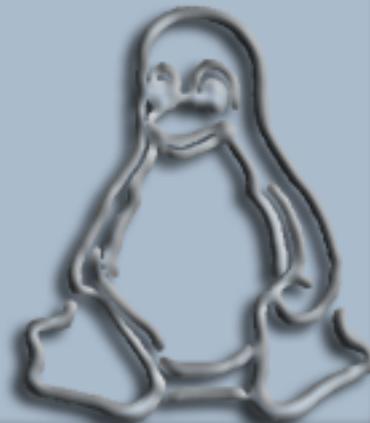


IPv6

Hauptseminar Telematik

Sommersemester 2003

Martin 'Funny' Heise (Funny@L13.de)



Agenda

- Einführung
- Geschichte
- Wer will, wer nicht, wer beeinflusst wie die Entwicklung?
- Vorteile und Technik
- Migrationsstrategien
- ... noch permanent im Fluss!



Fragenkatalog

- Was ist IPv6?
- Was ist neu? Und wozu eigentlich?
- Warum haben wir es dann noch nicht?
- QoS? zeroconf? Routing? DHCP/BOOTP?
Sicherheit? IPsec? CIPE? Betriebssysteme?
Software? Hardware (Router etc.)?
Adressvergabe? Praktikabilität?
Multicast/MBone? Paketfragmentierung?
Options Header?
- ...?



Volkes Stimme

- neues Nummernschema
- mehr Sicherheit
- Umstellungsarbeiten ... somit sicherlich Ausfälle
- aufgrund genug vorhandener v4-Adressen (NAT/Masq) kein Bedarf an v6
- schlechter oder fehlender Support bei einigen Betriebssystemen
- An sich wird sicher kein Weg mehr daran vorbeiführen in den nächsten Jahren. Eine ernsthaft praktische Anwendung hab ich dafür aber auch noch nicht.
- IPv6 ist gerade echt hip :) - wer "IN" ist, der redet drüber ;)
- Prinzipiell sehr sehr schön, nur in manchen Details hat die IETF mal wieder von den falschen Drogen genascht (meistens bei Default-Werten).
- Keine Ahnung. Ich mache es aus Zeitmangel nicht.
- Ist das was zum Essen?



Warum neue Version?

- "Nachfolger" des Internet-Protokolls (IPv4)
- primäres Motiv war Adressraum
- aber auch viele andere Probleme mit v4
 - Sicherheit
 - QoS
 - Mobile IP
 - Autokonfiguration
 - Routing(tabellen)
 - ...



Warum gerade _IP_ v6?

Alternativen z.B. IPX/SPX, aber:

- Verbreitung der TCP/IP-Protokollsuite:
 - WAN: >72%
 - LAN: >60%
- in den 90ern:
Microsoft und Novell "akzeptieren" TCP/IP;
Integration in Produkte (Netware, Windows)
- Unix & Derivate haben es sowieso
- selbst proprietäre wie MacOS, AmigaOS



Internet Protocol v6

Wie es dazu kam ...

- 1966-1969: Geburt des (D)ARPANET
- 1983 Einführung von Ipv4 & Aufspaltung in
 - MILNET und
 - klassisches ARPANET (Forschung)
- 1985 auch nicht-Forscher "am Netz"
- 199x stürmische Entwicklung des Internet, durch Usenet und spätestens durch www
- 1995: IPng Requirements - RFC 1752
Proposed Standard - RFC 1883



Wie es dazu kam ... (II)

