



Modul 12: IPv6 Adressierung

Unterlagen für Instruktoren

Introduction to Networks v7.0



Was in diesem Modul zu erwarten ist

- Um das Lernen zu erleichtern, können folgende Funktionen innerhalb der GUI in dieses Modul aufgenommen werden:

Funktion	Beschreibung
Animationen	Den Lernenden mit neuen Fertigkeiten und Konzepten in Kontakt zu bringen.
Videos	Den Lernenden mit neuen Fertigkeiten und Konzepten in Kontakt zu bringen.
Überprüfen Sie Ihr Verständnis (C heck Y our U nderstanding)	Pro Thema Online-Quiz, um Lernenden dabei zu helfen, das Verständnis von Inhalten zu messen.
Interaktive Aktivitäten	Eine Vielzahl von Formaten, die Lernenden dabei helfen, das Verständnis von Inhalten zu ermitteln.
Syntax-Prüfer	Kleine Simulationen, die Lernenden der Cisco-Befehlszeile aussetzen, um Konfigurationsfähigkeiten zu üben.
PT-Aktivität	Simulations- und Modellierungsaktivitäten, die dazu dienen, Fähigkeiten zu erforschen, zu erwerben, zu stärken und zu erweitern.

Was in diesem Modul zu erwarten ist (Fortsetzung)

- Um das Lernen zu erleichtern, können folgende Funktionen in diesem Modul enthalten sein:

Funktion	Beschreibung
Praxisorientierte Übungen	Labs für die Arbeit mit realer Hardware.
Schulungsaktivitäten	Diese finden Sie auf der Seite Instructor Resources. Klassenaktivitäten sollen das Lernen, die Unterrichtsdiskussion und die Zusammenarbeit erleichtern.
Modulquizzes	Selbsteinschätzungen, die Konzepte und Fähigkeiten integrieren, die in der Reihe von Themen des Moduls erlernt wurden.
Modulzusammenfassung	Kurze Zusammenfassung des Modulinhalts.



Modul 12: IPv6 Adressierung

Introduction to Networks v7.0



Modulziele

Modultitel: IPv6-Adressierung

Module Ziele: Implementierung eines Schemas zur IPv6 Adressierung.

Thema	Ziel
Probleme mit IPv4	Erläutern Sie die Notwendigkeit der IPv6-Adressierung.
Schreibweise von IPv6-Adressen	Erläutern Sie, wie IPv6-Adressen dargestellt werden.
IPv6- Adressarten	Vergleichen Sie Typen von IPv6-Netzwerkadressen.
Statische Konfiguration von GUA und LLA	Erläutern Sie, wie Sie statische globale Unicast- und Link-lokale IPv6-Netzwerkadressen konfigurieren.
Dynamische Adressierung für IPv6-GUAs	Erläutern Sie, wie globale Unicastadressen dynamisch konfiguriert werden.

Modulziele (Fortsetzung)

Modultitel: IPv6-Adressierung

Module Ziele: Implementierung eines Schemas zur IPv6 Adressierung.

Thema	Ziel
Dynamische Adressierung für IPv6-LLAs	Konfigurieren Sie Link-local Adressen dynamisch.
IPv6-Multicast-Adressen	Identifizieren Sie IPv6-Adressen.
Subnetz eines IPv6-Netzwerks	Erstellen Sie ein IPv6 Adressierungsschema mit Subnetzen

12.1 IPv4 Probleme

IPv4-Fragen

Notwendigkeit von IPv6

- Der IPv4 Adressraum ist aufgebraucht. IPv6 ist der Nachfolger von IPv4. IPv6 hat einen viel größeren 128-Bit-Adressraum.
- Die Entwicklung von IPv6 beinhaltet auch Fixes für IPv4-Einschränkungen und andere Verbesserungen.
- Mit der wachsenden Internet-Bevölkerung, einem begrenzten IPv4-Adressbereich, Problemen mit NAT und einem Internet of Things (Industrie 4.0) ist die Zeit für den Umstieg auf IPv6 gekommen.



IPv4 und IPv6 Koexistenz

Sowohl IPv4 als auch IPv6 werden in naher Zukunft koexistieren, diese Übergangszeit wird mehrere Jahre dauern.

Die IETF hat verschiedene Protokolle und Tools erstellt, die den Netzwerkadministratoren helfen, ihre Netzwerke auf IPv6 umzustellen. Diese Migrationstechniken lassen sich in drei Kategorien einteilen:

- **Dual stack** -Die Geräte führen sowohl IPv4- als auch IPv6-Protokollstapel gleichzeitig aus.
- **Tunneling** – Ein Verfahren zum Transport eines IPv6-Pakets über ein IPv4-Netzwerk. Das IPv6-Paket ist in einem IPv4-Paket gekapselt .
- **Translation** - Network Address Translation 64 (NAT64) ermöglicht es IPv6-fähigen Geräten, mit IPv4-fähigen Geräten zu kommunizieren, wobei eine Übersetzungstechnik ähnlich wie NAT für IPv4 verwendet wird.

Hinweis: Tunneling und Übersetzung sind für den Übergang zu nativem IPv6 vorgesehen und sollten nur dort verwendet werden, wo es erforderlich ist. Das Ziel sollte die native IPv6-Kommunikation zwischen Quelle und Ziel sein.

12.2 IPv6 Adressdarstellung

IPv6-Adressdarstellung

IPv6-Adressformate

- IPv6-Adressen sind 128 Bit lang und werden hexadezimal dargestellt.
- Bei IPv6-Adressen wird die Groß-/Kleinschreibung nicht beachtet – sowohl Kleinschreibung als auch Großbuchstaben sind möglich.
- Das bevorzugte Format zum Schreiben einer IPv6-Adresse ist x:x:x:x:x:x:x:x, wobei jedes "x" aus vier hexadezimalen Werten besteht.
- Bei IPv6 wird ein Segment von 16 Bit oder vier hexadezimalen Zahlenwerten inoffiziell als Hextett bezeichnet.
- Beispiele für IPv6-Adressen im bevorzugten Format:

2001:0db8:0000:1111:0000:0000:0000:0200

2001:0db8:0000:00a3:abcd:0000:0000:1234

IPv6-Adressrepräsentationsregel 1 — Führende Null auslassen

Die erste Regel, die dazu beiträgt, die Schreibweise von IPv6-Adressen zu reduzieren, besteht darin, alle führenden Nullen wegzulassen.

