



ROUTE 128

IPv6-only im LAN

Admin-Stammtisch, 02. April 2026

Erfahrung aus Projekten – IPv6 heute

- IPv6 wird weiter nur schleppend umgesetzt
- Es braucht Strategien für drei Bereiche
 - Network Core
 - Datacenter
 - Office

IPv6 im Core

- Meistens wird Dual-Stack gewählt
- Wenige Geräte, wenige Verbindungen
- Keine wirklichen Vorteile für IPv6-only

- Zukünftig: IPv6-only Underlay, IPv4 und IPv6 Overlay

IPv6 im Datacenter

- Viele Dienste werden mit IPv4 und IPv6 angeboten
- Entweder Dual-Stack oder getrennte Netzwerke
 - Server hat zwei Interfaces
 - Ein Interface für IPv4
 - Ein Interface für IPv6
- In virtuellen Umgebungen ist es kein Problem viele Interfaces zu nutzen

IPv6 im Office

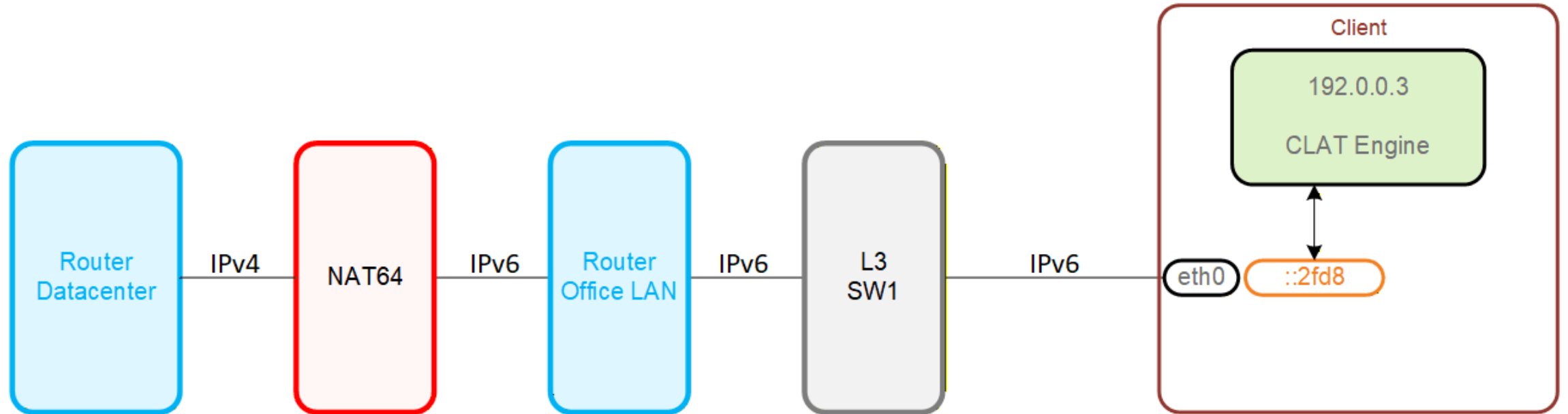
- Arbeitsplätze haben nur ein Interface in Benutzung
 - WLAN oder LAN
- Beide Protokolle (IPv4 und IPv6) müssen auf einem Interface konfiguriert werden
- IPv6 folgt IPv4 im Netzwerkdesign
- Die Vorteile von IPv6 können nicht ausgenutzt werden

IPv6 Mostly - CLAT



ROUTE 128

IPv6-Mostly to the Rescue



IPv6-Mostly – Die Komponenten

- DHCPv4, Option 108
- Router Advertisement, Pref64 Präfix
- NAT64 Gateway

DHCPv4 Option 108

- Es ist eine DHCPv4 Option
- Client und DHCPv4 Server einigen sich auf:
 - Es wird kein IPv4 benötigt
 - Ein Client ohne IPv4 ist ein gewollter Zustand
- Bei Windows schaltet diese Kommunikation WinCLAT ein

Router Advertisement

- SLAAC notwendig für CLAT
- DHCPv6 geht nicht
- Aus dem RA werden drei IPv6 Adressen generiert
 - IPv6 für die reguläre Nutzung
 - Temporäre IPv6 Adresse (kann der Client abschalten)
 - CLAT IPv6 Adresse
- DHCPv6 Option für Registrierung