- 1996: ARIN, RIPE, APNIC & Co. vergeben Adressen aus dem Bereich 208/8
- 1999: ARIN, RIPE, APNIC & Co. vergeben Adressen aus dem Bereich 216/8
 - in drei Jahren ca. 150 Mio. Hosts/Adressen vergeben
-> bald Adressen so nicht mehr vergeben
- erste Ansätze: beruhend auf CLNP (Connection-Less Network Protocol)
-> TUBA (TCP/UDP over Bigger Addresses)
- NSAP-Adresse (Network Service Access Point-Adresse): 20 Oktets
-> aber: kein QoS, kein Multicast etc.
- weitere Ansätze: IP-, CLNP- und IPX- kompatibles Paketformat erschaffen
- SIPP (Simple IP Plus) 32bit -> 64bit, ein paar verbesserte Eigenschaften, bessere Routing-Strategien
- -> aus 64 mach 128 und daraus wurde dann IPv6
(IPv5 wurde bereits für ein anderes Protokoll benutzt)



Idee hinter v6 ...

- IP prinzipiell gleich lassen, aber Erfahrungen nutzen
- mehr Adressen
- Goodies integrieren:
 - Autoconfig
 - security
 - real-time flows
 - ...



... dann passierte ...

- Multicast, Traffic Flows, IPsec, DHCP gibt es jetzt auch für IPv4
- VLSM (Variable-Length Subnet Mask)
- CIDR (Classless Inter-Domain Routing)
 - neue IP-Adressen topologisch vergeben
 - Subnets variabler Prefixgrösse (Class B zu gross, Class C zu klein)
- NAT/Masquerading, Firewalls
- private IP-Adressen
- Proxies
- IETF: genug IP-Adressen bis nach 2010
- Routingtabellen von 90k auf 60k, jetzt wieder 70k



Internet Protocol v6

... und nun:

- IP überall: Data, Voice, Audio, Video, Multimedia!
- UMTS ... 3G, 4G & beyond
- 1Mrd Autos in 2010 mit GPS
- PDAs / (public) WLANs!
- IP-"Entwicklungsländer":
China, Indien, Russland, Korea
- Internet in jeder Schule
- Kühlschrank und Kaffeemaschine mit IP
-> z.B. JINI etc.
- Kabelmodem, xDSL, Wireless: 1 LAN pro Familie,
pro Gruppe, pro Verein, pro ...



Wer will nun IPv6 ...

- ein paar Experten-/Power-Enduser
- Hacker (!= Cracker)
- Visionäre
- Entscheidungsträger und/oder Marketing,
 - Nur bei awareness!
- Universitäten eher nicht
 - maximal kleine Forschungsgruppen an den Unis
 - siehe Beispiel FeM-Projekt



... und wer nicht?

- die Masse der Software-Entwickler
(schon mit IPv4 überfordert)
- die Masse der ISPs
(selber Grund)
- Router- und Firewall-Hersteller
(Hype noch nicht da auf dem Markt
-> verkauft sich nicht)
- VPN-Anbieter
(wer braucht VPN, wenn IPsec eingebaut ist?)
- Entscheidungsträger in der Industrie
(Fefe anno 2000:
"Windows hat es nicht, also brauchen wir es nicht")



Einflussgruppen

- Enduser
- Telcos
- KabelTV-Netzbetreiber
- ISPs (die drei mit den Mützen)
- Telephonie-Equipmenthersteller (Nokia, Siemens, ...)
- Mobilfunknetzbetreiber (E-Plus, ...)
- Routerhersteller (Cisco, Juniper, ...)
- IP-Backbone-Betreiber
- Admins
- Router
- .all



Vorteile und Technik (Auswahl)

- Header
- Adressen
- Routing/Scopes/Aggregation
- Multicast
- AnyCast, dafür kein Broadcast mehr
- QoS
- Autokonfiguration
- Sicherheit
- Paketfragmentierung nur Ende-zu-Ende



Header

- Verkettung von Headern möglich
 - dadurch kleiner minimaler Header
 - einfache Einführung neuer Erweiterungen
- Router muss nicht alle Header bearbeiten
- Aufgaben der Zusatzheader z.B.
 - Sicherheitsüberprüfung
 - Segmentierung
 - Source Routing
 - Netzmanagement



Internet Protocol v6

Header (II)