Beispiele:

- 01ab kann als 1ab wiedergegeben werden
- 09f0 kann als 9f0 dargestellt werden
- 0a00 kann als a00 dargestellt werden
- 00ab kann als ab wiedergegeben werden

Hinweis: Diese Regel gilt nur für führende Nullen, NICHT für nachfolgende Nullen, sonst wäre die Adresse mehrdeutig.

Typ	Format
Bevorzugt	2001 : 0db8 : 0000 : 1111 : 0000 : 0000 : 0200
Keine führenden Nullen	2001 : db8 : 0 : 1111 : 0 : 0 : 0 : 200

Darstellungsregel 2 für IPv6-Adressen — Doppelpunkt

Zwei Doppelpunkte (::) können jede einzelne oder zusammenhängende Zeichenfolge eines oder mehrerer 16-Bit-Hextets ersetzen, die ausschließlich aus Nullen bestehen.

Beispiel:

- 2001:db8:cafe:1:0:0:0:1 (führende Nullen weggelassen) könnte als 2001:db8:cafe:1 dargestellt werden

Hinweis: Zwei Doppelpunkte (::) können nur einmal pro Adresse vorkommen, ansonsten ist die Adresse nicht mehr rückführbar.

Typ	Format
Bevorzugt	2001 : 0db8 : 0000 : 1111 : 0000 : 0000 : 0000 : 0200
Komprimiert	2001:db 8:0:1111:: 200

12.3 IPv6-Adresstypen

IPv6 Adresstypen

Unicast, Multicast, Anycast

Es gibt drei große Kategorien von IPv6-Adressen:

- **Unicast** – Unicast identifiziert eine Schnittstelle auf einem IPv6-fähigen Gerät eindeutig.
- **Multicast** – Multicast wird verwendet, um ein einzelnes IPv6-Paket an mehrere Ziele zu senden.
- **Anycast** – Dies ist eine beliebige IPv6-Unicast-Adresse, die mehreren Geräten zugewiesen werden kann. Ein Paket, das an eine Anycast-Adresse gesendet wird, wird zum nächsten Gerät mit dieser Adresse weitergeleitet.

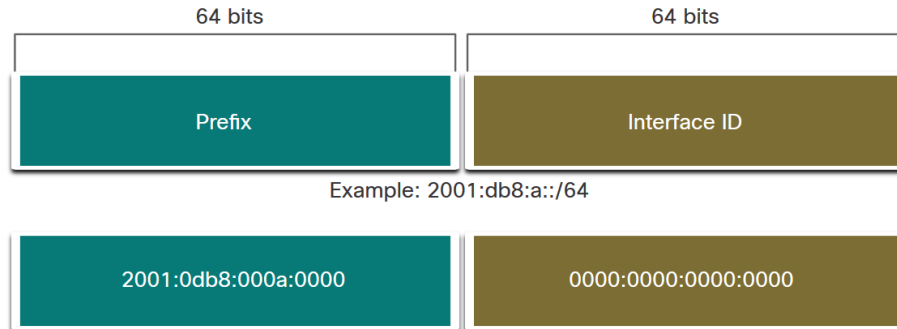
Note: Anders als bei IPv4, verwendet IPv6 keine Broadcast Adressen. Allerdings gibt es eine IPv6-All-Nodes Multicast-Adresse, die im Wesentlichen das gleiche Ergebnis liefert.

IPv6-Adresstypen

IPv6-Präfix-Länge

Die Präfixlänge wird in Schrägstrich dargestellt und wird verwendet, um den Netzwerkteil einer IPv6-Adresse anzugeben.

Die IPv6-Präfixlänge kann zwischen 0 und 128 liegen. Die empfohlene IPv6-Präfixlänge für LANs und die meisten anderen Arten von Netzwerken ist /64.

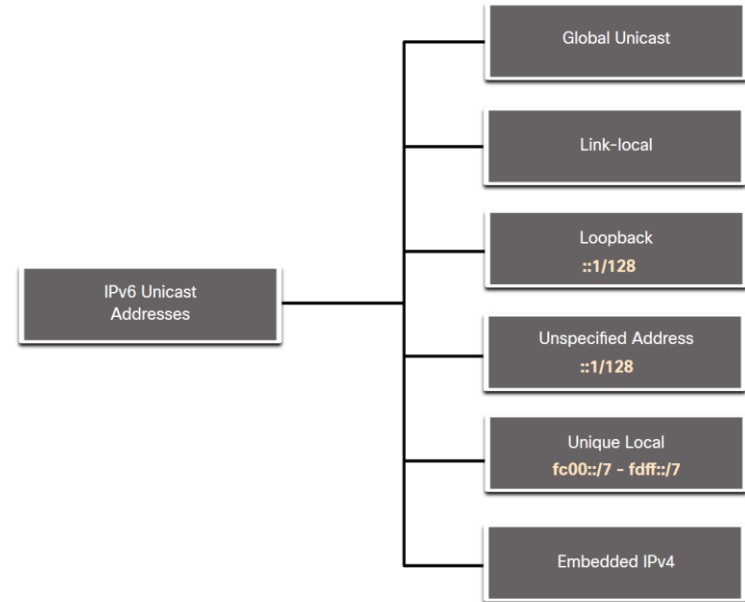


Hinweis: Es wird dringend empfohlen, eine 64-Bit-Schnittstellen-ID für die meisten Netzwerke zu verwenden. Dies liegt daran, dass Stateless Address Autoconfiguration (SLAAC) 64 Bit für die Schnittstellen-ID verwendet. Es erleichtert auch das Erstellen und Verwalten von Subnetting.

IPv6-Adresstypen von IPv6-Unicastadressen

Im Gegensatz zu IPv4-Geräten, die nur eine einzige Adresse haben, haben IPv6-Adressen in der Regel zwei Unicastadressen:

- **Global Unicast Address (GUA)** – Diese ist mit der IPv4 Adresse vergleichbar. Hierbei handelt es sich um global eindeutige Internetadressen, die routingfähig sind.
- **Link-Local-Adressen (LLA)** - erforderlich für jedes IPv6-fähiges Geräte und verwendet, um mit anderen Geräten auf dem gleichen lokalen Link (Netzsegment) zu kommunizieren. LLAs sind nicht routingfähig und sind auf einen einzigen Link beschränkt.



