ZSL
Zentrum für Schulqualität
und Lehrerbildung
Baden-Württemberg

Networking Academy

SLAAC und DHCPv6

```
Internet Control Message Protocol v6
  Type: Router Advertisement (134)
  Code: 0
  Checksum: 0x4c2c [correct]
  Cur hop limit: 64
  Flags: 0x00
    0... .... = Managed address configuration: Not set
    .0.. .... = Other configuration: Not set
```


Andreas Grupp
andreas.grupp@zsl-rstue.de

Carina Haag
haag.c@lanz.schule

Tobias Heine
tobias.heine@springer-schule.de

Uwe Thiessat
uwe.thiessat@gbs-sha.de

IPv6 … hatten wir schon … und jetzt ...

IPv6-Grundlagen im **Course ITN, Modul 12** bereits behandelt.

Fokus dieses Moduls liegt auf:

- IPv6-Adresse per SLAAC und DHCPv6 erhalten
- Cisco IOS-Router als
  - DHCPv6-Server,
  - DHCPv6-Client oder
  - DHCPv6 Relay Agent konfigurieren

IPv6 GUA Assignment

- Die IPv6 Link-Local-Adresse wird von einem Host automatisch erstellt, sobald er hochfährt und die Ethernet-Schnittstelle aktiv ist.
- **BTW:** Das „Anhängsel“ **%<Zahl>** in Windows ist eine Zonen-ID/Scope-ID um die LLA mit einer bestimmten Schnittstelle zu verknüpfen.

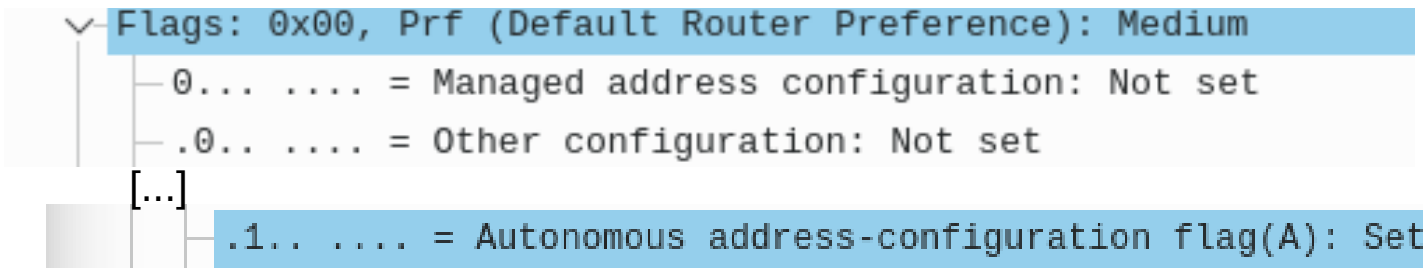
```
Ethernet-Adapter Ethernet:

   Verbindungsspezifisches DNS-Suffix: fritz.box
   Verbindungslokale IPv6-Adresse  . : fe80::893b:e7da:409a:3a8c%8
   IPv4-Adresse (Auto. Konfiguration): 169.254.58.140
   Subnetzmaske  . . . . . . . . . . : 255.255.0.0
   Standardgateway . . . . . . . . . :
```

```
inet6 fe80::a5fe:c147:26df:d00b  prefixlen 64  scopeid 0x20<link>
```

Linux hat die auch:

