



# IPv4 vs. IPv6

## IPv6 im praktischen Einsatz

Referat im Fach Kommunikationsnetze  
von Stefan Macke

<http://www.stefan-macke.com>

## Agenda

- Einleitung
- Geschichtliche Entwicklung von IPv6
  - Von festen Netzklassen über CIDR zu IPv6
- Beschreibung der Funktionsweise von IPv4 und IPv6
  - Adressaufbau, Paketaufbau, DHCP etc.
- Praktische Einsetzbarkeit von IPv6
  - Windows, Linux, Internet
- Fazit

2

# Einleitung

## Einleitung

### Geschichte

- Netzklassen
- CIDR
- IPv6

### IP-Adressen

- IPv4
- IPv6

### IP-Pakete

- IPv4
- IPv6

### DHCP

- IPv4
- IPv6

### IPv6 praktisch

- Windows
- Linux
- Internet

### Fazit

- IP = Internet Protocol

	OSI-Schicht	TCP/IP-Schicht
7	Application	Application
6	Presentation	
5	Session	
4	Transport	Transport
3	Network	Network
2	Data Link	Host-to-Network
1	Physical	

3

21.03.2006

www.stefan-macke.de

## Internet Protocol

- Network-Level
- Erste **logische** Ebene, d.h. unabhängig vom Übertragungsmedium <> Data-Link-Layer → MAC-Adressen, Physical → Kabel etc.
- Grundlage für Routing und Internet
- **Das** Protokoll im Internet
- Protokolle der selben Ebene: ICMP, IPX

[Quelle: [http://de.wikipedia.org/wiki/Internet\\_Protocol](http://de.wikipedia.org/wiki/Internet_Protocol)]

# Netzklassen

Einleitung

## Geschichte

### • Netzklassen

- CIDR
- IPv6

IP-Adressen

- IPv4
- IPv6

IP-Pakete

- IPv4
- IPv6

DHCP

- IPv4
- IPv6

IPv6 praktisch

- Windows
- Linux
- Internet

Fazit

- Vergabe von IP-Adressen durch
  - Internet Assigned Numbers Authority (IANA)
  - Internet Corporation for Assigned Names and Numbers (ICANN)
- Verschiedene Netzklassen

Netzklasse	Adressbereich	Startbits
Klasse A	0.0.0.0 - 127.255.255.255	0
Klasse B	128.0.0.0 - 191.255.255.255	10
Klasse C	192.0.0.0 - 223.255.255.255	110
Klasse D	224.0.0.0 - 239.255.255.255	1110
Klasse E	240.0.0.0 - 255.255.255.255	1111

4

21.03.2006

www.stefan-macke.de

## •Geschichte ICANN

- Zunächst IANA, direkt der US-Regierung unterstellt
- 1998 Gründung der ICANN, da IANA überfordert war; ICANN ist unabhängig von der Politik

## •Netzklassen

- Vergabe unterschiedlich großer Bereiche an Unternehmen
- Class A
  - 126 Netze á 16 Mio Hosts
  - Beispiel: MIT (18.0.0.0)
- Class B
  - 65K Netze á 65K Hosts
- Class C
  - 16 Mio Netze á 254 Hosts
- Class D und E
  - Multicast bzw. ungenutzt/experimentell
- „verschwenderischer“ Umgang mit den IP-Adressen: Class A/B meist überdimensioniert, Class C zu klein

•Startbits sind die ersten Bits der IP-Adressen, die in einer Netzklasse immer gleich sind, Bsp.: Class B beginnt immer mit 10. Das erste Bit für 128 ist gesetzt, das zweite für 64 nicht. Ist das zweite Bit gesetzt, befinden wir uns schon in Class C.