Ein Hinweis zur eindeutigen lokalen Adresse

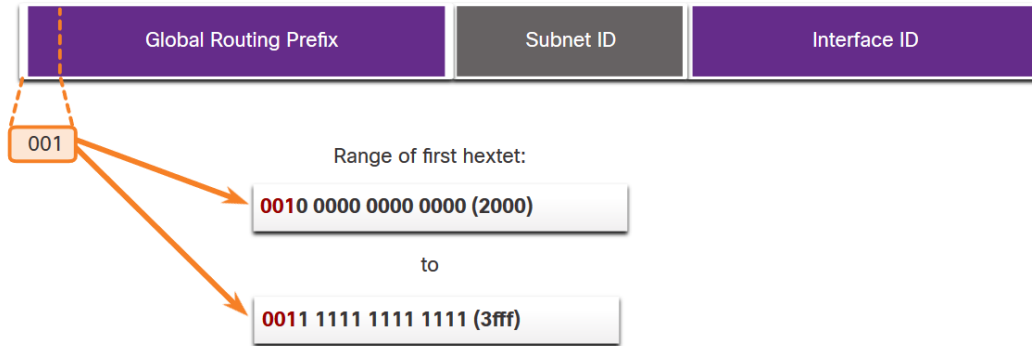
Die eindeutigen lokalen IPv6-Adressen (Bereich fc00::/7 bis fdff::/7) haben eine gewisse Ähnlichkeit mit den privaten RFC 1918-Adressen für IPv4, aber es gibt erhebliche Unterschiede:

- Unique-Local-Adressen werden für eine lokale Adressierung innerhalb einer Website oder zwischen einer begrenzten Anzahl von Websites verwendet.
- Eindeutige lokale Adressen können für Geräte verwendet werden, die niemals auf ein anderes Netzwerk zugreifen müssen.
- Eindeutige lokale Adressen werden nicht global weitergeleitet oder in eine globale IPv6-Adresse übersetzt.

Hinweis: Viele Websites nutzen den privaten Charakter der RFC 1918-Adressen, um zu versuchen, ihr Netzwerk vor potenziellen Sicherheitsrisiken zu schützen oder zu verbergen. Dies war nie die beabsichtigte Verwendung von ULAs.

Globale IPv6-Unicast-Adressen (GUA) sind weltweit eindeutig und im IPv6-Internet routungsfähig.

- Derzeit werden nur GUAs mit den ersten drei Bits von 001 oder 2000::- Derzeit verfügbare GUAs beginnen mit einer Dezimalzahl 2 oder 3 (Dies ist nur 1/8 des gesamten verfügbaren IPv6-Adressraums).



IPv6-Adresstypen

IPv6-GUA-Struktur

Global Routing Prefix:

- Das globale Routing-Präfix ist das Präfix bzw. der Netzwerkteil der Adresse und wird dem Kunden oder der Website durch den Anbieter, z. B. den ISP, zugewiesen. Das globale Routing-Präfix variiert je nach ISP-Richtlinien.

Subnetz-ID :

- Das Feld Subnetz-ID ist der Bereich zwischen dem globalen Routing-Präfix und der Schnittstellen-ID. Die Subnet-ID wird von einer Organisation verwendet, um ein Subnetz innerhalb ihrer Webseite zu kennzeichnen.

Schnittstellen-ID:

- Die IPv6-Schnittstellen-ID entspricht dem Host-Teil einer IPv4-Adresse. Es wird dringend empfohlen, in den meisten Fällen /64-Subnetze zu verwenden, wodurch eine 64-Bit-Schnittstellen-ID erstellt wird.

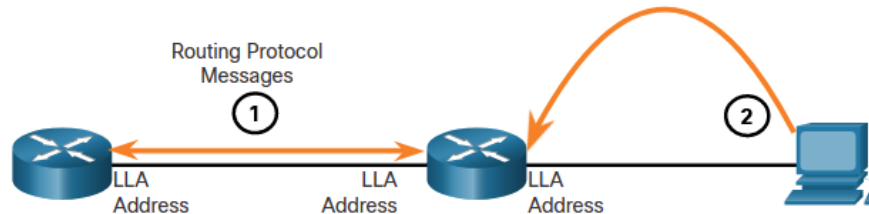
Hinweis: IPv6 erlaubt es, einem Gerät die all-zero und all-one Host-Adressen zuzuweisen. Die nur aus Nullen bestehende Adresse ist als Anycast-Adresse für Subnetz-Router reserviert und sollte nur Routern zugewiesen werden.

IPv6-Adresstypen

IPv6 LLA

Durch eine IPv6-Link-Local-Adresse kann ein Gerät mit anderen IPv6-fähigen Geräten auf dem gleichen Link und nur auf diesem Link (Subnetz) kommunizieren.

- Pakete mit Quell- oder Ziel-LLA können nicht weitergeleitet werden.
- Jede IPv6-fähige Netzwerkschnittstelle muss über eine LLA verfügen.
- Wenn ein LLA nicht manuell auf einer Schnittstelle konfiguriert ist, erstellt das Gerät automatisch eine.
- IPv6-LLAs befinden sich im Bereich fe80: :/10.



1. Routers use the LLA of neighbor routers to send routing updates.
2. Hosts use the LLA of a local router as the default-gateway.

12.4 Statische Konfiguration von GUA und LLA

Statische GUA Konfiguration auf einem Router

Die meisten Befehle zur Konfiguration und Überprüfung von IPv6 auf Cisco IOS sind den Befehlen der IPv4 Konfiguration ähnlich. In vielen Fällen muss lediglich **ipv6** an Stelle von **ip** bei den Befehlen verwendet werden.

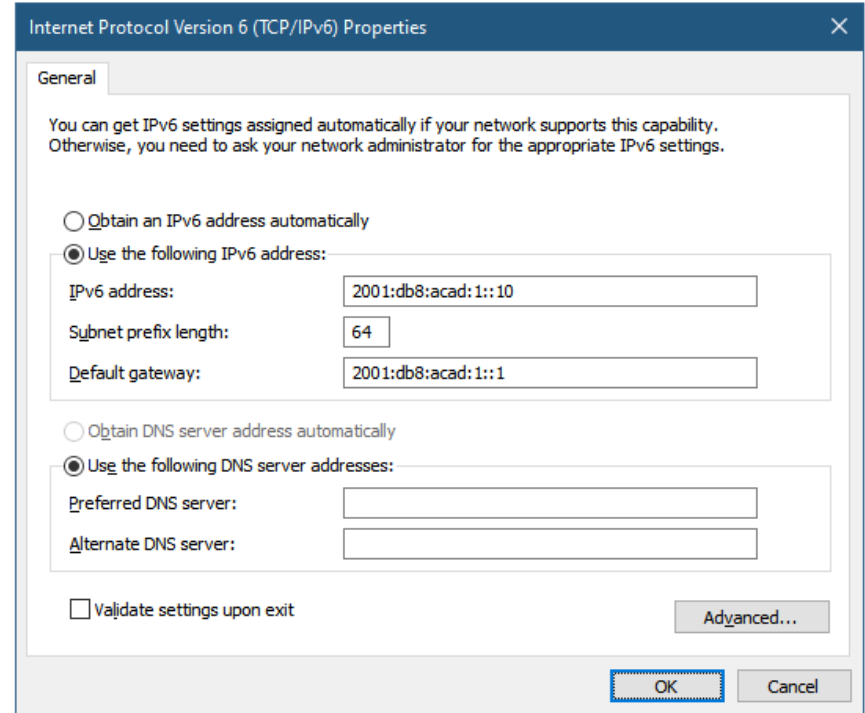
- Der Befehl zur Konfiguration einer IPv6-GUA auf einer Schnittstelle lautet: **ipv6 address** *ipv6-address/prefix-length*.
- Das Beispiel zeigt Befehle zum Konfigurieren einer GUA auf der G0/0/0-Schnittstelle auf R1:

```
R1(config)# interface gigabitethernet 0/0/0
R1(config-if)# ipv6 address 2001:db8:acad:1::1/64
R1(config-if)# no shutdown
R1(config-if)# exit
```