Router Advertisement

- Radvd Beispiel

```
interface VLAN53
{
    AdvSendAdvert on;
    AdvHomeAgentFlag off;
    prefix 2003:ec:ef3a:15a3::/64
    {
        AdvOnLink on;
    };
    RDNSS fd00:0:0:0:ca0e:14ff:fe15:3aec
    nat64prefix 64:ff9b::/96 {};
};
```

Interface Configuration in Windows

Get-NetIPconfiguration -InterfaceIndex 22 -detailed

```
ComputerName           : LAPTOP
InterfaceAlias         : Ethernet
NetAdapter.LinkLayerAddress : 48-2A-E3-48-35-99
IPv6Address            : 2003:ec:cf3a:15a3:9b2:9da0:c54c:fc8
                       : 2003:ec:cf3a:15a3:c0:0:100:0
IPv6TemporaryAddress  : 2003:ec:cf3a:15a3:45fa:cf:7e92:5a6
IPv6LinkLocalAddress  : fe80::632a:8a82:d98e:5842%22
IPv4Address            : 192.0.0.1
IPv6DefaultGateway    : fe80::10cc:fa2a:ffe:a52c
IPv4DefaultGateway    : 192.0.0.0
NetIPv6Interface.NlMTU : 1468
NetIPv4Interface.NlMTU : 1448
NetIPv6Interface.DHCP : Enabled
NetIPv4Interface.DHCP : Enabled
DNSServer              : fd00::ca0e:14ff:fe15:3aec
```

00C0:0000:01:00
#c0 = 192
192.0.0.1

Wireshark – ping 8.8.8.8

Frame 13: Packet, 94 bytes on wire (752 bits), 94 bytes captured (752 bits) on interface \Device\NPF_{BF56F6A2-7731-4D93-A4F6-5AAD10509589}, id 0
Ethernet II, Src: WistronInfoC_48:35:99 (48:2a:e3:48:35:99), Dst: Private_00:26:30 (80:6d:97:00:26:30)

Internet Protocol Version 6, Src: 2003:ec:cf3a:15a3:c0:0:100:0, Dst: 64:ff9b::808:808

0110 = Version: 6

.... 0000 0000 = Traffic Class: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Not-ECT)

.... 0000 0000 0000 0000 0000 = Flow Label: 0x000000

Payload Length: 40

Next Header: ICMPv6 (58)

Hop Limit: 128

Source Address: 2003:ec:cf3a:15a3:c0:0:100:0

Destination Address: 64:ff9b::808:808

[Embedded IPv4 Prefix: 0064ff9b00000000000000000000]

[Destination Embedded IPv4: 8.8.8.8]

[Embedded IPv4: 8.8.8.8]

[Stream index: 3]

Internet Control Message Protocol v6

Interface Configuration bei Apple Mac

```
2 % ifconfig en0
en0: flags=89e3<UP,BROADCAST,SMART,RUNNING,NOARP,PROMISC,SIMPLEX,MULTICAST> mtu
1500
options=6460<TSO4,TSO6,CHANNEL_IO,PARTIAL_CSUM,ZEROINVERT_CSUM>
ether 10:9f:41:bc:e8:d9
inet6 fe80::86a:7d5b:8910:f123%en0 prefixlen 64 secured scopeid 0xc
inet6 2a0e:c600:1000:fe42:1c77:4672:f4e7:7ec9 prefixlen 64 autoconf secured
inet6 2a0e:c600:1000:fe42:89b9:1211:17f5:3ef6 prefixlen 64 autoconf temporary
inet 192.0.0.2 netmask 0xffffffff broadcast 192.0.0.2
inet6 2a0e:c600:1000:fe42:84c:53be:e69:3fe prefixlen 64 clat46
nat64 prefix 64:ff9b:: prefixlen 96
nd6 options=201<PERFORMNUD,DAD>
media: autoselect
status: active
```

192.0.0.0/29

- Definiert in RFC 7335 - IPv4 Service Continuity Prefix
- Ursprünglich aus RFC 6333 – Dual Stack Light
- 8 IPv4 Adressen, genutzt als /32
- Signifikant nur auf dem Client (Telefon, PC, Tablet, etc.)