NH = Next Header

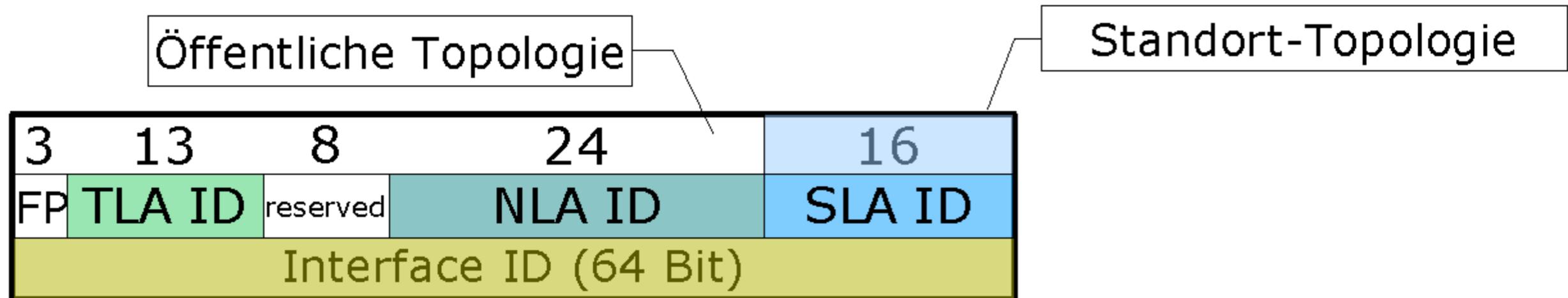


Adressen

- 32bit -> 128bit
 - theoretisch $3,4 * 10^{38}$ Adressen
 - optimistische Abschätzung: $700 * 10^{21}$ pro m²
 - pessimistisch (RFC1715): 1.700 pro m²
- neue Notation
 - 8 durch Doppelpunkte getrennte 4-stellige Hex
0123:4567:89AB:CDEF:FEDC:BA98:7654:3210
 - Reihen von Nullen weglassbar
 - Beispiele localhost - "::1", unspez. - "::"



Adressen: Global Any-/Unicast



- TLA: Top-Level Aggregation
 - grosse ISPs mit Transitnetzen, an denen andere ISPs angeschlossen sind
- NLA: Next-Level Aggregation
 - Organisationen auf einer niedrigeren Stufe
 - mehrere NLA-Ebenen möglich
- SLA: Site-Level Aggregation
 - individuelle Adressierungshierarchie einzelner Organisationen



Multicast

- alle Router und Endsysteme unterstützen Multicast
- vordefinierte Multicast-Gruppen für Kontrollfunktionen
- IGMP in ICMPv6 integriert
- Multicastadresse enthält zusätzlich
 - Flags (Unterscheidung temporär/permanent)
 - Scope (Wirkungsgrad / Reichweite des Pakets)

1111 1111 8 Bit	Flags 4 Bit	Scope 4 Bit	Gruppenidentifikation 112 Bit
--------------------	----------------	----------------	-------------------------------