statische GUA Konfiguration auf einem Windows-Host

- Die manuelle Konfiguration der IPv6-Adresse auf einem Host ist ähnlich wie die Konfiguration einer IPv4-Adresse.
- Die GUA oder LLA der Router-Schnittstelle kann als Standard-Gateway verwendet werden. Best Practice ist die Verwendung der LLA.

Hinweis: Wenn DHCPv6 oder SLAAC verwendet wird, wird die LLA des Routers automatisch als Standard-Gateway-Adresse festgelegt.



Statische GUA Konfiguration einer Link-Local Unicast Adresse

Bei der manuellen Konfiguration einer Link-Local-Adresse besteht der Vorteil, eine Adresse so zu erstellen, dass diese leicht zu erkennen und zu merken ist.

- LLAs können manuell mit dem Befehl **ipv6address** *ipv6-link-local-address* **link-local** konfiguriert werden.
- Das Beispiel zeigt Befehle zum Konfigurieren eines LLA auf der Schnittstelle G0/0/0 an R1

```
R1(config)# interface gigabitethernet 0/0/0
R1 (config-if) # IPv6-Adresse fe80:: 1:1 link-local
R1(config-if)# no shutdown
R1(config-if)# exit
```

Hinweis: Das gleiche LLA kann für jeden Link konfiguriert werden, solange es auf diesem Link eindeutig ist. Meist wird auf jeder Schnittstelle des Routers eine andere LLA erstellt, um die Identifizierung des Routers und der spezifischen Schnittstelle zu erleichtern.

12.5 Dynamische Adressierung für IPv6-GUAs

Dynamische Adressierung für IPv6

GUAs RS- und RA-Nachrichten

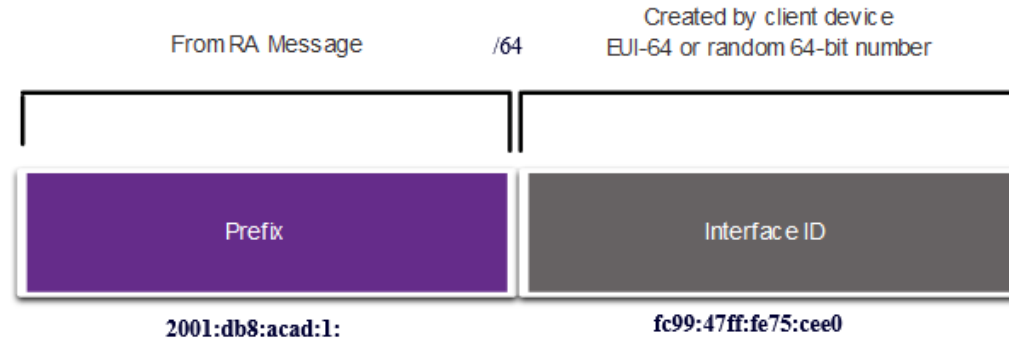
Geräte erhalten GUA-Adressen dynamisch über ICMPv6-Nachrichten (Internet Control Message Protocol Version 6).

- Routeranforderungsnachrichten (RS) werden von Hostgeräten gesendet, um IPv6-Router zu erkennen
- Router-Advertisement (RA) -Nachrichten werden von Routern gesendet, um Hosts darüber zu informieren, wie eine IPv6-GUA abgerufen werden kann und nützliche Netzwerkinformationen wie:
 - Netzwerkpräfix und Präfixlänge
 - Standard Gateway Adresse
 - DNS-Adressen und Domänenname
- Per RA können drei Methoden zur Konfiguration einer IPv6-GUA verwendet werden:
 - SLAAC
 - SLAAC mit stateless DHCPv6 Server

Dynamische Adressierung für IPv6 GUAs

Methode 1: SLAAC

- SLAAC ermöglicht es einem Gerät, eine GUA ohne die Dienste von DHCPv6 zu konfigurieren.
- Geräte erhalten die erforderlichen Informationen zum Konfigurieren einer GUA aus den ICMPv6-RA-Nachrichten des lokalen Routers.
- Das Präfix wird vom RA bereitgestellt und das Gerät verwendet entweder die EUI-64- oder die Zufallserstellungsmethode per Privacy Extension, um eine Schnittstellen-ID zu erstellen

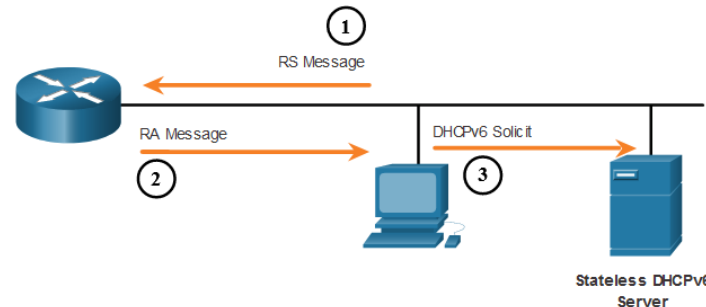


Methode 2: SLAAC und stateless DHCP

Ein RA kann ein Gerät anweisen, sowohl SLAAC als auch stateless DHCPv6 zu verwenden.

