


# IPv6 und der Adress-Dschungel – Wie finden wir da durch?

# Wer sind wir?



**system.de** => Die Service Manufaktur für digitale Transformation

 **ROUTE 128** => Technologieführer für IPv6-Migration

- Gründung system.de 1994 – seit 2000 Cisco Premier Partner – 50 MA
- Seit 2017 Cisco Networking Academy & eigene system.de-Akademie
- Planung, Implementierung und Betrieb komplexer Netzwerke
- Cisco Servicelieferant und Lab-Betrieb 100 Racks für Behörden (28 Red Badges)
- Kunden aus allen Branchen bis hin zu DAX-Konzernen
- Alle Bundesbehörden nutzen weltweit einmaliges  **ROUTE 128**-IPv6-Smartkit

**Wir bilden FISI aus und bieten Einsteigern einen perfekten Start!**

# Wer spricht heute?

## **Lukas Thiem (Fachinformatiker für Systemintegration)**

- Network Support Engineer (system.de – System & Project GmbH)
- Leitung Cisco Networking Academy & Koordination Education
- Trainer (für interne und externe Kunden)
- CCNP Enterprise, CCNP Security, CCNA, CCST Networking, CCST Cybersecurity
- CCAI (seit 2023), CCSI (2017-2020)

[lthiem@system.de](mailto:lthiem@system.de)

- Linked-In, Xing

# IPv6 – Kurze Repetition

# Was gab es letztes Jahr (2023)?

- Routed Protocol auf OSI-Layer 3
- Adressen
  - von 32 Bits ( $2^{32} = 4.294.967.296$ )
  - auf 128 Bits ( $2^{128} = 340.282.366.920.938.463.463.374.607.431.768.211.456$ )
- Form
  - von Oktetten (in DDN, z.B. 192 . 168 . 10 . 1)
  - zu Hextetten (in Hexadezimalnotation, z.B. 2001 : db8 : 0 : 1 : : 1)
  - von lang (z.B. fe80 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0001)
  - nach kurz (z.B. fe80 : : 1)
- „Subnetzmaske“
  - von (beinahe) beliebig (z.B. /8 - /31)
  - zu (beinahe) feststehend (/64)

# Worum geht es heute?

- IPv6-Adressarten und -typen
- IPv6-Unicast-Adressen

# IPv6 – Die Adressarten und -typen

# IPv6-Adresstypen

- Technischer Aufbau aller Adressen gleich (128 bit)
- Drei Arten: Unicast – Multicast – Anycast
- Unicast = **1:1**-Verbindung
- Multicast = **1:Viele**-Verbindung
- Anycast = Das Ziel ist mehrfach unter der gleichen IP vorhanden.
- Broadcast = **1:Alle**-Verbindung (ist bei IPv6 nicht spezifiziert)



# IPv6-Adresstypen

- Technischer Aufbau aller Adressen gleich (128 bit)
- Drei Arten: Unicast – Multicast – Anycast
- Verwendung zu unterschiedlichen Zwecken
  - Link Local (LLA)
  - Site Local (wurde wieder abgeschafft)
  - Unique Local (ULA)
  - Global (GUA)
  - Documentation Prefix
  - Multicast
  - Anycast

# IPv6 – Unicast Adressen

# Link-Local-Adressen

# Link-Local-Adressen (LLAs)

- Gültig nur auf einem Link
- Kein Angriff über Subnetzgrenzen hinweg
- Keine Paketweiterleitung durch Router
- IPv6-Protokolle nutzen LLAs konsequent
  - für Routingprotokolle
  - für Neighbor Discovery (ND)
- Jedes Interface ist immer über IPv6 erreichbar.