[Quelle: [http://www.schmidtmitdete.de/pdf/handout\\_uzler.pdf](http://www.schmidtmitdete.de/pdf/handout_uzler.pdf)]

# Classless Inter-Domain Routing

Einleitung

## Geschichte

- Netzklassen
- **CIDR**
- IPv6

IP-Adressen

- IPv4
- IPv6

IP-Pakete

- IPv4
- IPv6

DHCP

- IPv4
- IPv6

IPv6 praktisch

- Windows
- Linux
- Internet

Fazit

- „Klassenlos“, da auf die festen Netzklassen verzichtet wird
- Daher: variable Netzklassen  
→ Subnetmasks
- Subnetmasks teilen die IP-Adresse in Netz- und Hostanteil

5

21.03.2006

www.stefan-macke.de

•Beim CIDR werden variable Netzklassen verwendet, die über die Subnetmask angesprochen werden

•Subnetmasks teilen die IP-Adresse in einen netzspezifischen Teil und den Host-Anteil. So können kleinere Subnets gebildet werden, die besser den Anforderungen der Unternehmen entsprechen.

[Quelle: <http://www.ietf.org/rfc/rfc1519.txt>]

# Classless Inter-Domain Routing

Einleitung

## Geschichte

- Netzklassen
- **CIDR**
- IPv6

IP-Adressen

- IPv4
- IPv6

IP-Pakete

- IPv4
- IPv6

DHCP

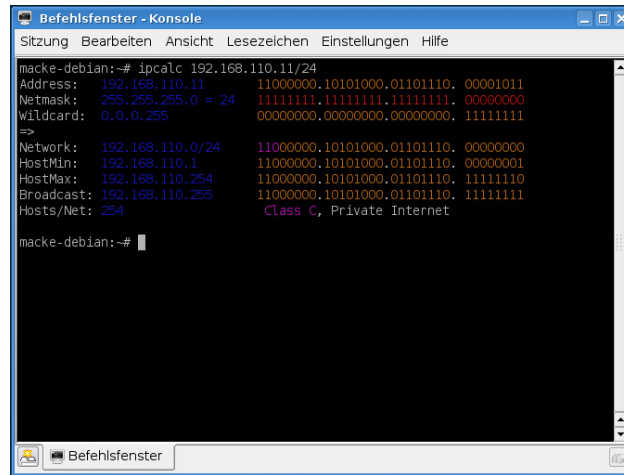
- IPv4
- IPv6

IPv6 praktisch

- Windows
- Linux
- Internet

Fazit

- Praktisches Beispiel
  - Linux: *ipcalc*



```
Befehlsfenster - Konsole
Sitzung Bearbeiten Ansicht Lesezeichen Einstellungen Hilfe

macke-debian:~# ipcalc 192.168.110.11/24
Address: 192.168.110.11      11000000.10101000.01101110. 00001011
Netmask: 255.255.255.0 = 24  11111111.11111111.11111111. 00000000
Wildcard: 0.0.0.255        00000000.00000000.00000000. 11111111
=>
Network: 192.168.110.0/24   11000000.10101000.01101110. 00000000
HostMin: 192.168.110.1     11000000.10101000.01101110. 00000001
HostMax: 192.168.110.254   11000000.10101000.01101110. 11111110
Broadcast: 192.168.110.255 11000000.10101000.01101110. 11111111
Hosts/Net: 254              Class C, Private Internet

macke-debian:~#
```

21.03.2006

www.stefan-macke.de

- Mit Hilfe des Linux-Tools *ipcalc* kann eine IP-Adresse mit ihrer Subnetmask übersichtlich in Binärform dargestellt werden.
  - Online-ipcalc: <http://jodies.de/ipcalc>
- Kurze Erklärung der Bedeutung der Subnetmask und ihrer binären Schreibweise.
  - Netzanteil / Hostanteil der IP-Adresse
  - Bildung eines Subnets, Netzadresse, Broadcastadresse, Bestimmen der Hostanzahl

# Internet Protocol Version 6

Einleitung

## **Geschichte**

- Netzklassen
- CIDR
- **IPv6**

IP-Adressen

- IPv4
- IPv6

IP-Pakete

- IPv4
- IPv6

DHCP

- IPv4
- IPv6

IPv6 praktisch

- Windows
- Linux
- Internet

Fazit

- **Motivation zur Einführung von IPv6**
  - Begrenzter Pool an IPv4-Adressen von ~4 Mrd. Adressen ( $2^{32}$ )
  - Viele neue Geräte, die IP-Adressen brauchen (Handys etc.)
- **Adresspool bei IPv6:  $2^{128}$**

7

21.03.2006

[www.stefan-macke.de](http://www.stefan-macke.de)

## • Begrenzter Adress-Pool bei IPv4

- Viele nicht nutzbare Bereiche (Multicast etc.) und Class A-Netze, die nicht genutzt werden
- Workaround NAT
- Neue Geräte wie Handys brauchen IP-Adressen, aber auch „neue“ Länder wie Indien etc.