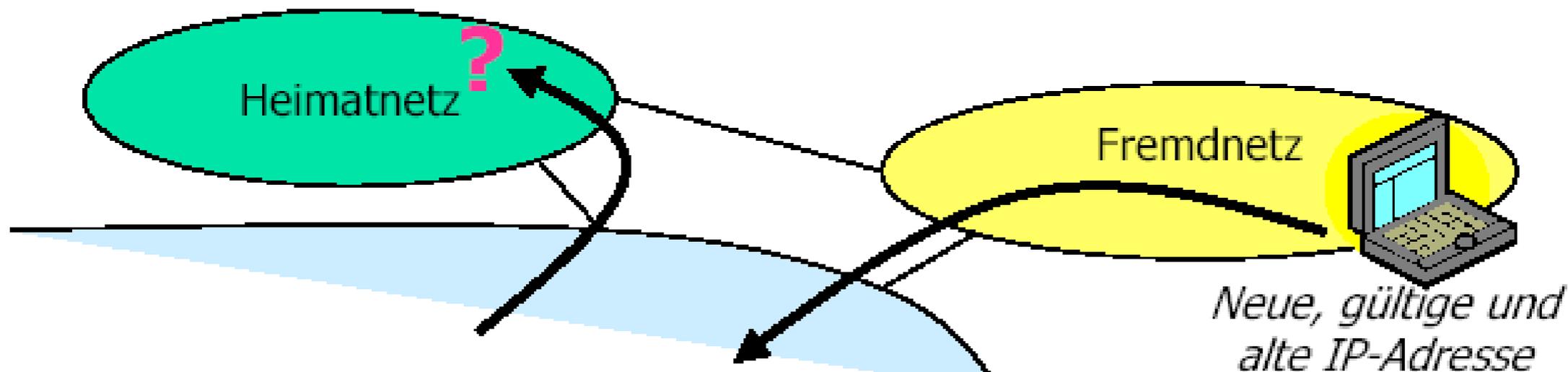
Automatische Adresskonfiguration

- "Plug & Play"
 - Beschaffung der eigenen IP-Adresse
 - Entdeckung doppelter IP-Adressen
 - Adressauflösung
 - Bestimmung von ortsabhängigen Parametern (Subnetz-ID, MTU, DNS-Server, ...)
 - Entdeckung von Routern
 - Unterstützung mobiler Endgeräte
- Neighbour Discovery (-> ARP)
 - spezielle ICMP-Nachrichten:
 - Router Solicitation / Advertisement
 - Neighbour Solicitation / Advertisement



Unterstützung mobiler Knoten

- Autokonfiguration:
gültige IP-Adresse beziehen
- Umzug in Fremdnetz:
alte IP-Adresse weiterhin gültig
- Architektur für das Weiterleiten notwendig



Sicherheit

- IPsec
 - Sicherheit auch auf IP-Ebene
 - Verschlüsselung
 - Authentifizierung
- Realisierung durch Header-Erweiterungen
 - Authentication Header
 - Security Encapsulation Header
- -> "IT-Sicherheit und Datenschutz"

<http://www.zeropage.de/itsec>



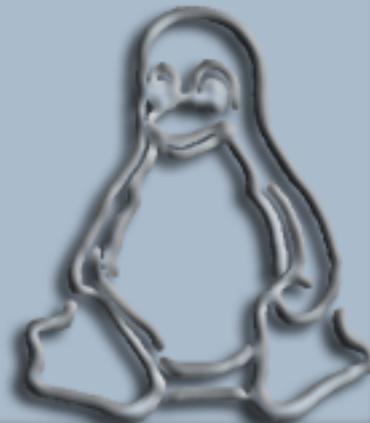
Multimedia

- IPv6 ist für Multimedia vorbereitet
 - Flow Label
 - Pakete mit gleichem Ziel bekommen identisches Label und können so gleichbehandelt werden -> MPLS?
 - Priorität
 - Einstufung der Pakete nach Dringlichkeit
 - Grobe Unterscheidung
 - Non realtime
 - Realtime
- Router müssen das unterstützen



QoS

- QoS: Quality of Service (vgl. ATM)
- Garantierte Bandbreite, Latenz/Jitter, Loss
- Konzepte: Int-Serv vs Diff-Serv
- Muss so teuer sein, dass sich \$SCRIPTKIDDIE das nicht leisten kann – sonst: QoS == DoS
- Microsoft kauft die ganze Bandbreite?
- "Scope = Internet" illusorisch! ... ?