# Link-Local-Adressen (LLAs)

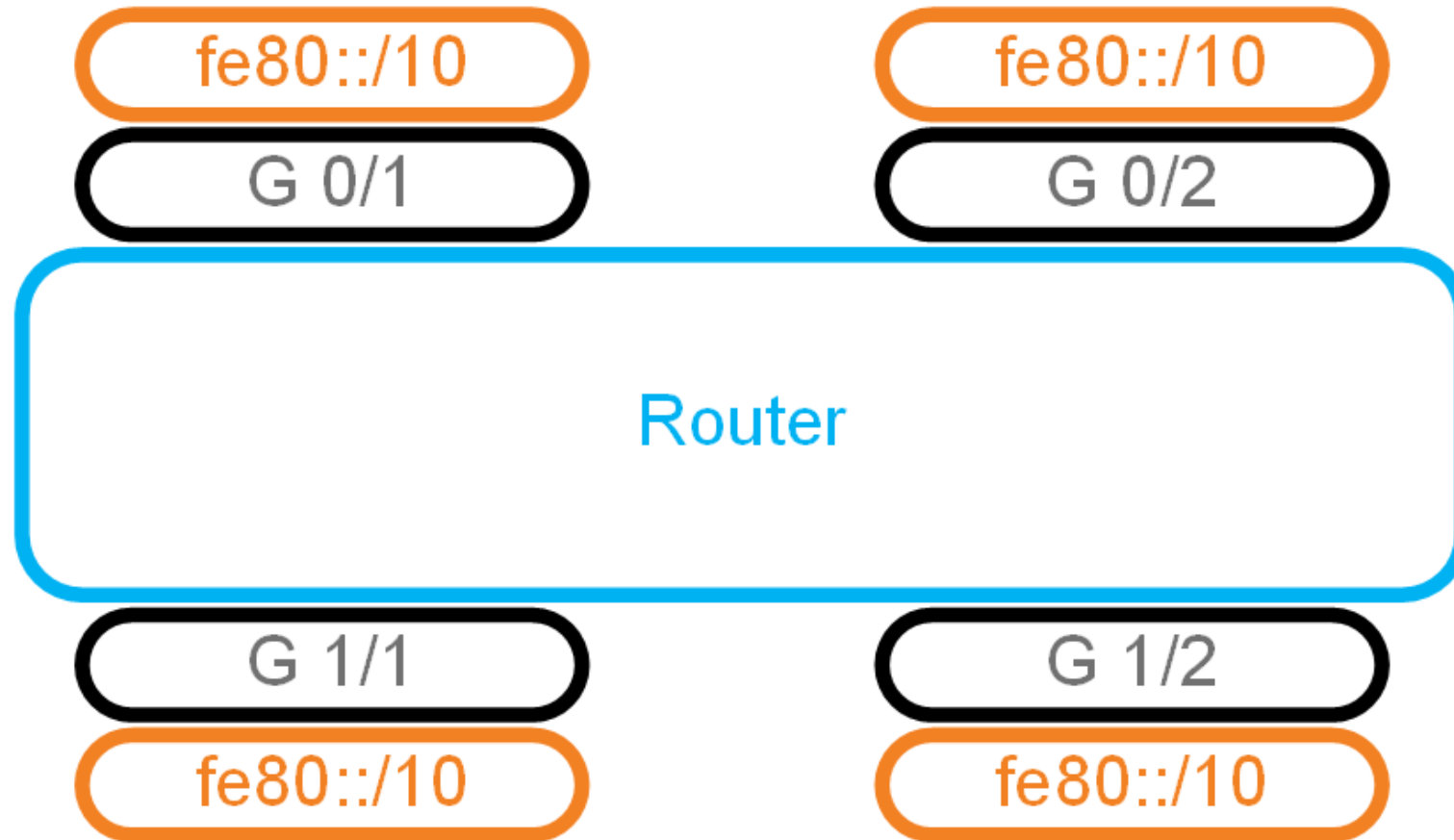
- Jedes Interface bildet automatisch eine LLA.
- Jedes Interface hat somit eine gültige IPv6-Adresse für die Kommunikation auf dem lokalen Link.
- Unterschied zu IPv4.

# Link-Local-Adressen (LLAs)

- Ein Rechner mit 4 Links hat 4 LLAs.
- Alle LLAs nutzen das Prefix **fe80::/10**.
- Link Local Adressen / Netzwerke überlappen sich.

```
C:\Users\mmuster>ipconfig  
Windows IP Configuration  
Ethernet adapter Local Area Connection:  
    Link-local IPv6 Address . . . . . :  
                                     fe80::353e:827b:ba2e:8702%10
```

# Link-Local-Adressen (LLAs)



# Link-Local-Adressen (LLAs)

- Welches Interface ist gemeint?

```
C:\Users\mmuster>netsh interface ipv6 show interfaces
```

Idx	Met	MTU	State	Name
10	20	1500	connected	Local Area Connection

```
fe80::353e:827b:ba2e:8702%10
```



# Link-Local-Adressen (LLAs)

```
C:\Users\mmuster>netsh interface ipv6 show neighbors interface=10
Interface 10: Local Area Connection
```

Internet Address	Physical Address	Type
-----	-----	-----
fe80::ba27:ebff:fe96:4d8	b8-27-eb-96-04-d8	Reachable (Router)

```
C:\Users\mmuster>ping -6 fe80::ba27:ebff:fe96:4d8%10
```

Interface



```
Pinging fe80::ba27:ebff:fe96:4d8%10 with 32 bytes of data:
Reply from fe80::ba27:ebff:fe96:4d8%10: time=1ms
Reply from fe80::ba27:ebff:fe96:4d8%10: time<1ms
Reply from fe80::ba27:ebff:fe96:4d8%10: time<1ms
Reply from fe80::ba27:ebff:fe96:4d8%10: time<1ms
```

# Site-Local-Adressen

# Site-Local-Adressen

- Sollten nur innerhalb einer Site genutzt werden.
- Ähnlich RFC 1918
  - 192.168.0.0/16
  - 172.16.0.0/12
  - 10.0.0.0/8
- NAT wäre notwendig für Kommunikation mit dem Internet.