Unterschied MAC - Windows

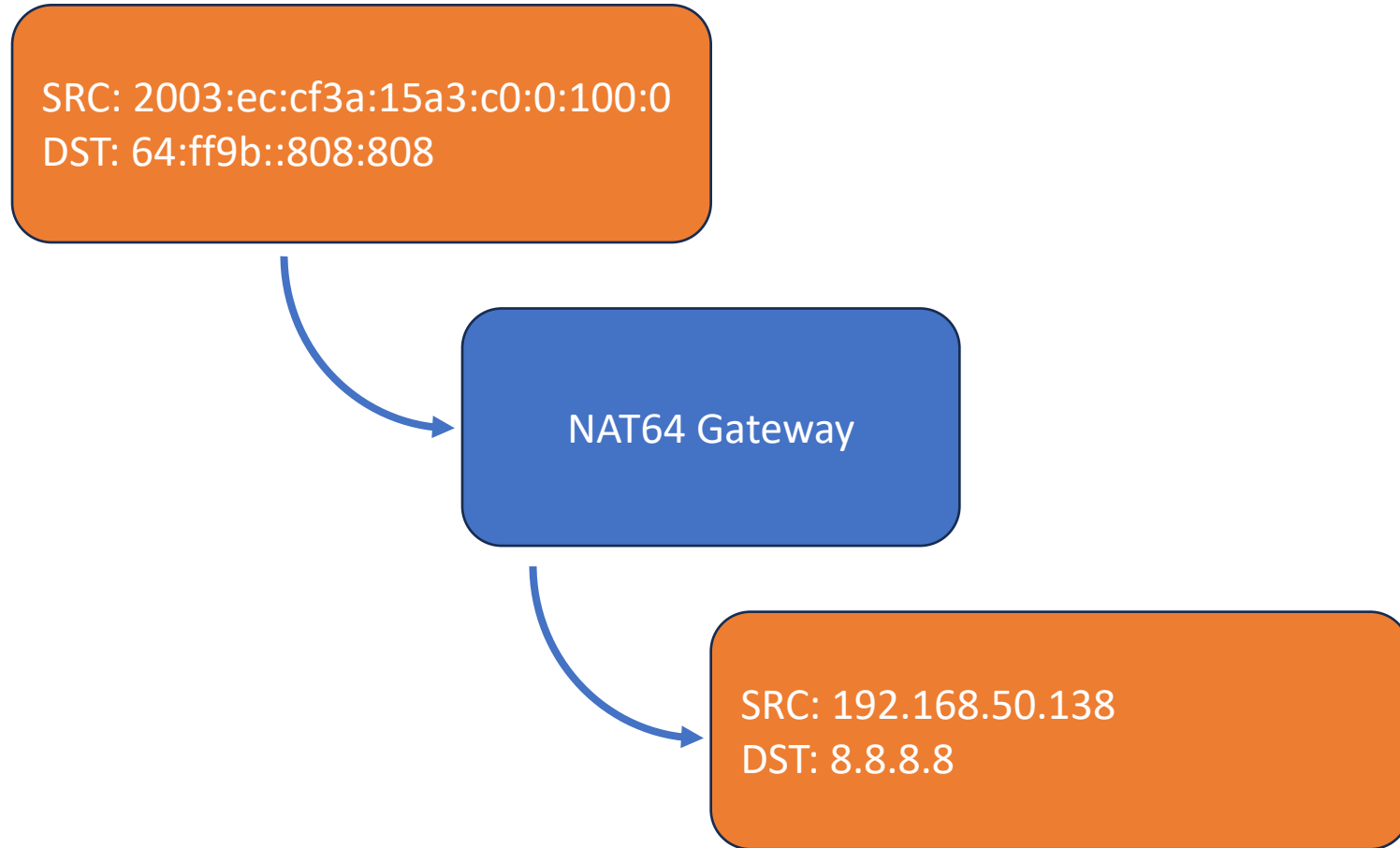
MAC

- 192.0.0.0/32 wird nicht in IPv6 eingebettet
- => Es sind beliebig viele PC je Subnetz möglich

Windows

- 192.0.0.0/32 wird in IPv6 eingebettet
- 192.0.0.0 wird als Default Gateway genutzt
- => es bleiben 7 IPv6 Adressen im Subnetz

