

Probleme bei IPv4 sind Gründe für die Einführung von IPv6

- IPv4 Adressen sind ~~sehr knapp~~ aus
- fragmentierte Adressbereiche und dadurch große Routingtabellen erschweren das Routing
- geringer Leistungsumfang von IPv4, da sehr altes Protokoll
- fehlende Autokonfiguration
- fehlende Flusssteuerungsmechanismen z.B. zur Priorisierung von Daten
- Sicherheit muss über externe Protokolle realisiert werden

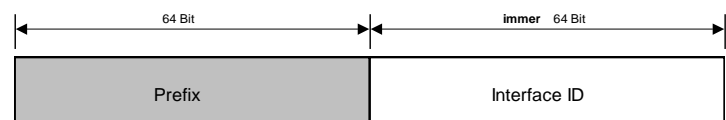
Eigenschaften von IPv6

- Adresslänge 128 Bit --> 2^{128} Adressen (340.282.366.920.938.463.463.374.607.431.768.211.456 Stück)
- Subnetting und NAT sind nicht mehr nötig, da genügend Adressen vorhanden sind
- es gibt keine Broadcasts, stattdessen wird intensiv Multicast verwendet
- leistungsfähige Autokonfiguration (ähnlich APIPA), in einfachen Netzen ist DHCP dadurch unnötig
- eingebaute Sicherheit über IPsec ermöglicht Authentizität und Vertraulichkeit
- Unterstützung von neuen Techniken wie Quality of Service (QoS) und Multicasting
- ICMPv6, um die erweiterten Funktionen zu steuern
- vereinfachter Header mit fester Größe ermöglicht schnellere Verarbeitung im Router
- Erweiterung des Headers über Extension Headers

IPv6-Header

Version (4Bit)	Traffic Class (8Bit)	Flow Label (20Bit)	
Pay load Length (16Bit)		Next Header (8Bit)	Hop Limit (8Bit)
Source Address (128Bit)			
Destination Address (128Bit)			

Aufbau einer IPv6-Adresse



eine IPv6-Adresse besteht aus:

- **Prefix** (Netzanteil) und
- **Interface Identifier** (IID, Hostanteil, Suffix)

Achtung: Der Interface Identifier ist immer **64 Bit** breit!

IPv6-Adressnotation

- Aufteilung der 128 Bit in 8 Blöcke zu je 16 Bit, hexadezimale Darstellung, Trennung durch Doppelpunkte
- pro Block können führende Nullen weggelassen werden
2001:0db8:0000:08d3:0000:8a2e:0070:7344 wird zu 2001:db8:0:8d3:0:8a2e:70:7344
- ein oder mehrere aufeinander folgende Blöcke, deren Wert 0000 beträgt, dürfen ausgelassen und durch zwei Doppelpunkte ersetzt werden. Wegen der Eindeutigkeit darf dies **nur einmal angewendet** werden!
z.B: 2001:0db8:0000:0000:0000:0000:1428:57ab wird zu 2001:db8::1428:57ab
- URL-Angaben mit IPv6-Adressen müssen geklammert werden:
http://[2001:db8::1428:57ab] für alternativen Port: http://[2001:db8::1428:57ab]:8080
- Netzwerkadressen werden (wie bei IPv4 in CIDR-Schreibweise) als **Prefix** dargestellt:
2001:db8:1234::/48 ist ein Subnetz mit dem Adressbereich
2001:db8:1234:0000:0000:0000:0000:0000 bis 2001:db8:1234:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff

IPv6-Adressbereiche und Adressarten

- 2000::/3 **Global Unicast** sind routbare und global eindeutige Adressen, dafür stellt die IANA z.Z. nur den Bereich 2000::/3 zur Verfügung
- fc00::/7 **Unique Local Unicast** sind private, global eindeutige Adressen, die aber im Internet nicht geroutet werden
- fe80::/10 **Link Local** werden überhaupt nicht geroutet, auch nicht im lokalen Netz
- ff00::/8 **Multicast** Adressen mit festgelegten Gültigkeits-/Routing-Bereichen und Gültigkeits-Dauern
z.B. ff02::1 für alle Rechner bzw. ff01::2 für alle Router eines Layer2-Netzwerksegments
- :: **undefiniert**, ähnlich der Adresse 0.0.0.0 bei IPv4
- ::1 Adresse des eigenen Rechners (**Localhost, Loopback**)
- 2001::/32 Teredo (Tunneling IPv6 over UDP through NAT)
- 2002::/16 Adressbereich für 6to4-Tunneling

IPv6-Autokonfiguration und ICMPv6

- Mit **Stateless Address Autoconfiguration** (SLAAC) kann die automatische Vergabe einer Link Local Adresse auf Basis der MAC-Adresse erfolgen (ähnlich APIPA).
- **ICMPv6** dient in IPv6-Netzwerken zum Austausch von Fehler- und Informationsmeldungen. Mit dem **Neighbor Discovery Protocol** (NDP) liefert es den Ersatz für ARP.
- Bereits vergebene IPv6-Adressen können mit der **Duplicate Address Detection** (DAD) erkannt werden.
- NDP ermöglicht auch das Auffinden von Rechnern und Routern. Beispielsweise geschieht die automatische Zuordnung von (Default-)Routen durch eine Anfrage an die Multicast-Adresse `ff02::2` über die alle Router eines Layer2-Netzwerksegments erreichbar sind (*Router Solicitation*).