Die RA-Messung beinhaltet folgende Information für alle lokal vernetzten Geräte:

- SLAAC erstellt eine eigene IPv6-GUA
- Die Router LLA, welche die RA Quell-IPv6-Adresse für die Standard Gateway Adresse ist.
- Ein stateless DHCPv6-Server, um andere Informationen wie eine DNS-Server-Adresse und einen Domännennamen zu erhalten



Dynamische Adressierung für IPv6 GUAs

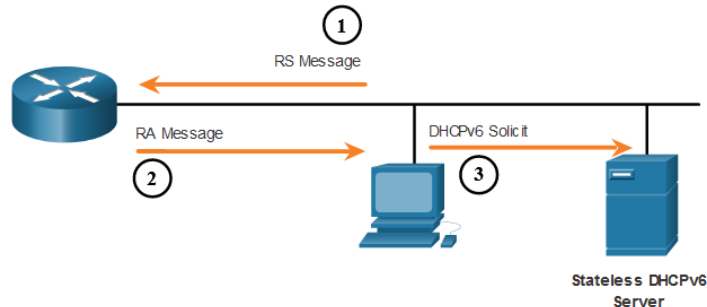
Methode 3: Stateful DHCPv6

Ein RA kann ein Gerät anweisen, nur statusbehaftete DHCPv6 zu verwenden.

Stateful DHCPv6 ähnelt DHCP für IPv4. Ein Gerät kann automatisch eine GUA, Präfixlänge und die Adressen von DNS-Servern von einem statusbehafteten DHCPv6-Server empfangen.

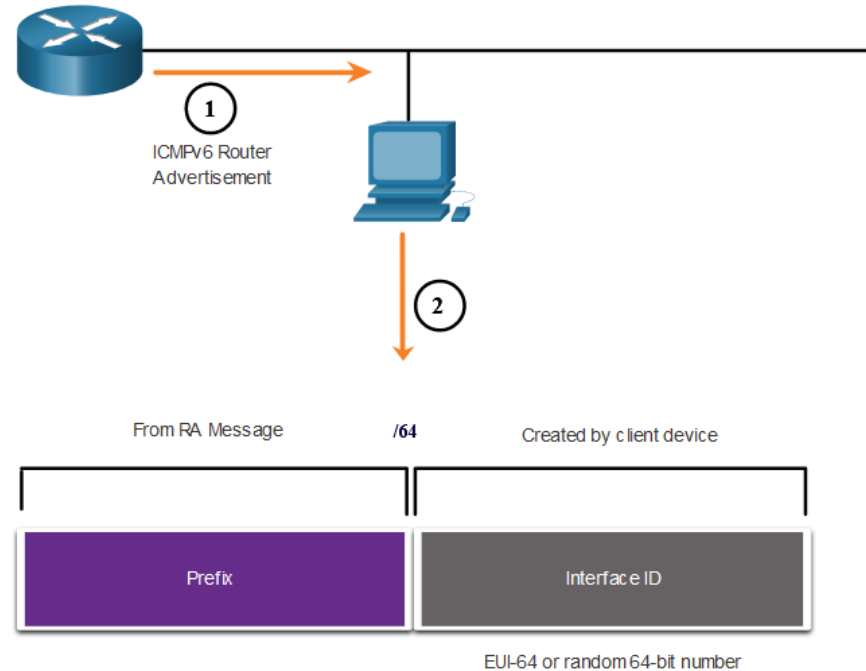
Die RA-Message beinhaltet folgende Information für alle lokal vernetzten Geräte:

- Die Router LLA, welche die RA Quell-IPv6-Adresse für die Standard Gateway Adresse ist.
- Ein stateful DHCPv6 Server, um einen GUA, eine DNS-Serveradresse, einen Domännennamen und andere notwendige Informationen zu erhalten



EUI-64-Prozess im Vergleich zu zufällig generierten Adressen

- Wenn die RA-Nachricht entweder SLAAC oder SLAAC mit stateless DHCPv6 ist, muss der Client seine eigene Schnittstellen-ID generieren.
- Die Schnittstellen-ID kann mit dem EUI-64-Prozess oder einer zufällig generierten 64-Bit-Nummer erstellt werden.



Dynamische Adressierung für IPv6 GUAs

EUI-64-Prozess

Das IEEE hat den Extended Unique Identifier (EUI) oder den modifizierten EUI-64-Prozess definiert, der Folgendes ausführt:

- Ein 16-Bit-Wert von fffe (hexadezimal) wird in die Mitte der 48-Bit-Ethernet-MAC-Adresse des Clients eingefügt.
- Das⁷ Bit der Client-MAC-Adresse wird gedreht.
- Beispiel:

48-Bit-MAC	fc:99:47:75:ce:e0
EUI-64 Interface ID	fe:99:47:ff:fe:75:ce:e0

Dynamische Adressierung für zufällig generierte IPv6-GUAs Schnittstellen-IDs

Abhängig vom Betriebssystem kann ein Gerät eine zufällig generierte Schnittstellen-ID verwenden, anstatt die MAC-Adresse und den EUI-64-Prozess.

Beginnend mit Windows Vista verwendet Windows eine zufällig generierte Schnittstellen-ID anstelle einer mit EUI-64 erstellten Schnittstellen-ID.

```
C:\> ipconfig
Windows IP Konfiguration
Lokale Verbiindung am Ethernet Adapter:
Verbindungsspezifisches DNS Suffix. :
IPv6 Address. . . . . : 2001:db8:acad:1:50a5:8a35:a5bb:66e1
Link-local IPv6 Address . . . . . : fe80::50a5:8a35:a5bb:66e1
Default Gateway . . . . . : fe80::1
C:\>
```

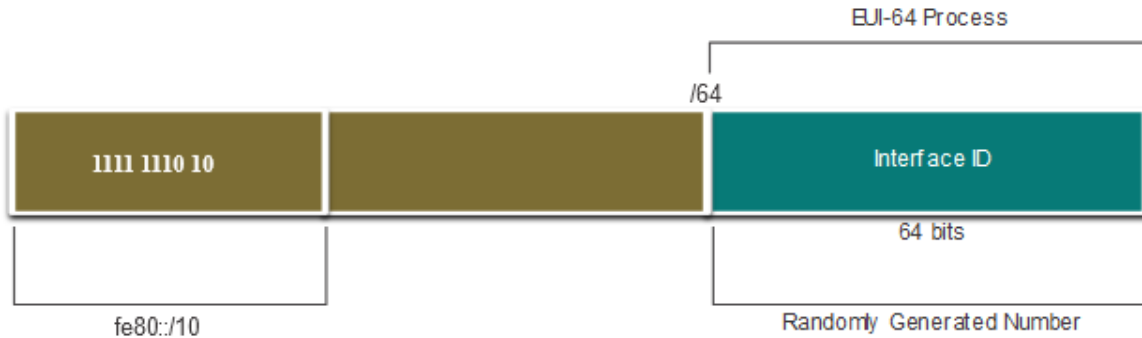
Hinweis: Um die Eindeutigkeit jeder IPv6-Unicast-Adresse zu gewährleisten, kann der Client einen Prozess verwenden, der als Duplicate Address Detection (DAD) bekannt ist. Dies ähnelt einer ARP-Anfrage nach der eigenen Adresse. Wenn es keine Antwort gibt, ist die Adresse eindeutig.

