2.0/bgp-active.html>– Aktive IPv4 BGB Routen
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Ipv6>
- <http://blit.org/2009/zeitplan/events/5.de.html>
- <http://blit.org/2009/zeitplan/events/38.de.html>
- Bild IPv6 Flight Plan:  
[http://www.satnews.com/cgi-bin/display\\_story.cgi?number=1143127680](http://www.satnews.com/cgi-bin/display_story.cgi?number=1143127680)

# Schluss

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

Fragen?

<http://blog.radiotux.de/tag/ipv6/>