IPv6 und DNS

Wegen der Adresslänge ist ein funktionierendes DNS sehr hilfreich. Für IPv6-Adressen gibt es den *Resource Record* (RR) Typ **AAAA**, der, genau wie der Typ **A** bei IPv4, einen Namen in eine IPv6-Adresse auflöst. Der Reverse Lookup funktioniert nach wie vor über den RR Typ **PTR**. Für IPv6 ist **IP6.ARPA** die *Reverse Domain*.

Übergang von IPv4 nach IPv6

Um einen einfachen Übergang von IPv4 zu IPv6 zu ermöglichen sind mehrere Verfahren üblich:

- **Parallelbetrieb (Dual-Stack, Dual-Stack-Lite)**
Hier wird allen beteiligten Schnittstellen neben der IPv4-Adresse zusätzlich mindestens eine IPv6-Adresskonfiguration zugewiesen. Der Rechner kann dann über beide Protokolle gleichzeitig in beide Richtungen kommunizieren (Allerdings unterstützt DS-Lite IPv4 und IPv6 gleichzeitig nur nach außen).
- **Tunnelmechanismen**
Dabei werden IPv6-Pakete in der Nutzlast von IPv4 zu einer Tunnelgegenstelle übertragen (z.B. 6to4). Für den Zugriff auf ein IPv6-Subnetz hinter einem NAT-Gerät gibt es u.a. von Microsoft das Teredo-Protokoll.
- **Übersetzungsverfahren**
Kann auf einem Gerät IPv6 nicht aktiviert werden, können Verfahren wie NAT/Protocol Translation (NAT-PT) oder Transport Relay Translation nötig werden, um zwischen beiden Protokollen zu übersetzen.

Probleme

- nicht alle Geräte und Anwendungen unterstützen IPv6
- Übergangstechnologien verhindern die schnelle Einführung von IPv6
- hohe Komplexität von IPv6 (Schulungsbedarf)
- fehlende Anonymität bei mit SLAAC generierten Interface Identifier (Abhilfe: IPv6 Privacy Extensions)
- IPv6 und DNS: für die automatische Vergabe der Nameserver-Adressen ist ein IPv6-DHCP-Server nötig

Links

Windows-Hilfe zu IPv6

Folien zum Buch *Understanding IPv6* von MicrosoftPress

IPv6 Essentials

Introduction to IPv6 (2008)

IPv6 Internals

IP Version 6

Setting up an IPv6 Test Lab

IPv6 Cheat Sheet

Updated list of IPv6 address allocations

Start - Hilfe und Support - nach IPv6 suchen

www.google.de/search?q=UnderstandingIPv6.ppt

shop.oreilly.com/product/9780596100582.do

download.microsoft.com/download/e/9/b/e9bd20d3-cc8d-4162-aa60-3aa3abc2b2e9/IPv6.doc

www.cisco.com/web/about/ac123/ac147/archived_issues/ipj_9-3/ipv6_internals.html

technet.microsoft.com/en-us/library/cc738636.aspx

technet.microsoft.com/en-us/library/cc783758.aspx

http://dbillings.com/networking/ipv6_cheatsheet.pdf

www.iana.org/assignments/ipv6-address-space

Fragen

- 1.) Erläutern Sie mindestens drei Gründe, warum IPv6 eingesetzt werden sollte.
- 2.) Beschreiben Sie mindestens drei wesentliche Eigenschaften von IPv6.
- 3.) Wie ist eine IPv6-Unicast Adresse aufgebaut und was muss dabei immer eingehalten werden?
- 4.) Wie werden IPv6-Adressen und IPv6-Subnetze dargestellt und welche Vereinfachungen sind möglich?
- 5.) Worin unterscheiden sich die bei IPv6 möglichen Adressarten?
- 6.) Welche Einschränkungen gelten für IPv6 Link-Local-Adressen
- 7.) Welche Aufgaben erfüllt bei IPv6 das Neighbor Discovery Protocol (NDP)?
- 8.) Erläutern Sie drei Verfahren, die einen einfachen Übergang von IPv4 nach IPv6 ermöglichen sollen.
- 9.) Warum sind beim Einsatz von IPv6 die DHCP- und DNS-Dienste sehr hilfreich?