# Adressaufbau IPv4

Einleitung

Geschichte

- Netzklassen
- CIDR
- IPv6

**IP-Adressen**

• **IPv4**

- IPv6

IP-Pakete

- IPv4
- IPv6

DHCP

- IPv4
- IPv6

IPv6 praktisch

- Windows
- Linux
- Internet

Fazit

- Länge: 32 Bit
- *dotted decimal notation*: 4 Oktetts
- Nach CIDR Aufteilung der Adresse in Netz- und Hostanteil
- Spezielle Adressen
  - 0.0.0.0 (undefinierte Adresse)
  - 255.255.255.255 (Broadcast)
  - 127.0.0.1 (Loopback)
  - 192.168.0.0 etc. (werden nicht geroutet)

8

21.03.2006

www.stefan-macke.de

- Eine IPv4-Adresse ist 32 Bit lang und wird in der *dotted decimal notation* geschrieben. Hierbei werden die 32 Bit der IP-Adresse in 4 Oktette (Bytes) zerlegt, die durch Punkte getrennt werden.
- Durch die bereits erwähnte CIDR-Technik werden die Adressen in Netz- und Hostanteil aufgeteilt, sodass kleinere Subnets gebildet werden können.
- Besondere Adressen
  - Undefinierte Adresse: Netzwerkadapter hat noch keine Adresse zugewiesen bekommen
  - Broadcast: Adresse, um alle Hosts im Segment erreichen zu können. Nötig für DHCP-Anfragen etc.
  - Loopback: Adresse, die auf das eigene Interface zeigt
  - Private Netzwerke, die nicht geroutet werden. Werden hauptsächlich in Unternehmen eingesetzt, wodurch öffentliche IP-Adressen „eingespart“ werden

[Quelle: <http://www.ietf.org/rfc/rfc791.txt>]



# Adressaufbau IPv6

Einleitung

Geschichte

- Netzklassen
- CIDR
- IPv6

**IP-Adressen**

- IPv4
- **IPv6**

IP-Pakete

- IPv4
- IPv6

DHCP

- IPv4
- IPv6

IPv6 praktisch

- Windows
- Linux
- Internet

Fazit

- Länge: 128 Bit
- Notation in hexadezimaler Schreibweise mit Doppelpunkten
- 8 Blöcke zu je 16 Bit
- Netz-/Hostanteil jeweils 64 Bits
- Beispiel:

2001:0db8:00a3:0000:0000:8a2e:0070:0004

2001: db8: a3: : 8a2e: 70: 4

2001:db8:a3::8a2e:70:4

9

21.03.2006

www.stefan-macke.de

- Eine IPv6-Adresse ist 128 Bit lang und wird hexadezimal notiert, da die dezimale Darstellung mehr als unübersichtlich wäre (16 Zahlen)
- Nach jeweils 16 Bit wird ein Doppelpunkt zur übersichtlichen Schreibweise eingefügt.
- Führende Nullen können weggelassen werden, komplette 0-Blöcke ebenso.
  - Es dürfen aber maximal einmal zwei direkt aufeinanderfolgende Doppelpunkte stehen, da sonst die Anzahl der 0-Blöcke nicht eindeutig ist.