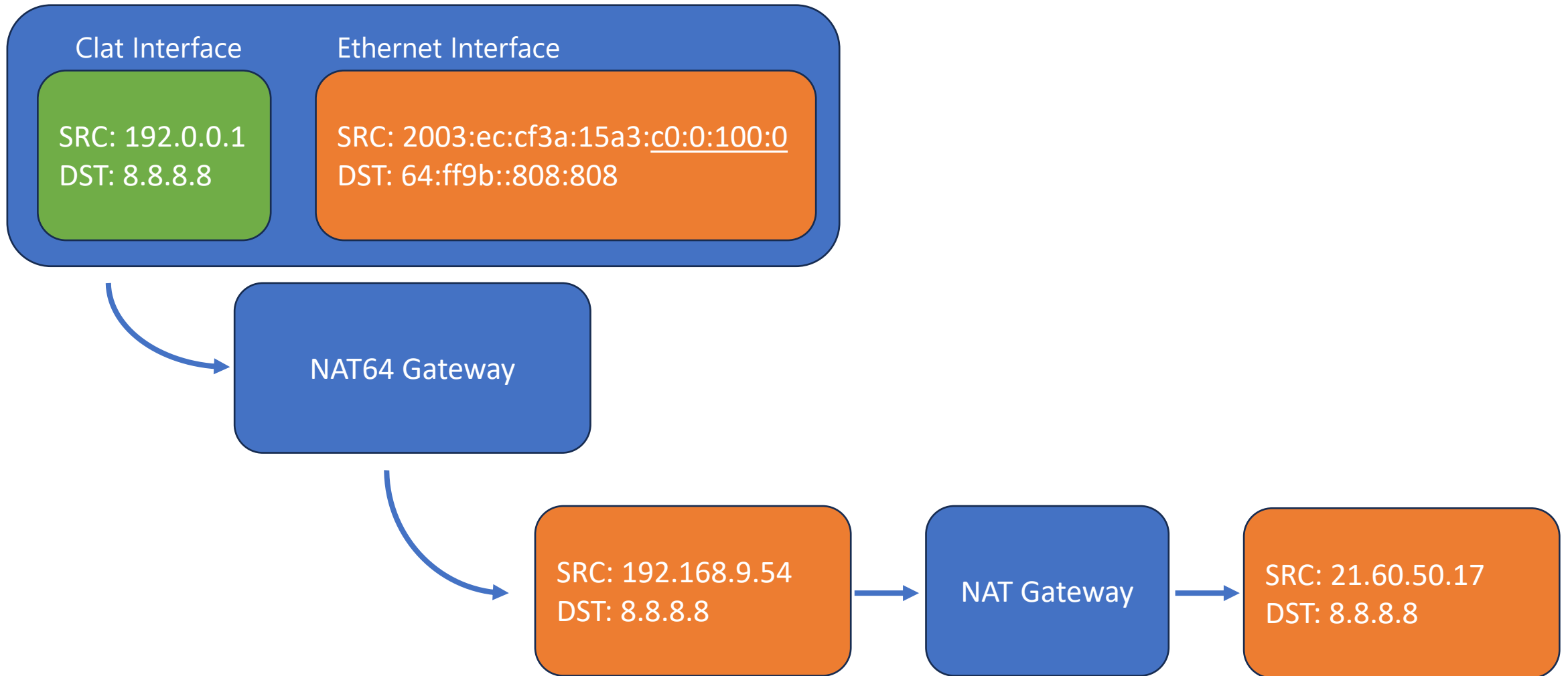
NAT64 Gateway



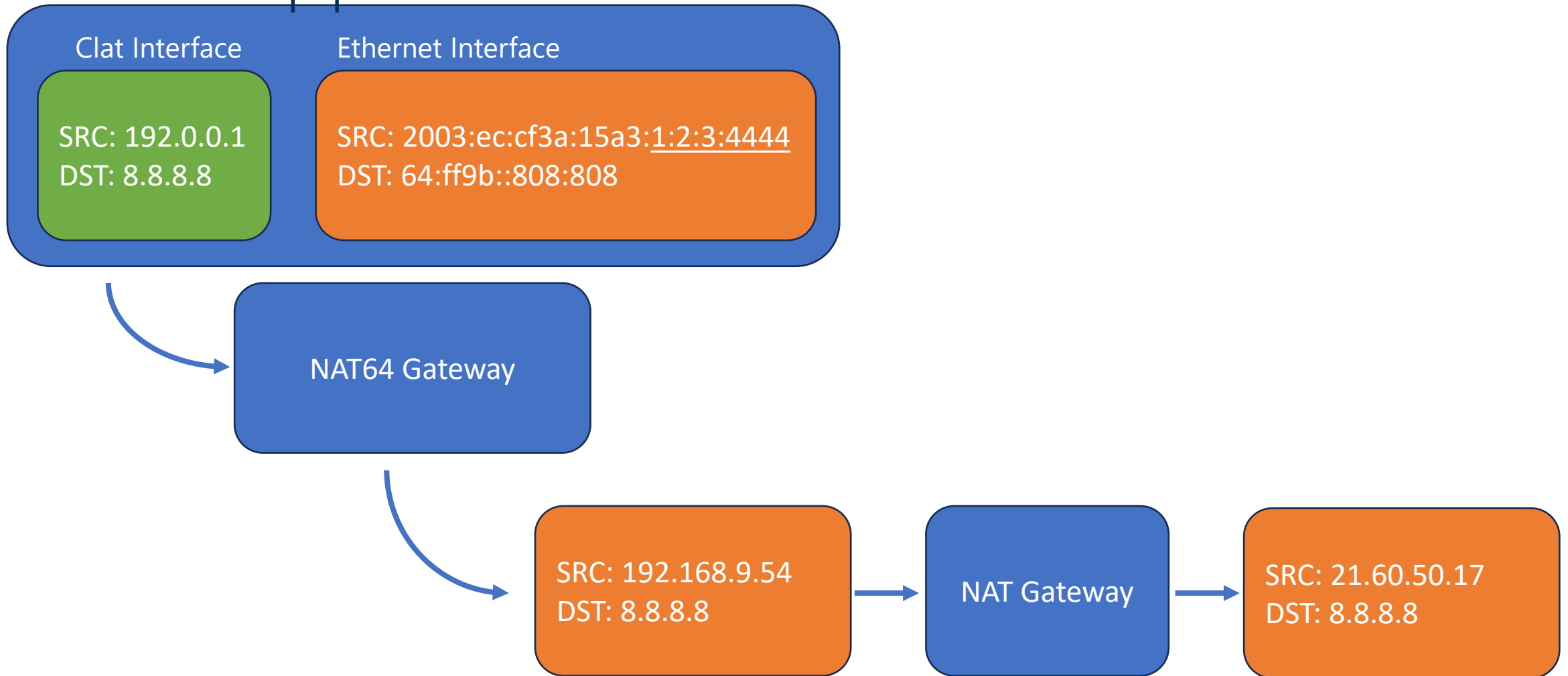
Auf dem Client

- IPv6-only auf LAN oder WLAN
- IPv4 nur „virtuell“ auf Client
- IPv6 und IPv4 Socket stehen bereit
 - Alte Applikationen können weiter betrieben werden
 - Der Druck sinkt, die Umstellung auf IPv6 in Angriff zu nehmen