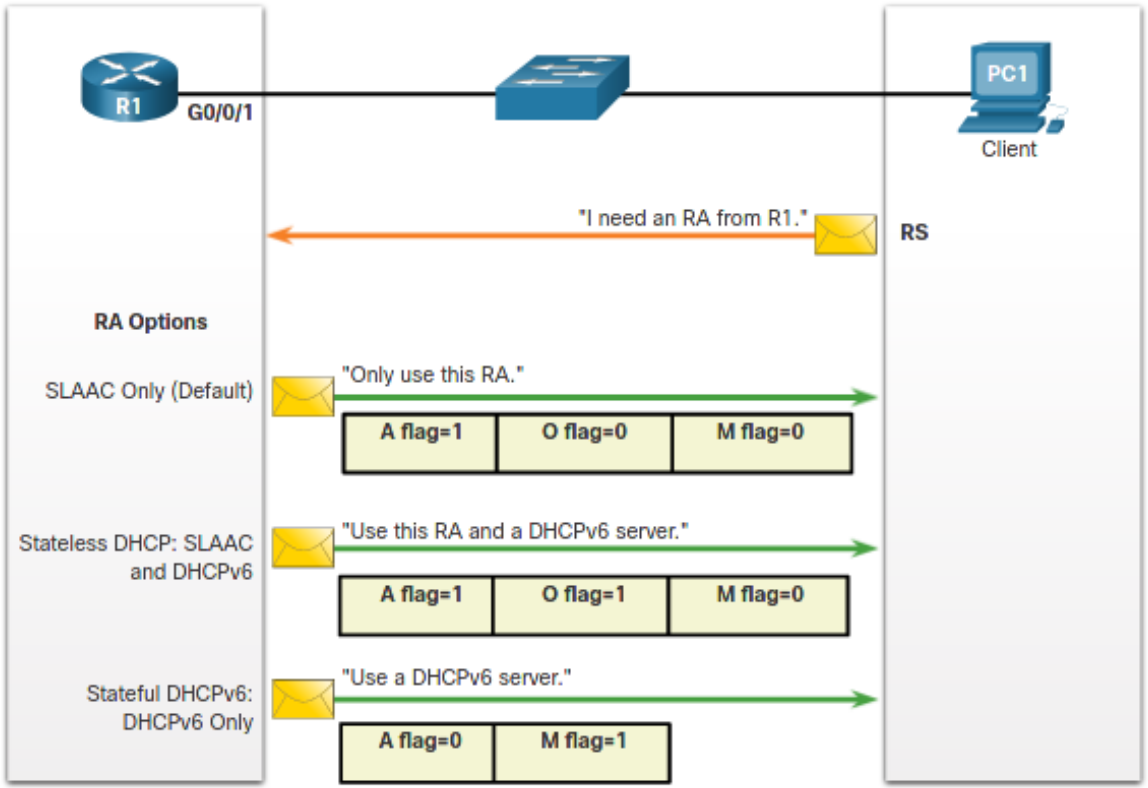
IPv6 GUA Assignment

- Drei Möglichkeiten zur dynamischen Adressvergabe:
  - **Option 1: SLAAC only**
    Präfix, Präfix-Länge, Default-GW, DNS-Server und weitere Infos werden via RA verteilt
  - **Option 2: SLAAC mit Stateless DHCPv6-Server**
    Präfix, Präfix-Länge und Default-GW werden per RA verteilt. DNS-Server und weitere Infos kommen vom DHCPv6-Server
  - **Option 3: Stateful DHCPv6-Server** (kein SLAAC)
    Default-GW via RA; Alles weitere kommt vom DHCPv6-Server.
- Die Info welche Art verwendet wird, kommt aus den RAs