[Quelle: <http://www.ietf.org/rfc/rfc2460.txt>]

# Adressaufbau IPv6

Einleitung

Geschichte

- Netzklassen
- CIDR
- IPv6

**IP-Adressen**

- IPv4
- **IPv6**

IP-Pakete

- IPv4
- IPv6

DHCP

- IPv4
- IPv6

IPv6 praktisch

- Windows
- Linux
- Internet

Fazit

- Einige besondere Adressen
  - ::0 (undefinierte Adresse)
  - ::1 (Loopback)
  - fe80:: - febf:: (link-local)
  - fec0:: - feff:: (site-local, veraltet)
  - ff02::2 (Broadcast)
  - ff02::1 (Neighbour Discovery)

10

21.03.2006

www.stefan-macke.de

## •Besondere Adressen

- Undefinierte Adresse
- Loopback
- link-local

- Dürfen nicht geroutet werden und sind bei der Autokonfiguration von Bedeutung. Sie werden aus der MAC-Adresse der Netzwerkkarte automatisch berechnet und dienen zunächst der Suche nach einem Router.

- site-local

- Dürfen analog zu den privaten Adressen in IPv4 nur innerhalb einer Organisation geroutet werden. Sind bereits veraltet, da sie dank des quasi unerschöpflichen Vorrats an IP-Adressen nicht benötigt werden. Sie dienen hauptsächlich Unternehmen, die noch nicht ans Internet angeschlossen sind, um später einen leichteren Einstieg zu haben.

- Broadcast-Adressen werden in IPv6 über Multicast-Adressen realisiert

[Quelle: <http://de.wikipedia.org/wiki/IPv6>]

[Quelle: <http://www.neuro.informatik.uni-kassel.de/Vorlesungen/SeminarRechnernetze/IPV4IPV6/seite12.htm>]

# Adressaufbau IPv6

- Einleitung
- Geschichte
  - Netzklassen
  - CIDR
  - IPv6

## IP-Adressen

- IPv4
- **IPv6**

## IP-Pakete

- IPv4
- IPv6

## DHCP

- IPv4
- IPv6

## IPv6 praktisch

- Windows
- Linux
- Internet

## Fazit

- **Praktisches Beispiel**
  - Windows IPv6-Befehle

```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
C:\Dokumente und Einstellungen\Stefan Macke>ping6 www.jp.FreeBSD.org
www.jp.FreeBSD.org [3ffe:501:185b:1:2e0:18ff:fea8:16f5] wird angepingt
von fe80::211:48ff:fe6a:9b83%4 mit 32 Bytes Daten:
Antwort von fe80::211:48ff:fe6a:9b83%4: Zieladresse nicht erreichbar.
Antwort von fe80::211:48ff:fe6a:9b83%4: Zieladresse nicht erreichbar.
Antwort von fe80::211:48ff:fe6a:9b83%4: Zieladresse nicht erreichbar.
Antwort von fe80::211:48ff:fe6a:9b83%4: Zieladresse nicht erreichbar.
Ping-Statistik für 3ffe:501:185b:1:2e0:18ff:fea8:16f5
Pakete: Gesendet = 4, Empfangen = 0, Verloren = 4 (100% Verlust),
C:\Dokumente und Einstellungen\Stefan Macke>ipconfig /all

Windows-IP-Konfiguration

Hostname . . . . . : macke
Primäre DNS-Suffix . . . . . : 
Prototyp . . . . . : Unbekannt
IP-Routing aktiviert . . . . . : Nein
WINS-Proxy aktiviert . . . . . : Nein

Ethernetadapter LAN-Verbindung:

    Verbindungsspezifisches DNS-Suffix:
    Beschreibung . . . . . : NUIDIA nForce Networking Controller
    Physische Adresse . . . . . : 80-11-08-68-9B-83
    DHCP aktiviert . . . . . : Ja
    Autokonfiguration aktiviert . . . . . : Ja
    IP-Adresse . . . . . : 192.168.68.100
    Subnetzmaske . . . . . : 255.255.255.0
    IP-Adresse . . . . . : fe80::211:48ff:fe6a:9b83%4
    Standardgateway . . . . . : 192.168.68.1
    DHCP-Server . . . . . : 192.168.68.1
    DNS-Server . . . . . : 217.237.149.161
    217.237.151.225
    fe80::0:ffff:1x1
    fe80::0:ffff:2x1
    fe80::0:ffff:3x1

    Lease erhalten . . . . . : Sonntag, 19. März 2006 14:12:40
    Lease läuft ab . . . . . : Dienstag, 18. April 2006 14:12:40

Tunneladapter Teredo Tunneling Pseudo-Interface:

    Verbindungsspezifisches DNS-Suffix:
    Beschreibung . . . . . : Teredo Tunneling Pseudo-Interface
    Physische Adresse . . . . . : FF-FE-FF-FE-FF-FE-FF-FE
    DHCP aktiviert . . . . . : Nein
    IP-Adresse . . . . . : fe80::5445:5245:444f%5
    Standardgateway . . . . . : 
    NetBIOS über TCP/IP . . . . . : Deaktiviert
```

