
IP - Adressierung - Das IPv6 Special

Netzwerkgrundlagen (NWG2)

Markus Zeilinger¹

¹FH Oberösterreich
Department Sichere Informationssysteme

Sommersemester 2023



UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES
UPPER AUSTRIA

*Alle Materialien, die im Rahmen dieser LVA durch den LVA-Leiter zur Verfügung gestellt werden, wie zum Beispiel **Foliensätze, Audio-Aufnahmen, Übungszettel, Musterlösungen, ...** dürfen **ohne explizite Genehmigung** durch den LVA-Leiter **NICHT** weitergegeben werden!*

IPv6 Adressierung - Basics (tw. Wiederholung)

- ▶ Logische Adressen, weltweit eindeutige Identifikation von Netzwerk Interfaces.
 - ▶ IPv6: 128 Bit Adresse ($\rightarrow \approx 340$ Trillionen Trillionen Adressen)
- ▶ IPv6: Colon Hexadecimal Notation = Trennung 8 hexadezimaler Wörter durch Doppelpunkte (:) (z. B. 2a0c:2345:3013::38).

	0	16	32	48	64	80	96	112	128
Binär	00101010 00001100	00100011 01000101	00110000 00010011	00000000 00000000	00000000 00000000	00000000 00000000	00000000 00000000	00000000 00111000	
Colon Hexadecimal	2a0c	2345	3013	0000	0000	0000	0000	0038	
Zero-Compressed	2a0c	2345	3013					::	38

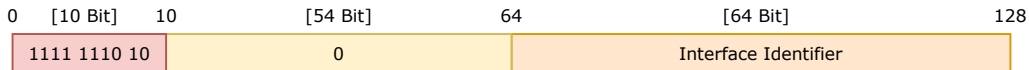
- ▶ Jede IPv6 Adresse besteht aus Netz- und Host-Anteil (aka Interface Identifier).
- ▶ Adresstypen: Unicast, Multicast und Anycast (KEIN Broadcast!)
- ▶ Address Scopes (\approx Gültigkeitsbereiche): Link-Local Scope, Unique-Local Scope, Global Scope

- ▶ Basis:
 - ▶ RFC 4291 IPv6 Addressing Architecture
 - ▶ IPv6 Address Space (IANA)
 - ▶ IANA IPv6 Special-Purpose Address Registry

High-Order Bits	IPv6 Adresse	Beschreibung
0000 ... 0 (128 Bits)	::/128	Nicht spezifizierte Adresse (Unspecified Address), Selbstreferenz
0000 ... 1 (128 Bits)	::1/128	Loopback Adresse
1111 1100 ...	fc00::/7	Unique-Local Unicast Adressen (RFC 4193)
1111 1110 1000 ...	fe80::/64	Link-Local Unicast Adressen
1111 1111 ...	ff00::/8	Multicast Adressen
Rest (aktuell: 0010)	2000::/3	Global Unicast Adressen

Link-Local Unicast Adressen

▶ Link-Local Unicast Adressen (LLA, Präfix: fe80::/64)

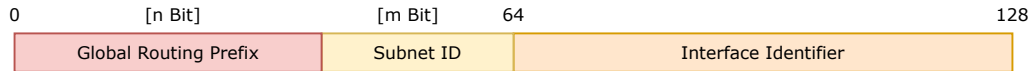


- ▶ LLAs werden **automatisch erzeugt** und sind nur **an einem Segment/Link gültig** (link-local).
- ▶ Verwendung für Basisfunktionalitäten in IPv6 (→ ND, SLAAC), lokale Services, Transitnetze zw. Routern, ...
- ▶ Pakete von/an LLAs werden **nicht geroutet**!

```
~$ ip addr
```

```
2: ens33: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc fq_codel state UP [...]
    link/ether 00:0c:29:e2:5f:f1 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 172.16.72.130/24 brd 172.16.72.255 scope global dynamic noprefixroute ens33
        valid_lft 1706sec preferred_lft 1706sec
    inet6 fe80::fbf8:a39b:9696:a731/64 scope link noprefixroute
        valid_lft forever preferred_lft forever
```

- ▶ Global Unicast Adressen (GUA, aktuell aus $2000::/3$):