QoS (II)

- IPv4: Router erkennt Flow anhand von
 - Absender-IP-Adresse
 - Empfänger-IP-Adresse
 - IP-Protokoll
 - Layer-4-Protokoll
- IPv6: Router erkennt Flow anhand von
 - Flow Label



QoS: Diff-Serv

- Differentiated Services (RFC 2475)
- Traffic-Klassen
- Router muss keinen State führen
- "Traffic Shaping"
- Praxis: "Traffic Shaping" ist bekannt; Umsetzen auf IPv6 gut machbar



QoS: Int-Serv

- Integrated Services (RFC 1633)
- Ende-zu-Ende QoS für einzelne Verbindungen
- Router muss State führen
- Signalisierung mit RSVP (RFC 2205)
 - findet Route
 - sammelt Netzwerkdaten
 - reserviert Ressourcen
- alle Router auf dem Weg involviert!



Migration v4 -> v6

- Primäres Protokoll im Internet: IPv4
- Wie migriert man Millionen von Systemen?
 - Sofortumstellung nicht möglich
 - "sanfte" Migration, zeitweise Koexistenz
- Strategien
 - Tunneling
 - Dual Stack
 - Protokolltranslation (z.B. NAT-PT)



Ja wo denn nun?

- Komplexe IPv6-Infrastrukturen bisher nur lokal vorhanden
- Einsatz z.B. in Forschungsnetzen
- "6bone" als IPv6-Backbone
 - Verbindung der IPv6-Hauptknoten über konfigurierte IPv4-Tunnel
- "Internet2" - Zusammenschluss von vielen Universitäten, die mit Industrie und Regierung zusammenarbeiten
 - Working Groups:
 - Engineering (IPv6, Multicast, QoS, Routing, Sicherheit...)
 - Middleware (PKI, ...)
 - Anwendungen (auch VoIP)



Quellen & Referenzen

- RFCs
- Usenet
- Mailinglisten
- WWW
- Bücher
- VL im Fachgebiet Telematik an der TUI
- VL im Fachgebiet Nachrichtentechnik, TUI
- Felix von Leitner
- Lutz Donnerhacke



Quellen & Referenzen: RFCs

- 0791: IP
- 1550: IP: Next Generation (IPng) White Paper Solicitation
- 1597: (superseded by 1918)
- 1627: Beschwerde (vgl. mitp klein S. 102)
- 1752: IPng requirements
- 1883ff: Spec fuer IPv6 (superseded bei 2460ff)
- 1917: Februar 1996: "Appell an die Internet-Gemeinschaft zur Rückgabe nicht genutzter IP-Netzwerke an die IANA"
- 1918: Private Netzwerkadressen
- 2185: Aspects of IPv6 Transition
- 2460ff: IPv6-Diskussionen & Spec;
1998 zum Draft Standard erhoben
- 2893: Transition Mechanisms for IPv6 Hosts and Routers



Quellen & Referenzen: Usenet

- alt.internet
- comp.doc.*
- comp.networks
- comp.os.linux.networking
- comp.unix.*
- de.org.ccc
- de.comm.internet.*
- de.comm.protocols.tcp-ip
- fa.openbsd.ipv6
- info.big-internet
- info.ietf
- linux.debian.maint.ipv6
- linux.kernel
- microsoft.public.platformsdk.networking.ipv6



Quellen & Referenzen: URLs

- <http://playground.sun.com/pub/ipng/html/ipng-main.html>
- <http://www.6bone.net>
- <http://www.cs-ipv6.lancs.ac.uk/ipv6>
- <http://www.6ren.net>
- <http://www.ipv6.org>
- <http://www.ipv6forum.com>
- <http://www.join.uni-muenster.de/JOIN/ipv6/texte-englisch/welcome.html>
- <http://www.ipmulticast.com>
- <http://www.join.uni-muenster.de/JOIN/ipv6/texte/doku.html>
- <http://www.ietf.org>
- <http://www.iana.org>



thx ...

- Vielen Dank für eure Aufmerksamkeit!

<http://www.zeropage.de/itstuff/ipv6>

Funny@L13.de