21.03.2006

www.stefan-macke.de

- Als praktisches Beispiel für die IPv6-Adressen dient die Installation des IPv6-Protokollstapels unter Windows über *ipv6 install* und danach der Einsatz des Programms *ipconfig* und *ping6*

# Paketaufbau IPv4

Einleitung

Geschichte

- Netzklassen
- CIDR
- IPv6

IP-Adressen

- IPv4
- IPv6

**IP-Pakete**

- **IPv4**
- IPv6

DHCP

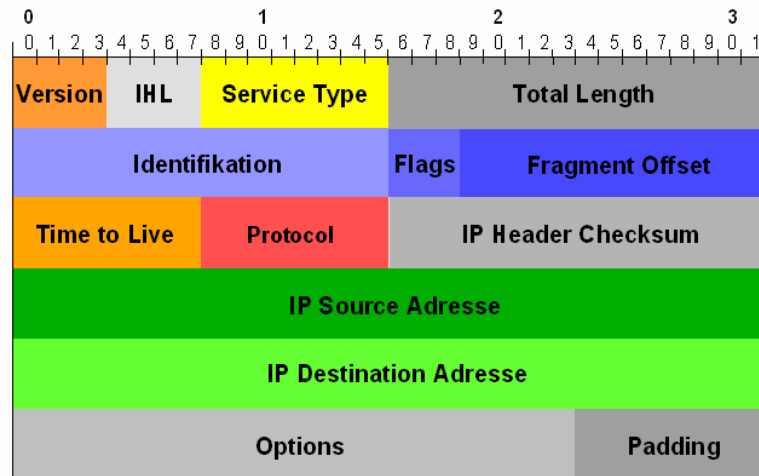
- IPv4
- IPv6

IPv6 praktisch

- Windows
- Linux
- Internet

Fazit

- IPv4/v6 Paket = Header + Daten
- IPv4-Header hat variable Länge



12

21.03.2006

www.stefan-macke.de

- Grundsätzlich bestehen sowohl IPv4- als auch IPv6-Pakete aus einem Header und den Daten (Payload)
- Bei IPv4 hat der Header eine variable Länge, die im Feld *IHL* als Vielfaches von 32 angegeben wird. Standard ist hierbei 5, also  $5 * 32 \text{ Bit} = 20 \text{ Byte}$  (*Options* und *Padding* sind optional)
- *Service Type* ist wichtig z.B. für QoS
- Da *Total Length* 16 Bit breit ist, darf ein IP-Paket max.  $2^{16}$  Bit lang sein
- *Identifikation*, *Flags* und *Fragment Offset* sind wichtig für die Fragmentierung von Paketen
- *TTL*: max. Anzahl an Hops
- *Protocol*: Das Protokoll, das im Payload verwendet wird
- *IP Header Checksum*: Prüfsumme nur für den Header
- *Source* und *Destination*: Quell- und Zieladresse des Pakets
- *Options/Padding*: Zusätzliche Optionen und Füllbereiche um auf ein Vielfaches von 32 zu kommen