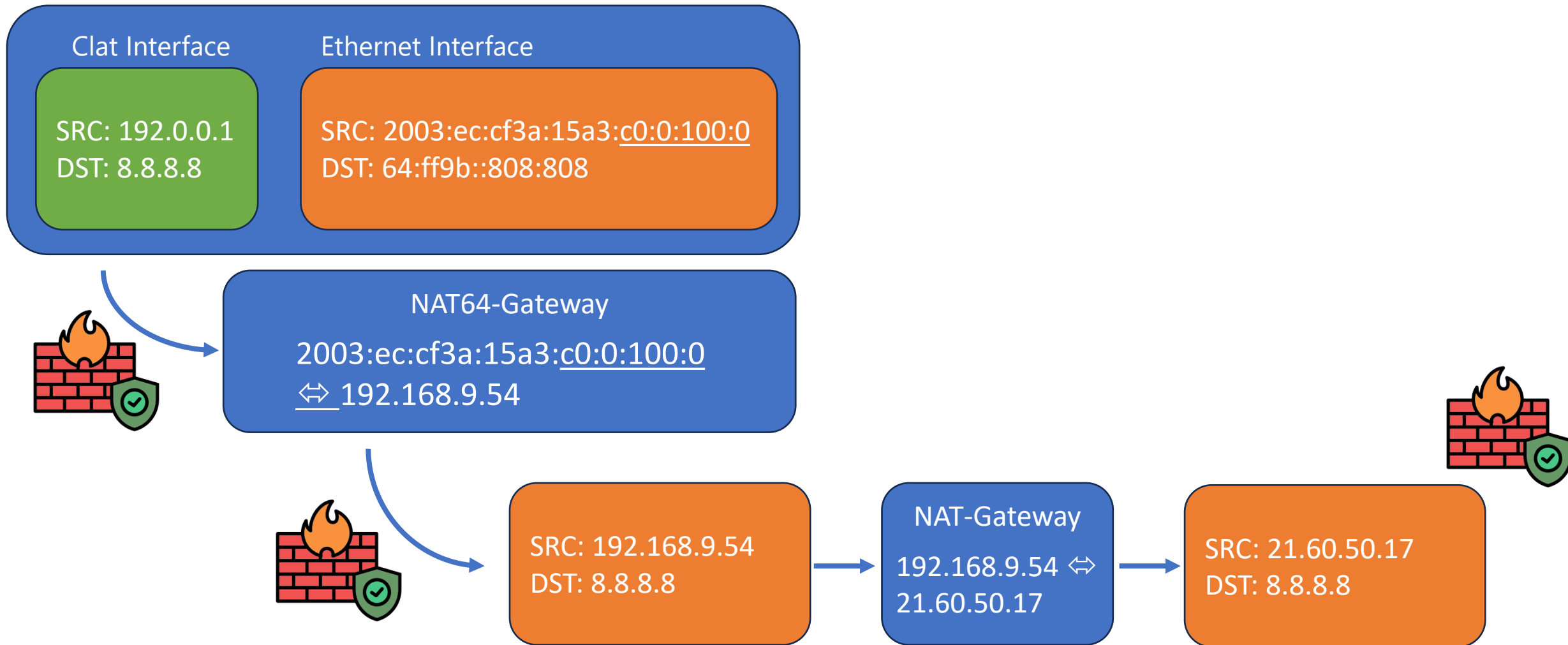
Paket Windows



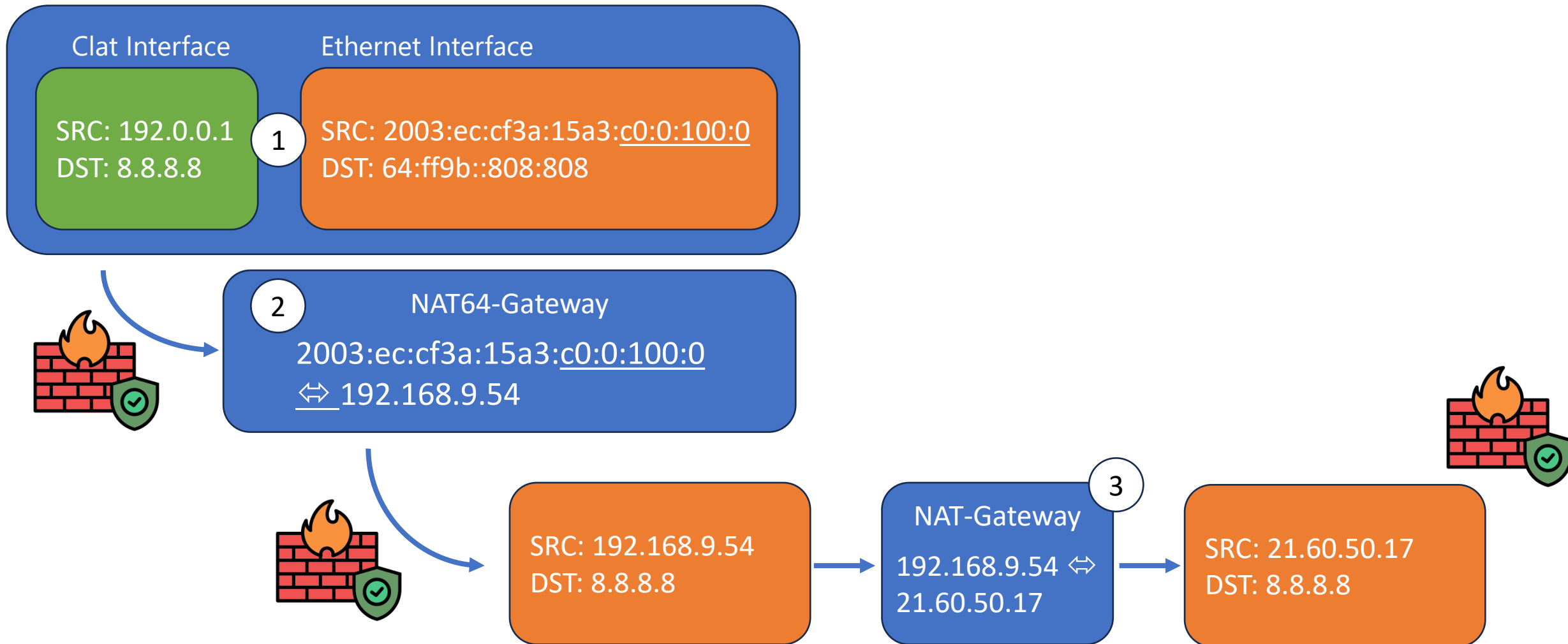
Paket Apple Mac



Firewall?