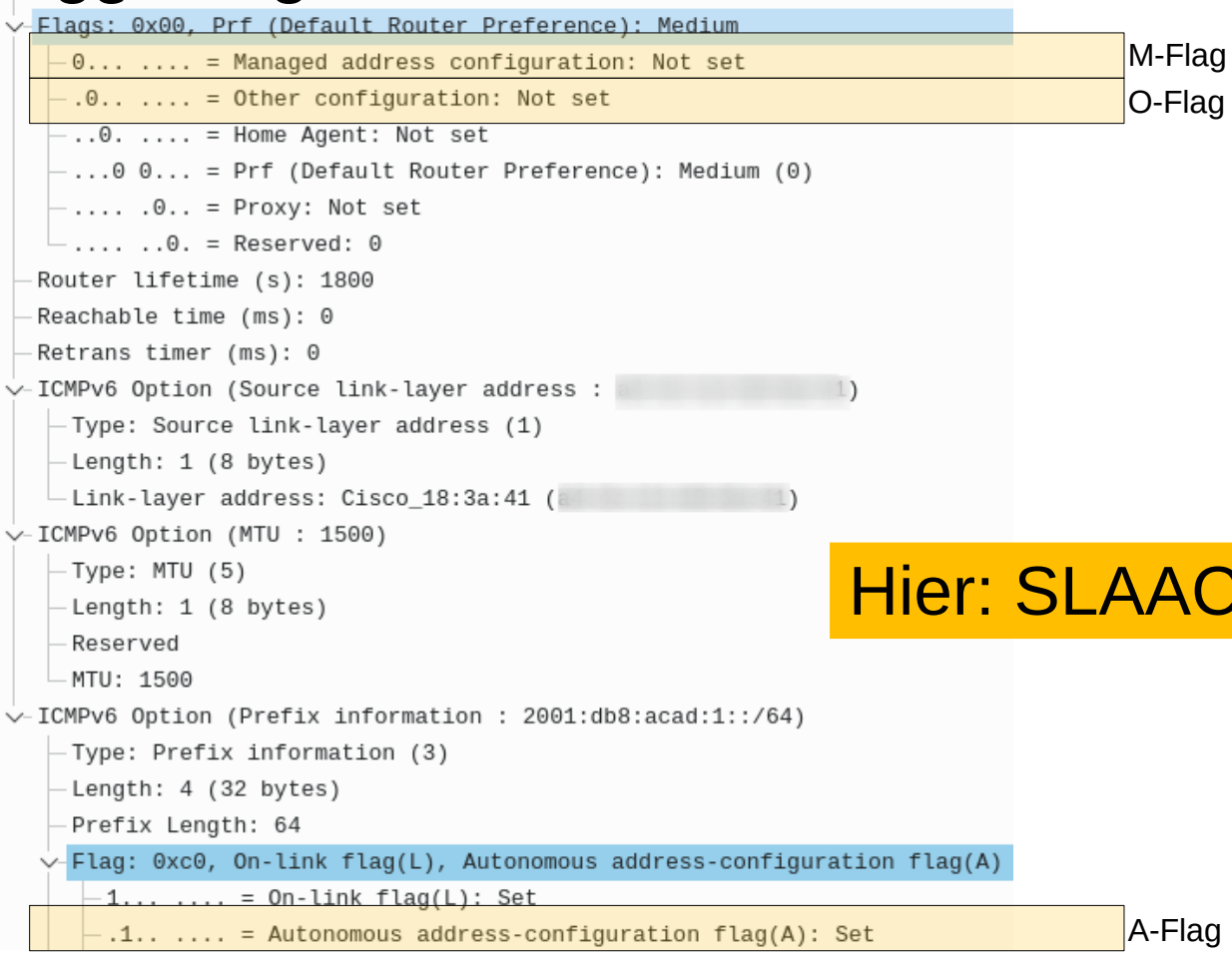


Konfiguration auf dem Router mgl. (auf dem jeweiligen Interface)