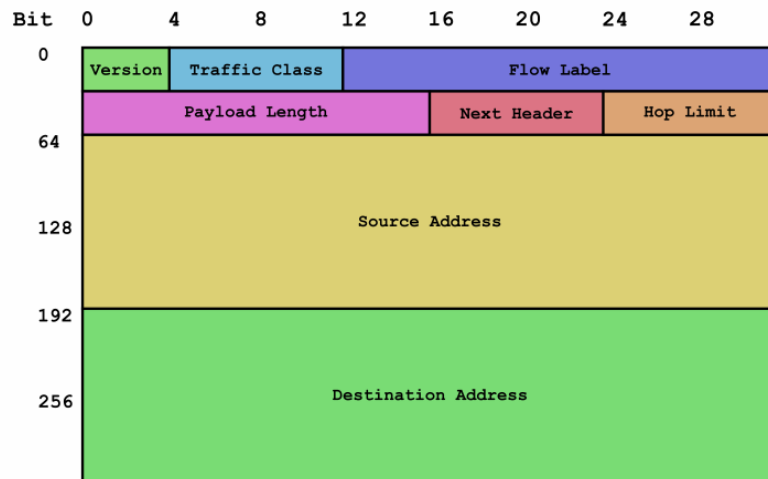
[Quelle: <http://de.wikipedia.org/wiki/IP-Paket>]

[Quelle: <http://www.tcp-ip-info.de/tcp-ip-schulung/sld027.htm>]

# Paketaufbau IPv6

- Einleitung
- Geschichte
  - Netzklassen
  - CIDR
  - IPv6
- IP-Adressen
  - IPv4
  - IPv6
- IP-Pakete**
  - IPv4
  - **IPv6**
- DHCP
  - IPv4
  - IPv6
- IPv6 praktisch
  - Windows
  - Linux
  - Internet
- Fazit

- IPv6-Header hat feste Länge
- Optionen in sog. Extension Headers



13

21.03.2006

www.stefan-macke.de

- IPv6-Pakete haben eine feste Headerlänge
- Felder des Headers
  - *Traffic Class/Flow Label*: für QoS
  - *Payload Length*: Länge des Datenbereichs inkl. Extension Headers
  - *Next Header*: Identifiziert den nächsten Extension Header
  - *TTL/Source/Destination*: wie IPv4, nur dass die Adressen länger sind

[Quelle: <http://de.wikipedia.org/wiki/IPv6>]

# DHCP bei IPv4

Einleitung

Geschichte

- Netzklassen
- CIDR
- IPv6

IP-Adressen

- IPv4
- IPv6

IP-Pakete

- IPv4
- IPv6

**DHCP**

- **IPv4**
- IPv6

IPv6 praktisch

- Windows
- Linux
- Internet

Fazit

- Client sendet DHCP-DISCOVER
  - Source: 0.0.0.0
  - Destination: 255.255.255.255
- Server antworten mit DHCP-OFFER als Broadcast
- Client entscheidet sich für einen Server und sendet DHCP-REQUEST
- Server sendet DHCP-ACKNOWLEDGE mit IP-Adresse und anderen Daten



21.03.2006

www.stefan-macke.de

•Die Konfiguration bei IPv4 per DHCP läuft über die UDP-Ports 67 und 68 und besteht aus einer Abfolge von Paketen, über die Server und Client eine Adresse „aushandeln“

•Praktisches Beispiel

- Verfolgung des DHCP-Verkehrs mit Ethereal

[Quelle: <http://de.wikipedia.org/wiki/DHCP>]

# IP-Autokonfiguration

## Einleitung

## Geschichte

- Netzklassen
- CIDR
- IPv6

## IP-Adressen

- IPv4
- IPv6

## IP-Pakete

- IPv4
- IPv6

## DHCP

- IPv4
- **IPv6**

## IPv6 praktisch

- Windows
- Linux
- Internet

## Fazit

- Generierung der *link-local*-Adresse aus der MAC-Adresse
- Für Ethernetkarten nach Norm EUI64
  - In die Mitte der MAC-Adresse *fffe* einfügen
  - Zweitletztes Bit des ersten Bytes der MAC auf 1 setzen
  - Präfix *fe80::*
  - Beispiel
    - MAC: **00-11-D8-6A-9B-83**
    - IPv6: **fe80::211:d8ff:fe6a:9b83**
- Dann Broadcast und Ersetzen der ersten 64 Bit durch Präfix des Routers

15

21.03.2006

www.stefan-macke.de

•Zunächst muss ein Netzwerkinterface einen Router suchen. Dafür hat es eine automatisch generierte Adresse z.B. nach dem angegebenen Algorithmus für die Norm EUI64

•Dann sendet es sogenannte Router Solicitations (RS) an die spezielle Multicast-Adresse *FF02::2*, worauf ein Router, sofern vorhanden, ein Router Advertisement (RA) mit den benötigten Informationen zurückschickt.