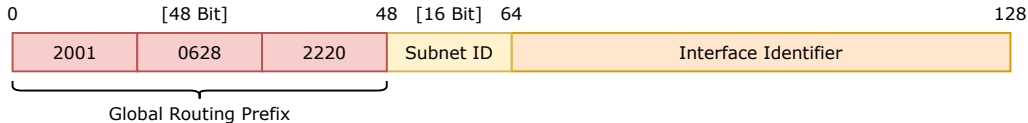


- ▶ **Global** (= im Internet) **gültige, eindeutige** Unicast Adressen (aka "öffentliche" Adressen).
- ▶ Pakete von/an Global Unicast Adressen **werden im Internet geroutet**.
- ▶ **Adressvergabe** folgt den gleichen Prinzipien wie bei IPv4 (IANA → RIR → LIR → Endkunde) (→ CIDR & Adressorganisation).

► Vergabegrößen:

- Allocation IANA → RIR: /12¹
- Allocation RIR → LIR: /32 - /29²
- Allocation LIR → ISP: nicht definiert
- Assignment LIR/ISP → Endkunde: /48 - /56³

► Beispiel: Präfix 2001:628:2220::/48 (FH Oberösterreich)



¹ Quelle: IANA Policy for Allocation of IPv6 Blocks to RIRs

² Quelle: IPv6 Address Allocation and Assignment Policy - RIPE 738, RIPE vergibt aktuell ausschließlich /29

³ Quelle: BCOP: IPv6 Prefix Assignment for End-Users - RIPE 690 listet in Abschnitt 4.2 verschiedene Empfehlungen (z. B. /48 für alle, /48 für Unternehmen/Orgs + /56 für Private, von der Vergabe von kleineren Präfixen als /56 wird dringend abgeraten).

Interface Identifier (IID) I

- ▶ **Interface Identifier (IID)** (= Host-Anteil bei IPv4) identifiziert ein Interface eines Systems innerhalb eines IPv6 Netzwerks.
 - ▶ LLAs werden automatisch erzeugt → Interface Identifier muss automatisch erzeugt werden.
1. **Ableitung aus der 48-Bit MAC Adresse** (→ Schicht 2) des Netzwerk Interfaces.
 - ▶ IEEE EUI-64 Format: Einschieben von fffe + Bit 2 im höchstwertigen Oktett auf 1
 - ▶ Weltweite Eindeutigkeit von MAC Adressen → weltweite Eindeutigkeit des IID → Bedenken bzgl. Datenschutz
 2. **Zufällige, temporäre Generierung** (RFC 8981 Temporary Address Extensions for SLAAC in IPv6)
 - ▶ IID wird zufällig, temporär erzeugt und laufend neu generiert (z. B. einmal täglich).
 - ▶ Keine automatische Eindeutigkeit → Duplicate Address Detection (DAD)

Interface Identifier (IID) II

► IID abgeleitet aus MAC Adresse:

```
~$ ip addr
2: ens33: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc fq_codel state UP [...]
    link/ether 00:0c:29:e2:5f:f1 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 172.16.72.130/24 brd 172.16.72.255 scope global dynamic noprefixroute ens33
        valid_lft 1706sec preferred_lft 1706sec
    inet6 fe80::020c:29ff:fee2:5ff1/64 scope link noprefixroute
        valid_lft forever preferred_lft forever
```

► IID zufällig erzeugt:

```
~$ ip addr
2: ens33: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc fq_codel state UP [...]
    link/ether 00:0c:29:e2:5f:f1 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 172.16.72.130/24 brd 172.16.72.255 scope global dynamic noprefixroute ens33
        valid_lft 1706sec preferred_lft 1706sec
    inet6 fe80::fbf8:a39b:9696:a731/64 scope link noprefixroute
        valid_lft forever preferred_lft forever
```

- ▶ Multicast Adressen, allgemeines Format:



- ▶ IPv6 macht - aufgrund der **eliminierten Broadcasts** - massiven Gebrauch von s. g. "well-known" Multicast Gruppen:
 - ▶ All-Nodes Address, link-local: ff02::1
 - ▶ All-Routers Address, link-local: ff02::2
 - ▶ Solicited Node Adresse, link-local: ff02::1:ff00:0000/104 + low-order 24 Bits der IPv6 Unicast Adresse
- ▶ Mehr zum Thema Multicasts folgt auf Schicht 2!