Flagge zeigen …



Flagge zeigen …



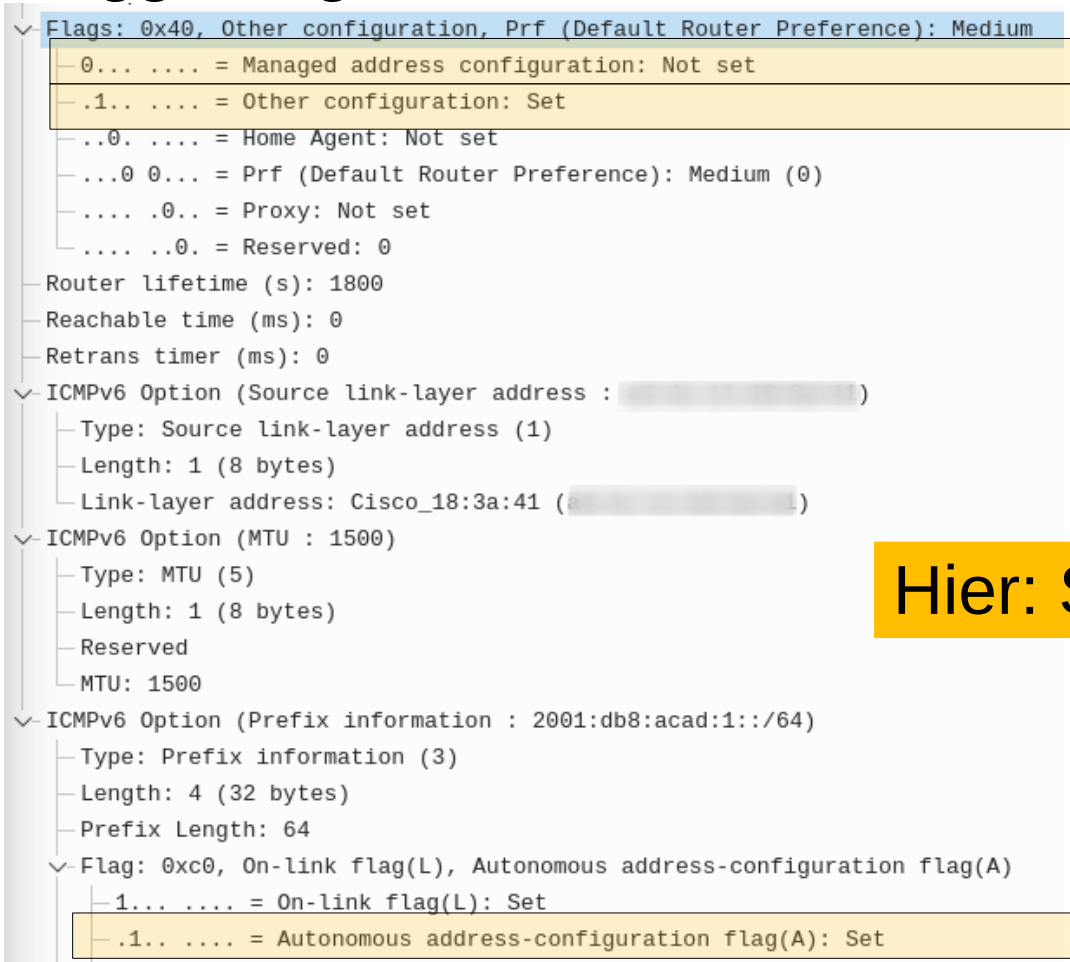
M-Flag

O-Flag

A-Flag

Hier: SLAAC-Only

Flagge zeigen …



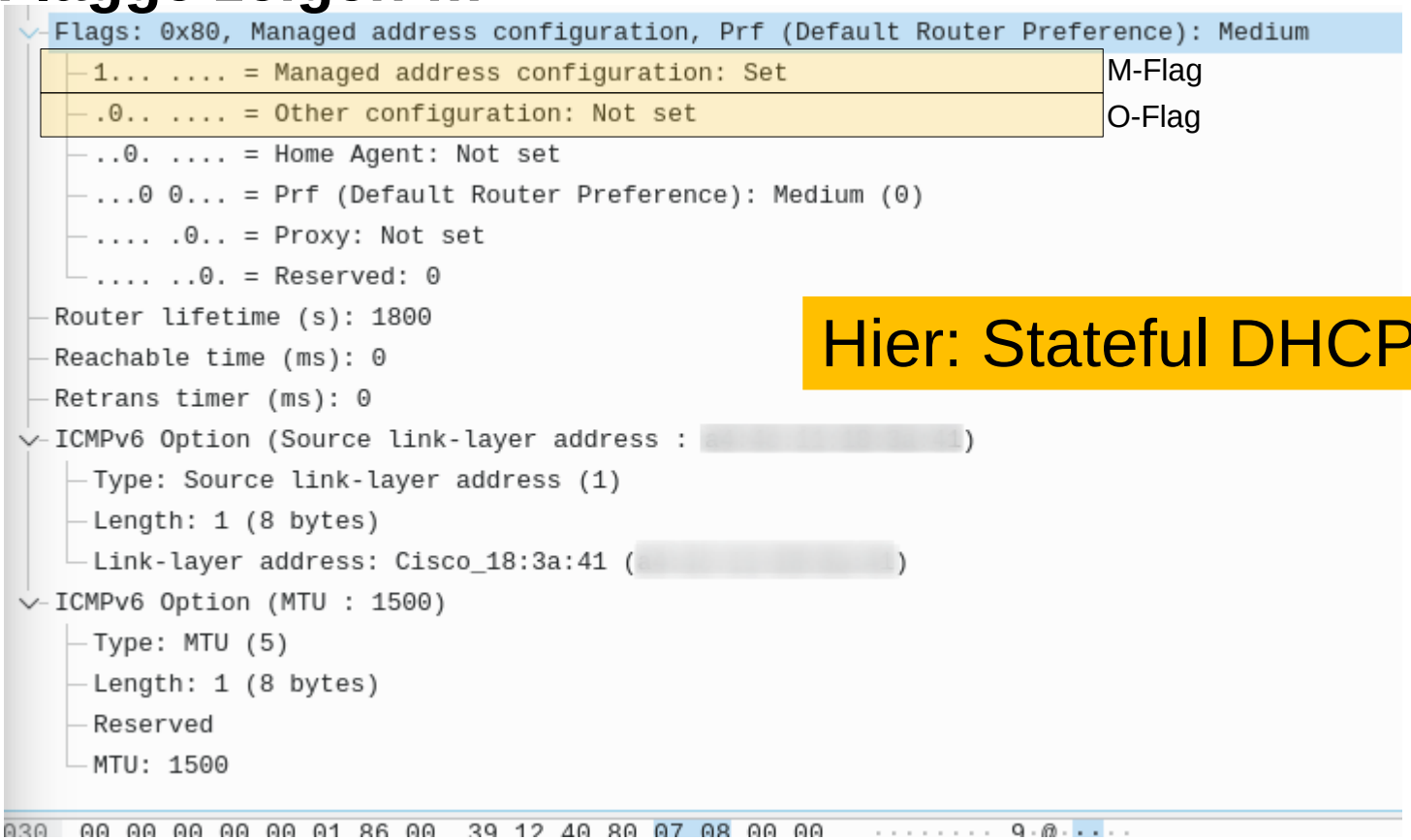
M-Flag

O-Flag

A-Flag

Hier: Stateless DHCPv6

Flagge zeigen …



Hier: Stateful DHCPv6

SLAAC (StateLess Address AutoConfiguration) aktivieren

- IPv6-Adresse(n) vergeben

```
Router(config-if)#ipv6 addr 2001:db8:acad:1::1/64
Router(config-if)#ipv6 addr fe80::1 link-local
Router(config-if)#no shut
```

- Konfiguration prüfen:

```
R1# show ipv6 interface G0/0/1
GigabitEthernet0/0/1 is up, line protocol is up
  IPv6 is enabled, link-local address is FE80::1
  No Virtual link-local address(es):
  Description: Link to LAN
  Global unicast address(es):
    2001:DB8:ACAD:1::1, subnet is 2001:DB8:ACAD:1::/64
  Joined group address(es):
    FF02::1
    FF02::1:FF00:1
```

Link-Lokal-Adresse

GUA + Präfix-Länge

All-Nodes MC Gruppe

SLAAC (**S**tate**L**ess **A**ddress **A**uto**C**onfiguration) **aktivieren**

- IPv6-Routing einschalten (erst dann werden RAs gesendet)

```
R1(config)# ipv6 unicast-routing
R1(config)# exit
R1#
```

- Damit tritt der Router der **IPv6 all-routers Gruppe** bei

```
R1# show ipv6 interface G0/0/1 | section Joined
  Joined group address(es):
    FF02::1
    FF02::2
    FF02::1:FF00:1
```