12.6 Dynamische Adressierung für IPv6-LLAs

Dynamische Adressierung für IPv6-LLAs

Dynamische LLAs

- Alle IPv6-Schnittstellen müssen über eine IPv6-LLA verfügen.
- Wie IPv6-GUAs können LLAs dynamisch konfiguriert werden.
- Die Abbildung zeigt, dass die LLA dynamisch mit dem Präfix fe80:: /10 und der Schnittstellen-ID mit dem EUI-64 erstellt wird. -Prozessoder eine zufällig generierte 64-Bit-Nummer.



Dynamische Adressierung für IPv6-LLAs

Dynamische LLAs unter Windows

Betriebssysteme wie Windows verwenden in der Regel dieselbe Methode sowohl für eine von SLAAC erstellte GUA als auch für eine dynamisch zugewiesene LLA.

Per EUI-64 generierte Schnittstellen-ID:

```
C:\> ipconfig
Windows IP Konfiguration
Lokale Verbindung am Ethernet Adapter:
Verbindungsspezifisches DNS Suffix. :
IPv6 Address. . . . . : 2001:db8:acad:1:fc99:47ff:fe75:cee0
Link-local IPv6 Address . . . . . : fe80::fc99:47ff:fe75:cee0
Default Gateway . . . . . : fe80::1
C:\>
```

Zufällig generierte 64-bit Interface-ID:

```
C:\> ipconfig
Windows IP Konfiguration
Lokale Verbindung am Ethernet Adapter:
Verbindungsspezifisches DNS Suffix. :
IPv6 Address. . . . . : 2001:db8:acad:1:50a5:8a35:a5bb:66e1
Link-local IPv6 Address . . . . . : fe80::50a5:8a35:a5bb:66e1
Default Gateway . . . . . : fe80::1
C:\>
```

Dynamische Adressierung für IPv6 LLAs

Dynamische LLAs auf Cisco Routern

Cisco Router erstellen automatisch eine IPv6 LLA, wenn eine GUA der Schnittstelle zugewiesen wird. Standardmäßig verwenden Cisco IOS-Router EUI-64, um die Schnittstellen-ID für alle LLAs auf IPv6-Schnittstellen.

Hier ist ein Beispiel für eine dynamisch konfigurierte LLA auf der G0/0/0-Schnittstelle von R1:

```
R1# show interface gigabitEthernet 0/0/0
GigabitEthernet0/0/0 is up, line protocol is up
Hardware is ISR4221-2x1GE, address is 7079.b392.3640 (bia 7079.b392.3640)
(Output omitted)
R1# show ipv6 interface brief
GigabitEthernet0/0/0 [up/up]
FE80::7279:B3FF:FE92:3640
2001:DB8:ACAD:1::1
```

Überprüfen der IPv6-Adresskonfiguration

Cisco Router erstellen automatisch eine IPv6 LLA, wenn eine GUA der Schnittstelle zugewiesen wird. Standardmäßig verwenden Cisco IOS-Router EUI-64, um die Schnittstellen-ID für alle LLAs auf IPv6-Schnittstellen.

Hier ist ein Beispiel für eine dynamisch konfigurierte LLA auf der G0/0/0-Schnittstelle von R1:

```
R1# show interface gigabitEthernet 0/0/0
GigabitEthernet0/0/0 is up, line protocol is up
Hardware is ISR4221-2x1GE, address is 7079.b392.3640 (bia 7079.b392.3640)
(Output omitted)
R1# show ipv6 interface brief
GigabitEthernet0/0/0 [up/up]
FE80::7279:B3FF:FE92:3640
2001:DB8:ACAD:1::1
```

Paket-Tracer — Konfigurieren der IPv6-Adressierung

In dieser Paket-Tracer-Übung werden Sie Folgendes tun:

- Konfigurieren der IPv6-Adressierung auf dem Router
- Konfigurieren der IPv6-Adressierung auf dem Server
- Konfigurieren der IPv6-Adressierung an den Clients
- Testen und Überprüfen der Netzwerkkonnektivität

12.7 IPv6-Multicastadressen

IPv6-Multicastadressen

Zugewiesene IPv6-Multicastadressen

IPv6-Multicastadressen haben das Präfix ff00::/8. Es gibt zwei Arten von IPv6-Multicast-Adressen:

- Well-Known Multicastadressen
- Solicited node Multicastadressen

Hinweis: Multicast-Adressen können nur Ziel- und nicht Quelladressen sein.

Well-Known IPv6-Multicastadressen

Bekannte IPv6-Multicastadressen werden zugewiesen und sind für vordefinierte Gerätegruppen reserviert.

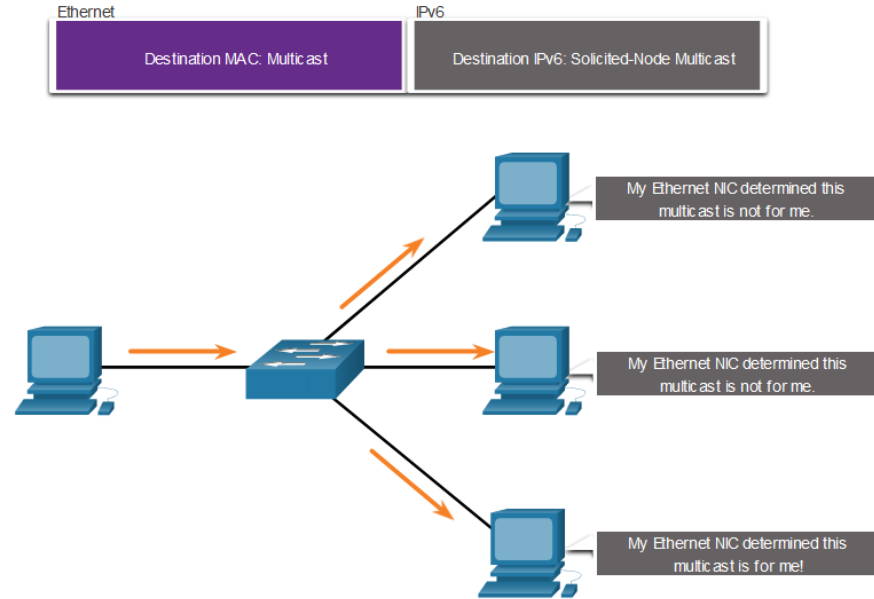
Es gibt zwei allgemeine IPv6 zugewiesene Multicastgruppen:

- **ff02::1 All-nodes Multicast Gruppe** - Dies ist eine Multicast Gruppe, die alle Geräte mit aktivem IPv6 erreicht. Ein an diese Gruppe gesendetes Paket wird von allen IPv6-Schnittstellen des Links oder Netzwerks empfangen und verarbeitet.
- **ff02::2 All-routers Multicast Gruppe** - Dies ist eine Multicast Gruppe, die alle IPv6 Router erreicht. Ein Router wird Mitglied dieser Gruppe, indem der Befehl **ipv6 unicast-routing** im Global Configuration Mode ausgeführt wird.