•Dieser Vorgang wird Stateless Autoconfiguration genannt, da vom Netzwerkadministrator nicht vorher bestimmt werden muss, welche IP-Adressen vergeben werden. Das einzige, was er auf dem Router konfigurieren muss, ist der Prefix und dessen Länge. Mit einem Prefix aus dem Bereich der global eindeutigen Adressen kann sich das Interface seine Adresse selbst zusammensetzen. Es ersetzt einfach die ersten 64 Bit (Prefix *FE80::/64*) mit dem in der RA verschickten Prefix. Aus der RA kann ein Interface auch den Default Gateway herauslesen, so dass es theoretisch keine Konfiguration am Endgerät mehr braucht. Ein weiterer Mechanismus ist die Neighbour Discovery. Um sicher zu gehen, dass die Adresse eindeutig ist, kann ein Interface eine sogenannte Neighbour Solicitations an die Multicast-Adresse *FF02::1* schicken mit der gerade generierten Adresse als Absender. Falls es die Adresse schon gibt, wird der Doppelgänger darauf antworten, und das Interface kann seine Adresse ändern.

[Quelle: <http://www.tlab.ch/praktika/seriell/c16/theorie.html>]

# DHCPv6

Einleitung

Geschichte

- Netzklassen
- CIDR
- IPv6

IP-Adressen

- IPv4
- IPv6

IP-Pakete

- IPv4
- IPv6

**DHCP**

- IPv4
- **IPv6**

IPv6 praktisch

- Windows
- Linux
- Internet

Fazit

- **Problem**
  - IP-Autokonfiguration stellt zwar Gateway bereit aber keinen DNS-Server etc.
- **Lösung: DHCPv6**
- **Multicast für DHCPv6-Server: *ff02::1:2***
- **Andere Möglichkeit: Multicast an spezielle DNS-Server-Adresse**

16

21.03.2006

[www.stefan-macke.de](http://www.stefan-macke.de)

- Anhand der IP-Autokonfiguration in IPv6 kann sich der Client die Adresse des Gateways selbst errechnen
- Weitergehende Konfiguration wie DNS-, NTP-Server etc. sind jedoch nicht möglich
- Hier springt DHCPv6 ein, das auf den UDP-Ports 546 und 547 arbeitet, und auf die Multicasts an *ff02::1:2* lauscht
- Alternative ist ein Multicast an eine spezielle Adresse, an der alle DNS-Server lauschen. Diese ist aber noch nicht standardisiert.

[Quelle: <http://www.ietf.org/rfc/rfc3315.txt>]



## IPv6 praktisch: Windows

Einleitung

Geschichte

- Netzklassen
- CIDR
- IPv6

IP-Adressen

- IPv4
- IPv6

IP-Pakete

- IPv4
- IPv6

DHCP

- IPv4
- IPv6

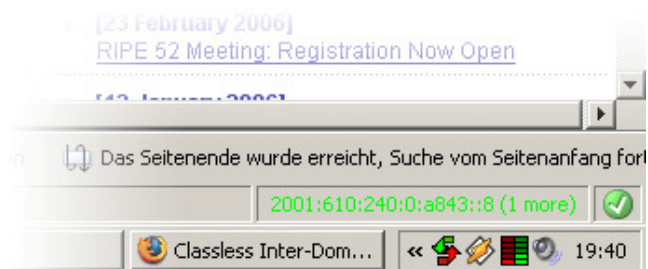
**IPv6 praktisch**

• **Windows**

- Linux
- Internet

Fazit

- IPv6-Protokollstapel ist ab Windows 2000 verfügbar
- Windows XP
  - *ipv6 install*
  - Installation über Netzwerkeigenschaften