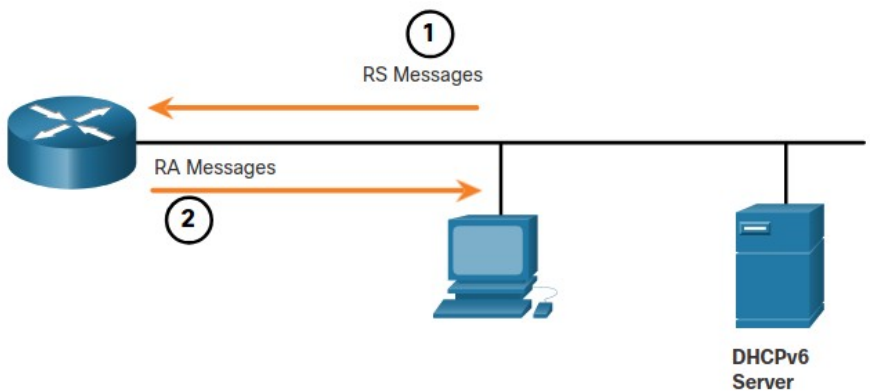
All-Nodes MC Gruppe

All-Routers MC Gruppe

- Im Standard: SLAAC aktiv (O-Flag = 0, M-Flag = 0, A-Flag = 1)

Router Solicitation-Messages

- RA-Messages werden alle 200 Sekunden versendet
  - **Absender**: Link-Lokal-Adresse des Routers
  - **Empfänger**: All-Nodes-Adresse (FF02::1)
- Dazwischen kann ein Client per RS eine RA anfordern
  - **Absender**: Link-Lokale-Adresse des Clients
  - **Empfänger**: All-Routers-Adresse (FF02::2)



Interface-ID auf dem Host generieren

- **Zwei Methoden:**
  - **Methode 1: EUI-64-Prozess** → 48-Bit Mac-Adresse nach 24 Bit aufsplitten, FFFE einfügen und siebtes Bit flippen.
    (siehe IPv6-Modul ITN)
  - **Methode 2: Randomly** generated **ID (RID)** → Zufallswert erzeugen … kann noch über **Privacy-Extensions** optimiert werden: Adressen mit beschränkter Lebensdauer.
- **Wie umgesetzt:**
  - Zentrale Geräte (Router, Server, etc.) nutzen eher Methode 1.
  - Client-Betriebssysteme nutzen eher Methode 2.
  - Methode kann vom User angepasst werden. z. B. Linux →

sysctl net.ipv6.conf.default.addr_gen_mode = 0 → EUI64
sysctl net.ipv6.conf.default.addr_gen_mode = 3 → RID
sysctl net.ipv6.conf.all.usetempaddr= 0 → Privacy Ext. Aus
sysctl net.ipv6.conf.all.usetempaddr= 2 → Privacy Ext. An

Duplicate Address Detection

- Der Host, der eine Interface-ID per RID erstellen soll, prüft mit Hilfe der **Duplicate Address Detetction (DAD)** ob die Adresse im eigenen Netz eindeutig ist.
- Hierzu schickt der Client eine **Neighbor-Solicitation-Message** an die „tentative“ (vorläufige) Adresse, die er selbst nutzen möchte.
  - Absender-Adresse: unspezifische Adresse (::)
  - Zieladresse: Solicited-Node-Multicast-Adresse der tentative-Adresse.
- Ein IPv6-Client, der diese Nachricht nicht verwirft, da dieser schon die angedachte IPv6-Adresse vorhält, antwortet mit einer **Neighbor-Advertisement-Nachricht**.
  - Absender-Adresse: seine Adresse
  - Zieladresse: All-Nodes-Multicast-Adresse ff02::1