IPv6 Multicast Adressen

Solicited-Node IPv6 Multicast

- Eine Solicited-Node-Multicast-Adresse ist der All-Nodes-Multicast-Adresse ähnlich.
- Eine Solicited-Node-Multicast-Adresse wird einer speziellen Ethernet-Multicast-Adresse zugeordnet.
- Die Ethernet-NIC kann den Frame durch Prüfen der Ziel-MAC-Adresse filtern, ohne sie an den IPv6-Prozess zu senden, um festzustellen, ob das Gerät das vorgesehene Ziel des IPv6-Pakets ist.



Labor — Identifizieren von IPv6-Adressen

Mit dieser Übung können Sie die folgenden Lernziele erreichen:

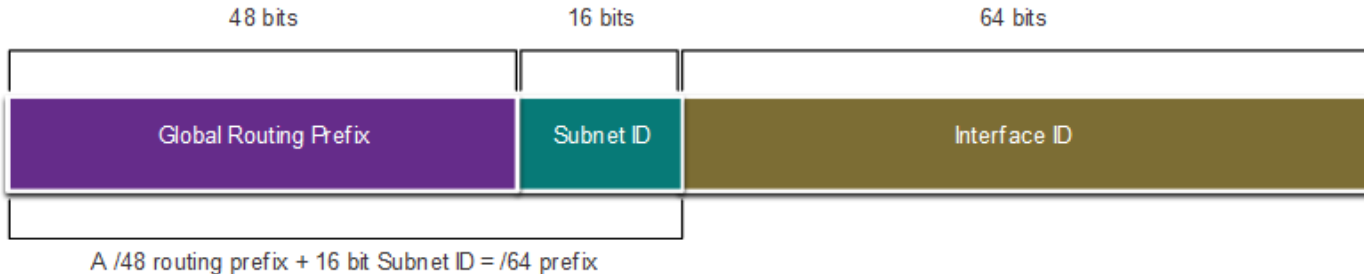
- Identifizieren der verschiedenen Arten von IPv6-Adressen
- Untersuchen der IPv6-Netzwerkschnittstelle und -adresse eines Hosts
- Verkürzen von IPv6-Adressen

12.8 Subnetting in IPv6-Netzwerken

Subnetten unter Verwendung der Subnetz-ID

IPv6 wurde unter Berücksichtigung von Subnetting entwickelt.

- Ein separates Subnetz-ID-Feld in der IPv6-GUA wird zum Erstellen von Subnetzen verwendet.
- Das Feld Subnetz-ID ist der Bereich zwischen dem globalen Routing-Präfix und der Schnittstellen-ID.



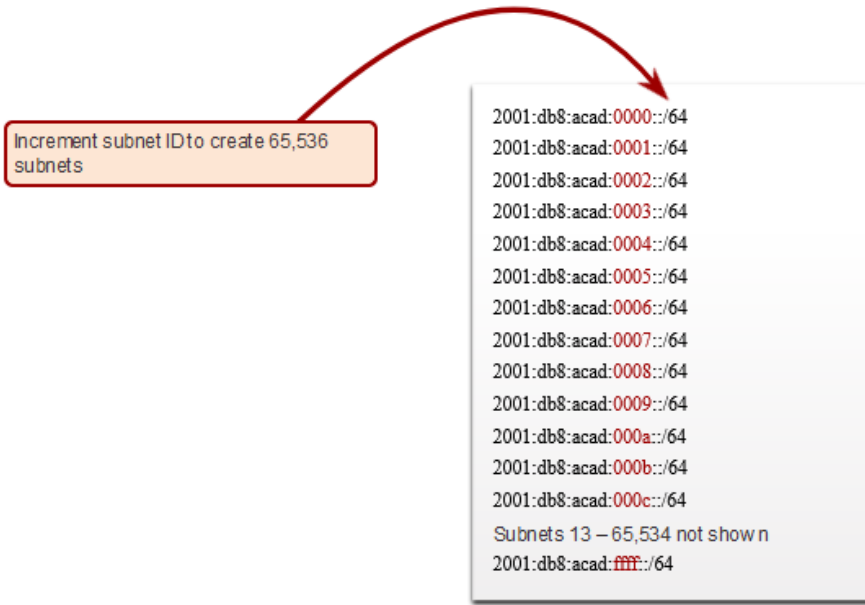
Beispiel für ein IPv6-Netzwerk

IPv6-Subnetting

Gegeben ist das Global Routing-Präfix 2001:db8:acad: :/48 mit einer 16-Bit-Subnetz-ID.

- Erlaubt 65.536 /64 Subnetze
- Das globale Routing-Präfix ist für alle Subnetze identisch.
- Nur das Subnetz-ID-Hextett wird für jedes Subnetz hexadezimal inkrementiert.

Increment subnet ID to create 65,536 subnets



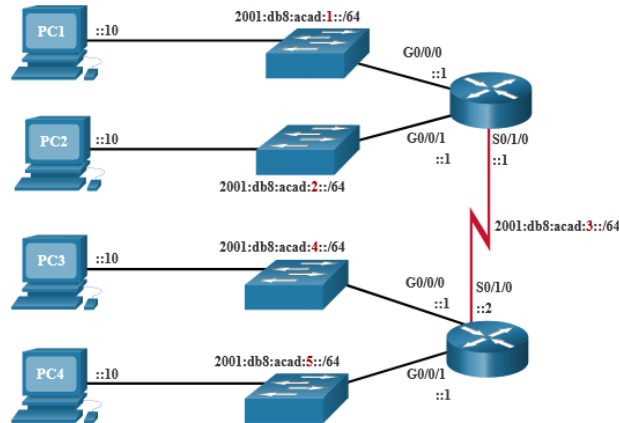
```
2001:db8:acad:0000::/64
2001:db8:acad:0001::/64
2001:db8:acad:0002::/64
2001:db8:acad:0003::/64
2001:db8:acad:0004::/64
2001:db8:acad:0005::/64
2001:db8:acad:0006::/64
2001:db8:acad:0007::/64
2001:db8:acad:0008::/64
2001:db8:acad:0009::/64
2001:db8:acad:000a::/64
2001:db8:acad:000b::/64
2001:db8:acad:000c::/64
Subnets 13 – 65,534 not shown
2001:db8:acad:fff::/64
```

Subnetting eines IPv6-Netzwerks

Zuweisung von IPv6-Subnetzen

Die Beispieltopologie erfordert fünf Subnetze, eines für jedes LAN sowie für die serielle Verbindung zwischen R1 und R2.