17

21.03.2006

www.stefan-macke.de

- Ab Windows 2000 ist es möglich einen (teils experimentellen) IPv6-Protokollstapel zu installieren
- Praktisches Beispiel wurde bereits gegeben

# IPv6 praktisch: Linux

## Einleitung

## Geschichte

- Netzklassen
- CIDR
- IPv6

## IP-Adressen

- IPv4
- IPv6

## IP-Pakete

- IPv4
- IPv6

## DHCP

- IPv4
- IPv6

## IPv6 praktisch

- Windows
- **Linux**
- Internet

## Fazit

- Ab Kernel 2.6 enthält Linux eine umfassende IPv6-Unterstützung
- Beispiel: */etc/hosts*

```
192.168.68.102 - PuTTY
127.0.0.1    localhost
127.0.1.1    macke-debian

# The following lines are desirable for IPv6 capable hosts
::1          ip6-localhost ip6-loopback
fe00::0     ip6-localnet
ff00::0     ip6-mcastprefix
ff02::1     ip6-allnodes
ff02::2     ip6-allrouters
ff02::3     ip6-allhosts
```

18

21.03.2006

www.stefan-macke.de

- In der Datei */etc/hosts* sind z.B. die Loopbackadressen schon im IPv6-Format eingetragen
- Tools wie *ping6* und *traceroute6* sind verfügbar

# IPv6 praktisch: Internet

Einleitung

Geschichte

- Netzklassen
- CIDR
- IPv6

IP-Adressen

- IPv4
- IPv6

IP-Pakete

- IPv4
- IPv6

DHCP

- IPv4
- IPv6

IPv6 praktisch

- Windows
- Linux
- **Internet**

Fazit

- Enorme Wichtigkeit von DNS
- URL-Format: `http://[IP-Adresse]:Port`
- Abwärtskompatibilität

19

21.03.2006

[www.stefan-macke.de](http://www.stefan-macke.de)

- Aufgrund der komplexen IP-Adressen, die nicht mehr einfach zu merken sind, nimmt die Bedeutung von DNS mit der Einführung von IPv6 stark zu
- Um die Doppelpunkte in der IPv6-Adresse von der Port-Angabe in URLs abzugrenzen, wird die IP-Adresse in eckige Klammern gefasst
- Wichtig in der Phase der Umstellung von IPv4 auf IPv6 ist eine Abwärtskompatibilität zu gewährleisten, da aufgrund der hohen Komplexität keine stichtagsbezogene Umstellung möglich ist

# Fazit

Einleitung

Geschichte

- Netzklassen
- CIDR
- IPv6

IP-Adressen

- IPv4
- IPv6

IP-Pakete

- IPv4
- IPv6

DHCP

- IPv4
- IPv6

IPv6 praktisch

- Windows
- Linux
- Internet

**Fazit**

- Äußerst komplexes Thema
- Guter Ansatz
- Nur schleichende Umstellung
- Verschlüsselung
  - IPSec
- Datenschutz?
  - Privacy Extensions

20

21.03.2006

[www.stefan-macke.de](http://www.stefan-macke.de)

- Diese Präsentation kratzt nur an der Oberfläche
- Meiner Meinung ist IPv6 unerlässlich für die Zukunft des Internets und des weltweiten Netzwerkverkehrs
- Leider führten die häufigen Änderungen der Standards gerade zu Beginn der Einführung von IPv6 zu vielen Problemen und einer hohen Inakzeptanz bei Unternehmen
- Die Haupt-Features von IPv6 (z.B. IPSec, Autokonfiguration) sind inzwischen zum Großteil auch mit IPv4 abdeckbar, sodass kein zwingender Grund besteht, zu wechseln
- Ein weiteres Problem ist der Datenschutz. Da weltweit eindeutige IP-Adressen vergeben werden, kann der Traffic evtl. gezielt verfolgt werden. Lösung: *Privacy Extensions*

## Ende der Präsentation

- Danke für Ihre Aufmerksamkeit
- Fragen?

21

21.03.2006

[www.stefan-macke.de](http://www.stefan-macke.de)