SLAAC

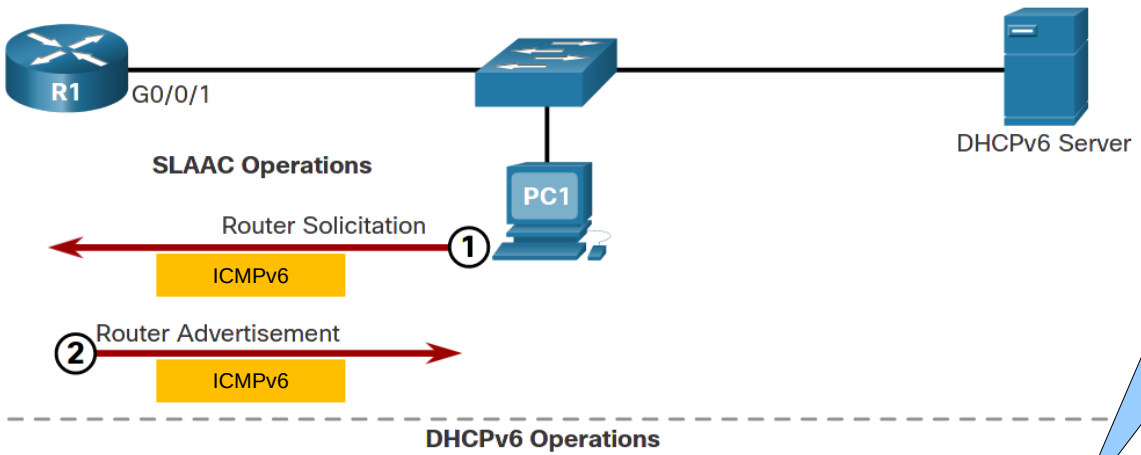
```
    22 5.660015865    ::                          ff02::1:ff3d:5b73                       ICMPv6
```

```
> Frame 22: 86 bytes on wire (688 bits), 86 bytes captured (688 bits) on interface enp0s20f0u1, id 0
> Ethernet II, Src: RealtekS_20:94:52 (00:e0:4c:20:94:52), Dst: IPv6mcast_ff:3d:5b:73 (33:33:ff:3d:5b:73)
v Internet Protocol Version 6, Src: ::, Dst: ff02::1:ff3d:5b73
    0110 .... = Version: 6
  > .... 0000 0000 .... .... .... .... .... = Traffic Class: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Not-ECT)
    .... .... .... 0000 0000 0000 0000 0000 = Flow Label: 0x00000
    Payload Length: 32
    Next Header: ICMPv6 (58)
    Hop Limit: 255
    Source: ::
    Destination: ff02::1:ff3d:5b73
v Internet Control Message Protocol v6
    Type: Neighbor Solicitation (135)
    Code: 0
    Checksum: 0xad94 [correct]
    [Checksum Status: Good]
    Reserved: 00000000
    Target Address: 2001:db8:acad:1:a239:ebbf:7e3d:5b73
```

Die letzten 24 Bits entsprechen der tentative Address

Sieht dann etwa so aus!

DHCPv6 – Abfolge:



DHCPv6 SOLICIT Message
Ziel: FF02::1:2
All-DHCPv6-Servers-Adresse

Ein oder mehrere Server reagieren mit einer "Ich bin bereit"-Message

Client fordert vom DHCPv6-Server
… per **Request** IPv6-Adresse und weitere Infos
(falls Stateful)
oder
… per **Information-Request** nur weitere Infos
(falls Stateless)

Vorsicht:
- Fehler bei **Frage 7** im Abschluss-Quiz. Korrekte Antwort wäre eigentlich: **FF02::1:2**

Stateless DHCPv6 Server konfigurieren

- IPv6-Routing aktivieren

```
R1(config)# ipv6 unicast-routing
```

- DHCPv6-Pool anlegen und konfigurieren

```
R1(config)# ipv6 dhcp pool IPV6-STATELESS
R1(config-dhcpv6)# dns-server 2001:db8:acad:1::254
R1(config-dhcpv6)# domain-name example.com
R1(config-dhcpv6)# exit
R1(config)#
```

- DHCPv6-Infos vergeben, RA modifizieren, Pool an Interface binden

```
R1(config)# interface GigabitEthernet0/0/1
R1(config-if)# ipv6 address fe80::1 link-local
R1(config-if)# ipv6 address 2001:db8:acad:1::1/64
R1(config-if)# ipv6 nd other-config-flag
R1(config-if)# ipv6 dhcp server IPV6-STATELESS
R1(config-if)# no shut
```

Stateless DHCPv6 Server konfigurieren

- IPv6-Konfiguration auf Client überprüfen:

```
C:\PC1> ipconfig /all
Windows IP Configuration
Ethernet adapter Ethernet0:
   Connection-specific DNS Suffix  . : example.com
   Description . . . . . . . . . . . : Intel(R) 82574L Gigabit Network Connection
   Physical Address. . . . . . . . . : 00-05-9A-3C-7A-00
   DHCP Enabled. . . . . . . . . . . : Yes
   Autoconfiguration Enabled . . . . : Yes
   IPv6 Address. . . . . . . . . . . : 2001:db8:acad:1:1de9:c69:73ee:ca8c (Preferred)
   Link-local IPv6 Address . . . . . : fe80::fb:1d54:839f:f595%21(Preferred)
   IPv4 Address. . . . . . . . . . . : 169.254.102.23 (Preferred)
   Subnet Mask . . . . . . . . . . . : 255.255.0.0
   Default Gateway . . . . . . . . . : fe80::1%6
   DHCPv6 IAID . . . . . . . . . . . : 318768538
   DHCPv6 Client DUID. . . . . . . . : 00-01-00-01-21-F3-76-75-54-E1-AD-DE-DA-9A
   DNS Servers . . . . . . . . . . . : 2001:db8:acad:1::254
   NetBIOS over Tcpip. . . . . . . . : Enabled
C:\PC1>
```

Stateless DHCPv6 Client konfigurieren

- IPv6-Routing aktivieren

```
R3(config)# ipv6 unicast-routing
```

- LLA erzeugen und SLAAC nutzen

```
R3(config)# interface g0/0/1
R3(config-if)# ipv6 enable
R3(config-if)# ipv6 address autoconfig
R3(config-if)# end
```

- Konfiguration auf Router prüfen

```
R3# show ipv6 interface brief
GigabitEthernet0/0/0   [up/up]
    unassigned
GigabitEthernet0/0/1   [up/up]
    FE80::2FC:BAFF:FE94:29B1
    2001:DB8:ACAD:1:2FC:BAFF:FE94:29B1
```