# Site-Local-Adressen

- Adressbereich **fec0::/10**
- Erstmals definiert in RFC 1884 (12/1995)
- Abgeschafft in RFC 3879 (09/2004)
- Keine klare Definition von „Site“
- NAT unerwünscht
- Heute zwingend in Firewall zu filtern

# Site-Local-Adressen bei Windows

- Adressbereich **fec0::/10**
- Windows nutzt drei Site-Local-Adressen für DNS, wenn kein DNS bekannt gemacht worden ist:
  - fec0:0:0:ffff::1
  - fec0:0:0:ffff::2
  - fec0:0:0:ffff::3
- Immer in Firewall filtern

# Unique-Local-Adressen

# Unique-Local-Adressen (ULAs)

- Adressblock **fc00::/7**
  - Unterteilt in fc00::/8 und fd00::/8
  - Beide Prefixes stehen zur freien internen Verwendung zur Verfügung.
- RFC 4193 (Oktober 2005)
- Für private, interne Netze
  - Storage, Database
- NAT unerwünscht

# Unique-Local-Adressen (ULAs)

- Keine Allokation durch eine RIR
- Nicht „globally unique“
- Doppelte Nutzung wahrscheinlich
- Kein globales Reverse DNS
  - muss in der Organisation gemacht werden



# Global-Unicast-Adressen

# Global-Unicast-Adressen (GUAs)

- Öffentliche Adressen
- Vergabe durch RIR
- Reverse DNS durch RIR
- Das Internet 😊

# Global-Unicast-Adressen (GUAs)

- Adressbereich **2000::/3**
- 1/8 des gesamten IPv6-Adressraumes wird vergeben.
- Es lassen sich 512 Netzwerke mit /12-Prefix daraus erstellen.
  - Ca. 500 davon sind noch frei.

# Global-Unicast-Adressen (GUAs)

- Jede RIR hat eines oder mehrere /12-Netzwerke zur Verfügung.
- Es gibt ältere Adressbereiche.
- Die jetzt genutzten Adressbereiche sind:

APNIC	2400::/12	(2006)
ARIN	2600::/12	(2006)
	2630::/12	(2019)
LACNIC	2800::/12	(2006)
RIPE NCC	2a00::/12	(2006)
	2a10::/12	(2019)
AFRINIC	2c00::/12	(2006)

<https://www.iana.org/assignments/ipv6-unicast-address-assignments/ipv6-unicast-address-assignments.xhtml>

# Documentation Prefix

# Documentation Prefix

- Adressbereich **2001:db8::/32**
- Global Unicast
- Darf nicht global geroutet werden
- In Firewall verwerfen
- Darf nicht für Produktion verwendet werden
- Nur in allgemeingültiger Dokumentation
- Möglich im Testlabor

The background features a complex network of white lines connecting various nodes. Some nodes are highlighted with a bright yellow glow, while others are dimmer. The network is set against a dark blue background that transitions into a light grey horizontal band in the center.

system.de

Die Service Manufaktur der digitalen Transformation

ENDE

# Ihre Ansprechpartner

## Die Ausbildung der Fachkräfte von morgen ist wichtig!

Wir möchten unseren Beitrag leisten und die Lehre mit unserem IPv6-Wissen unterstützen. Auf Anfrage stellen wir sehr gerne IPv6-Schulungsunterlagen zur Verfügung, die Sie in Ihre Unterrichte einbinden können. Die Unterlagen sind aber nicht Teil der Cisco Networking Academy.

### Lukas Thiem

Network Support Engineer  
Trainer

T +49 30 290 23 15-244

E [lthiem@system.de](mailto:lthiem@system.de)



### Jens Schneider

CTO

M +49 170 461 85 31

T +49 30 290 23 15-220

E [jschneider@system.de](mailto:jschneider@system.de)



### Peter Schulte

Geschäftsführer/ CEO

M +49 171 776 30 36

T +49 30 290 23 15-210

E [pschulte@system.de](mailto:pschulte@system.de)



Der system.de-Geschäftsführer Wilhelm Boeddinghaus hat über IPv6 und Netzwerkvirtualisierung zwei Online-Seminare bei Open HPI (Hasso Plattner Institut) aufgenommen, die ebenfalls einen Mehrwert für Ihre Schüler bieten können.

<https://open.hpi.de/courses/ipv6-2018?locale=de> und <https://open.hpi.de/courses/virtnet2019>

system.de – System & Project GmbH, [www.system.de](http://www.system.de), AG Berlin Charlottenburg HRB 537 40  
Knesebeckstr. 96, 10623 Berlin - Neuer Wall 10, 20354 Hamburg - Alter Holzhafen 19, 23966 Wismar