Die fünf IPv6-Subnetze wurden mit dem Teilnetz-ID-Feld 0001 bis 0005 zugewiesen. Jedes /64-Subnetz stellt mehr Adressen bereit, als jemals benötigt werden.



5 subnets allocated from 65,536 available subnets

Address Block 2001:0db8:acad::/48

2001:db8:acad:0000::/64
2001:db8:acad:0001::/64
2001:db8:acad:0002::/64
2001:db8:acad:0003::/64
2001:db8:acad:0004::/64
2001:db8:acad:0005::/64
2001:db8:acad:0006::/64
2001:db8:acad:0007::/64
2001:db8:acad:0008::/64

2001:db8:acad:ffff::/64

Subnetting eines IPv6-Netzwerks

Router konfiguriert mit IPv6-Subnetzen

Das Beispiel zeigt, dass jede der Routerschnittstellen auf R1 so konfiguriert wurde, dass sie sich jeweils in einem anderen IPv6 Subnetz befinden.

```
R1(config)# interface gigabitethernet 0/0/0
R1(config-if)# ipv6 address 2001:db8:acad:1::1/64
R1(config-if)# no shutdown
R1(config-if)# exit
R1(config)# interface gigabitethernet 0/0/1
R1 (config-if) # IPv6-Adresse 2001:db8:acad:2: :1/64
R1(config-if)# no shutdown
R1(config-if)# exit
R1(config)# interface serial 0/1/0
R1 (config-if) # IPv6-Adresse 2001:db8:acad:3: :1/64
R1(config-if)# no shutdown
```

2.9 Praxis-Modul und Quiz

Packet Tracer - Implementieren eines gesubnetzten IPv6 Adressierungsschemas

In dieser Paket-Tracer-Übung werden Sie Folgendes tun:

- Bestimmen von IPv6-Subnetzen und Adressierungsschemas
- Konfigurieren der IPv6-Adressierung auf Routern und PCs
- Überprüfen der IPv6-Konnektivität

Lab – Konfigurieren von IPv6-Adressen auf Netzwerkgeräten

Mit dieser Übung können Sie die folgenden Lernziele erreichen:

- Einrichten der Topologie und Konfigurieren der grundlegenden Router- und Switch-Einstellungen
- manuelle Konfiguration von IPv6 Adressen
- Überprüfen der End-to-End-Konnektivität

Was habe ich in diesem Modul gelernt?

- IPv4 hat ein theoretisches Maximum von 4,3 Milliarden Adressen.
- Die IETF hat verschiedene Protokolle und Tools erstellt, die den Netzwerkadministratoren helfen, ihre Netzwerke auf IPv6 umzustellen. Die Migrationstechniken lassen sich in drei Kategorien einteilen: Dual Stack, Tunneling und Translation.
- IPv6-Adressen sind 128 Bit lang und als eine Folge von hexadezimalen Zahlenwerten geschrieben.
- Das bevorzugte Format zum Schreiben einer IPv6-Adresse ist x:x:x:x:x:x:x:x, wobei jedes "x" aus vier hexadezimalen Werten besteht.
- Es gibt drei Arten von IPv6-Adressen: Unicast-, Multicast- und Anycast.
- Eine IPv6-Unicast-Adresse identifiziert eindeutig eine Schnittstelle eines IPv6-fähigen Geräts.
- Globale IPv6-Unicast-Adressen (GUA) sind weltweit eindeutig und im IPv6-Internet routingfähig.
- Durch eine IPv6-Link-Local-Adresse kann ein Gerät mit anderen IPv6-fähigen Geräten auf dem gleichen Link und nur auf diesem Link (Subnetz) kommunizieren.
- Der Befehl zur Konfiguration eines IPv6-GUA auf einer Schnittstelle lautet **ipv6 address ipv6-address/prefix-length**.
- Ein Gerät erhält eine GUA dynamisch über ICMPv6-Nachrichten. IPv6-Router senden periodisch (alle 200 Sekunden) ICMPv6 Router Advertisement(RA)-Nachrichten an alle IPv6-fähigen Geräte im Netzwerk.

Was habe ich in diesem Modul gelernt? (Forts.)

- RA-Nachrichten verwenden drei unterschiedliche Methoden: SLAAC, SLAAC mit einem stateless DHCPv6-Server und stateful DHCPv6 (kein SLAAC).
- Die Schnittstellen-ID kann mit dem EUI-64-Prozess oder einer zufällig generierten 64-Bit-Nummer erstellt werden.
- Der EUI-Prozess verwendet die 48-Bit-Ethernet-MAC-Adresse des Clients und fügt weitere 16 Bit in die Mitte der MAC-Adresse ein, um eine 64-Bit-Schnittstellen-ID zu erstellen.
- Je nach Betriebssystem kann ein Gerät eine zufällig generierte Schnittstellen-ID verwenden (Privacy Extension).
- Alle IPv6-Geräte müssen über eine IPv6-LLA verfügen. Ein LLA kann manuell konfiguriert oder dynamisch erstellt werden.
- Cisco Router erstellen automatisch eine IPv6 LLA, wenn eine GUA der Schnittstelle zugewiesen wird.
- Es gibt zwei Arten von IPv6-Multicastadressen: Well-known Multicastadressen und solicited node Multicastadressen.
- Zwei CommonIPv6 zugewiesene Multicastgruppen sind: ff02::1 All-Knoten Multicastgruppe und ff02::2 All-Router-Multicastgruppe.
- Eine Solicited-Node-Multicast-Adresse ist der All-Nodes-Multicast-Adresse ähnlich. Eine Solicited-Node-Multicast-Adresse hat den Vorteil, dass sie einer speziellen Ethernet-Multicast-Adresse zugeordnet ist.
- IPv6 wurde unter Berücksichtigung von Subnetting entwickelt. Ein separates Subnetz-ID-Feld in der IPv6-GUA wird zum Erstellen von Subnetzen verwendet.