Stateless DHCPv6 Client konfigurieren

- DHCP-Konfiguration auf Router prüfen

```
R3# show ipv6 dhcp interface g0/0/1
GigabitEthernet0/0/1 is in client mode
  Prefix State is IDLE (0)
  Information refresh timer expires in 23:56:06
  Address State is IDLE
  List of known servers:
    Reachable via address: FE80::1
    DUID: 000300017079B3923640
    Preference: 0
    Configuration parameters:
      DNS server: 2001:DB8:ACAD:1::254
      Domain name: example.com
      Information refresh time: 0
  Prefix Rapid-Commit: disabled
  Address Rapid-Commit: disabled
R3#
```

Stateful DHCPv6 Server konfigurieren

- IPv6-Routing aktivieren

```
R1(config)# ipv6 unicast-routing
```

- DHCPv6-Pool anlegen und konfigurieren

```
R1(config)# ipv6 dhcp pool IPV6-STATEFUL
R1(config-dhcpv6)# address prefix 2001:db8:acad:1::/64
R1(config-dhcpv6)# dns-server 2001:db8:acad:1::254
R1(config-dhcpv6)# domain-name example.com
R1(config-dhcpv6)# exit
```

- IPv6-Adresse vergeben, RA modifizieren, Pool an Interface binden

```
R1(config)# interface GigabitEthernet0/0/1
R1(config-if)# ipv6 address fe80::1 link-local
R1(config-if)# ipv6 address 2001:db8:acad:1::1/64
R1(config-if)# ipv6 nd managed-config-flag
R1(config-if)# ipv6 nd prefix default no-autoconfig
R1(config-if)# ipv6 nd prefix default no-advertise
R1(config-if)# ipv6 dhcp server IPV6-STATEFUL
R1(config-if)# no shut
```

Alternative auf ISR C1900-Serie

Stateful DHCPv6 Server konfigurieren

- IPv6-Konfiguration auf Client überprüfen:

```
C:\PC1> ipconfig /all
Windows IP Configuration
Ethernet adapter Ethernet0:
   Connection-specific DNS Suffix  . : example.com
   Description . . . . . . . . . . . : IntelI 82574L Gigabit Network Connection
   Physical Address. . . . . . . . . : 00-05-9A-3C-7A-00
   DHCP Enabled. . . . . . . . . . . : Yes
   Autoconfiguration Enabled . . . . : Yes
   IPv6 Address. . . . . . . . . . . : 2001:db8:acad:1:a43c:fd28:9d79:9e42 (Preferred)
   Lease Obtained. . . . . . . . . . : Saturday, September 27, 2019, 10:45:30 AM
   Lease Expires . . . . . . . . . . : Monday, September 29, 2019 10:05:04 AM
   Link-local IPv6 Address . . . . . : fe80::192f:6fbc:9db:b749%6(Preferred)
   Autoconfiguration IPv4 Address. . : 169.254.102.73 (Preferred)
   Subnet Mask . . . . . . . . . . . : 255.255.0.0
   Default Gateway . . . . . . . . . : fe80::1%6
   DHCPv6 IAID . . . . . . . . . . . : 318768538
   DHCPv6 Client DUID. . . . . . . . : 00-01-00-01-21-F3-76-75-54-E1-AD-DE-DA-9A
   DNS Servers . . . . . . . . . . . : 2001:4860:4860::8888
   NetBIOS over Tcpip. . . . . . . . : Enabled
C:\PC1>
```

DHCPv6 Server – Einstellungen verifizieren

```
R1# show ipv6 dhcp pool
DHCPv6 pool: IPV6-STATEFUL
  Address allocation prefix: 2001:DB8:ACAD:1::/64 valid 172800 preferred 86400 (2 in
use,  0 conflicts)
  DNS server: 2001:4860:4860::8888
  Domain name: example.com
  Active clients: 2
R1#
```

DHCPv6 Server – Einstellungen verifizieren

```
R1# show ipv6 dhcp binding
Client: FE80::192F:6FBC:9DB:B749
  DUID: 0001000125148183005056B327D6
  Username : unassigned
  VRF : default
  IA NA: IA ID 0x03000C29, T1 43200, T2 69120
    Address: 2001:DB8:ACAD:1:A43C:FD28:9D79:9E42
             preferred lifetime 86400, valid lifetime 172800
             expires at Sep 27 2019 09:10 AM (171192 seconds)
Client: FE80::2FC:BAFF:FE94:29B1
  DUID: 0003000100FCBA9429B0
  Username : unassigned
  VRF : default
  IA NA: IA ID 0x00060001, T1 43200, T2 69120
    Address: 2001:DB8:ACAD:1:B4CB:25FA:3C9:747C
             preferred lifetime 86400, valid lifetime 172800
             expires at Sep 27 2019 09:29 AM (172339 seconds)
R1#
```

Stateful DHCPv6 Client konfigurieren

- IPv6-Routing aktivieren

```
R3(config)# ipv6 unicast-routing
```

- LLA erzeugen und DHCPv6 nutzen

```
R3(config)# interface g0/0/1
R3(config-if)# ipv6 enable
R3(config-if)# ipv6 address dhcp
R3(config-if)# end
```

- Konfiguration auf Router prüfen

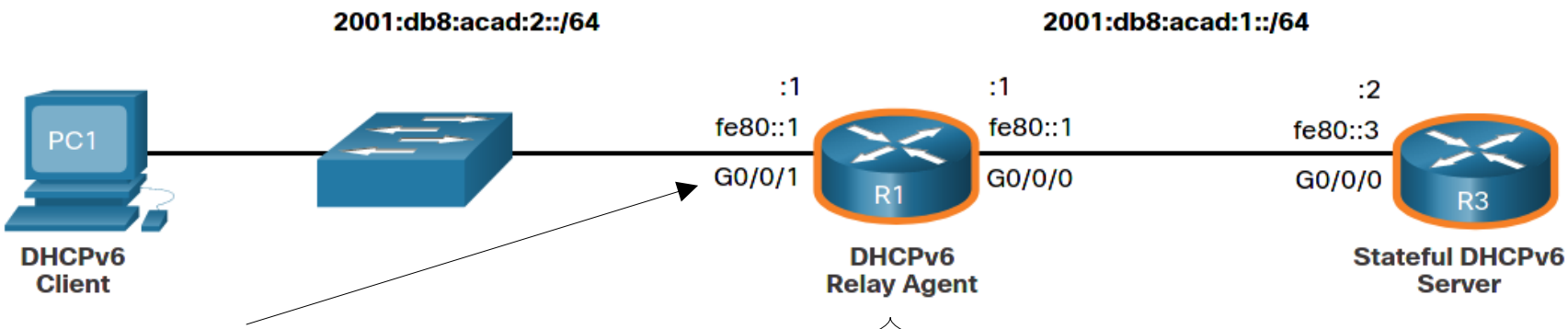
```
R3# show ipv6 interface brief
GigabitEthernet0/0/0   [up/up]
    unassigned
GigabitEthernet0/0/1   [up/up]
    FE80::2FC:BAFF:FE94:29B1
    2001:DB8:ACAD:1:B4CB:25FA:3C9:747C
```

Stateful DHCPv6 Client konfigurieren

- DHCP-Konfiguration auf Router prüfen

```
R3# show ipv6 dhcp interface g0/0/1
GigabitEthernet0/0/1 is in client mode
  Prefix State is IDLE
  Address State is OPEN
  Renew for address will be sent in 11:56:33
  List of known servers:
    Reachable via address: FE80::1
    DUID: 000300017079B3923640
    Preference: 0
    Configuration parameters:
      IA NA: IA ID 0x00060001, T1 43200, T2 69120
        Address: 2001:DB8:ACAD:1:B4CB:25FA:3C9:747C/128
                 preferred lifetime 86400, valid lifetime 172800
                 expires at Sep 29 2019 11:52 AM (172593 seconds)
      DNS server: 2001:4860:4860::8888
      Domain name: example.com
```

DHCPv6 Relay Agent




```
R1(config)# interface gigabitethernet 0/0/1
R1(config-if)# ipv6 dhcp relay destination 2001:db8:acad:1::2 G0/0/0
R1(config-if)# exit
R1(config)#
```

```
R1# show ipv6 dhcp interface
GigabitEthernet0/0/1 is in relay mode
  Relay destinations:
    2001:DB8:ACAD:1::2
    2001:DB8:ACAD:1::2 via GigabitEthernet0/0/0
R1#
```

IPv6-Adresse auf SVI an einem Catalyst 2960

- Ab Werk kann keine IPv6 Adresse auf SVI verwendet werden

```
Switch(config)#interf vlan 1
Switch(config-if)#ip?
ip
```

- Über das Switch Database management (sdm) kann das Gerät mit zusätzlichen Funktionen ausgestattet werden. Templates zur Auswahl:

```
Switch(config)#sdm prefer ?
  default             Default bias
  dual-ipv4-and-ipv6  Support both IPv4 and IPv6
  lanbase-routing     Supports both IPv4 and IPv6 Static Routing
  qos                 QoS bias
```

- Auswahl der notwendigen Funktion und anschließender Neustart

```
Switch(config)#sdm prefer dual-ipv4-and-ipv6 default
```

- IPv6-Adresse kann jetzt wie gewohnt gesetzt werden:

```
Switch(config-if)#ip?
ip  ipv6
```

Infos über akutelles Template ausgeben:
`show sdm prefer`

Nice-To-Know, Activites, Labs, PT-Übungen, etc.

Nice-To-Know

- ARP-Request unter IPv6 → Neighbor Solicitation
- ARP-Reply unter IPv6 → Neighbor Advertisement

Übungen

- 8.5.1 Lab: Configure DHCPv6
- **8.5.3 Module Quiz**

Fragen ...