IPv6 ohne NAT?



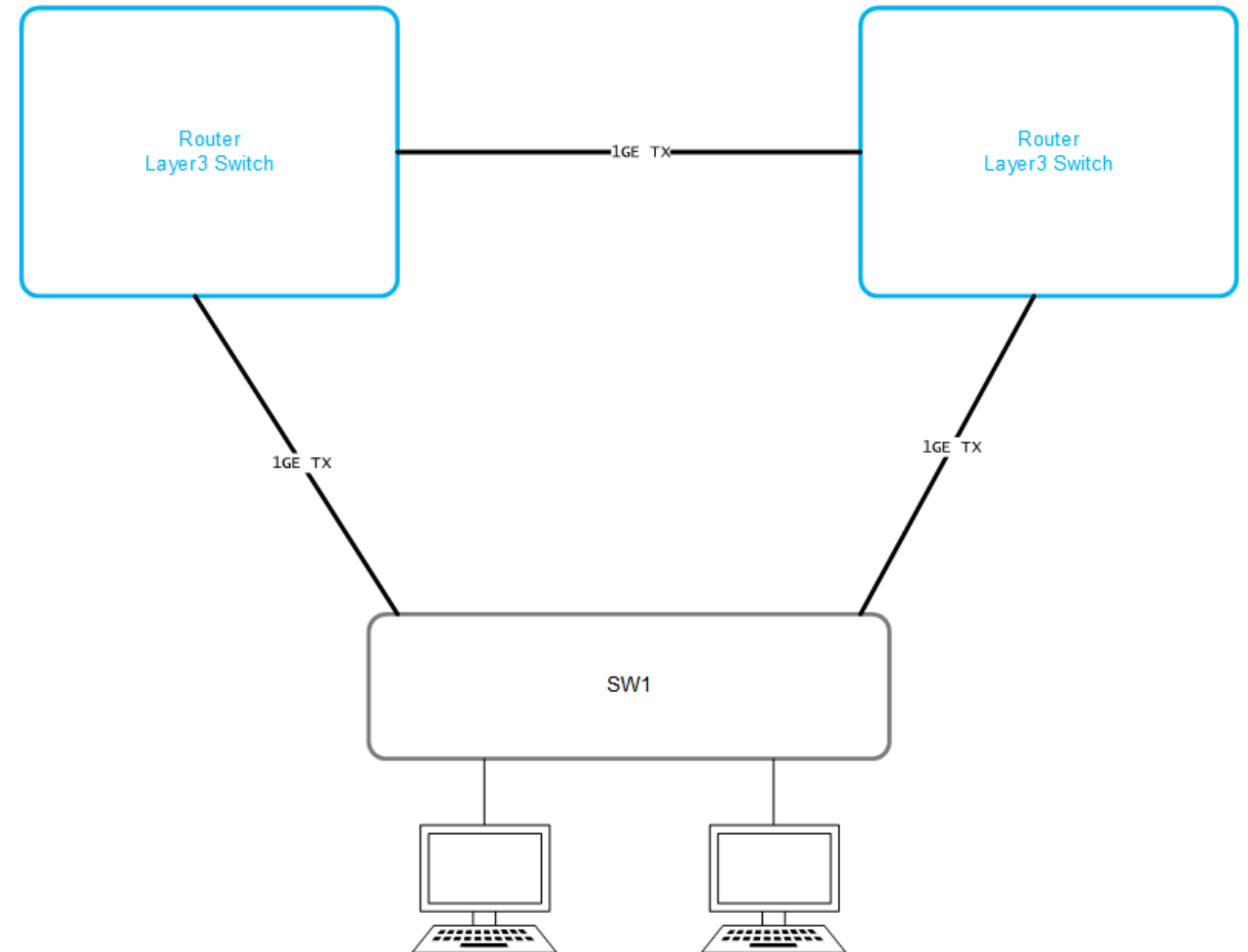
LAN Design



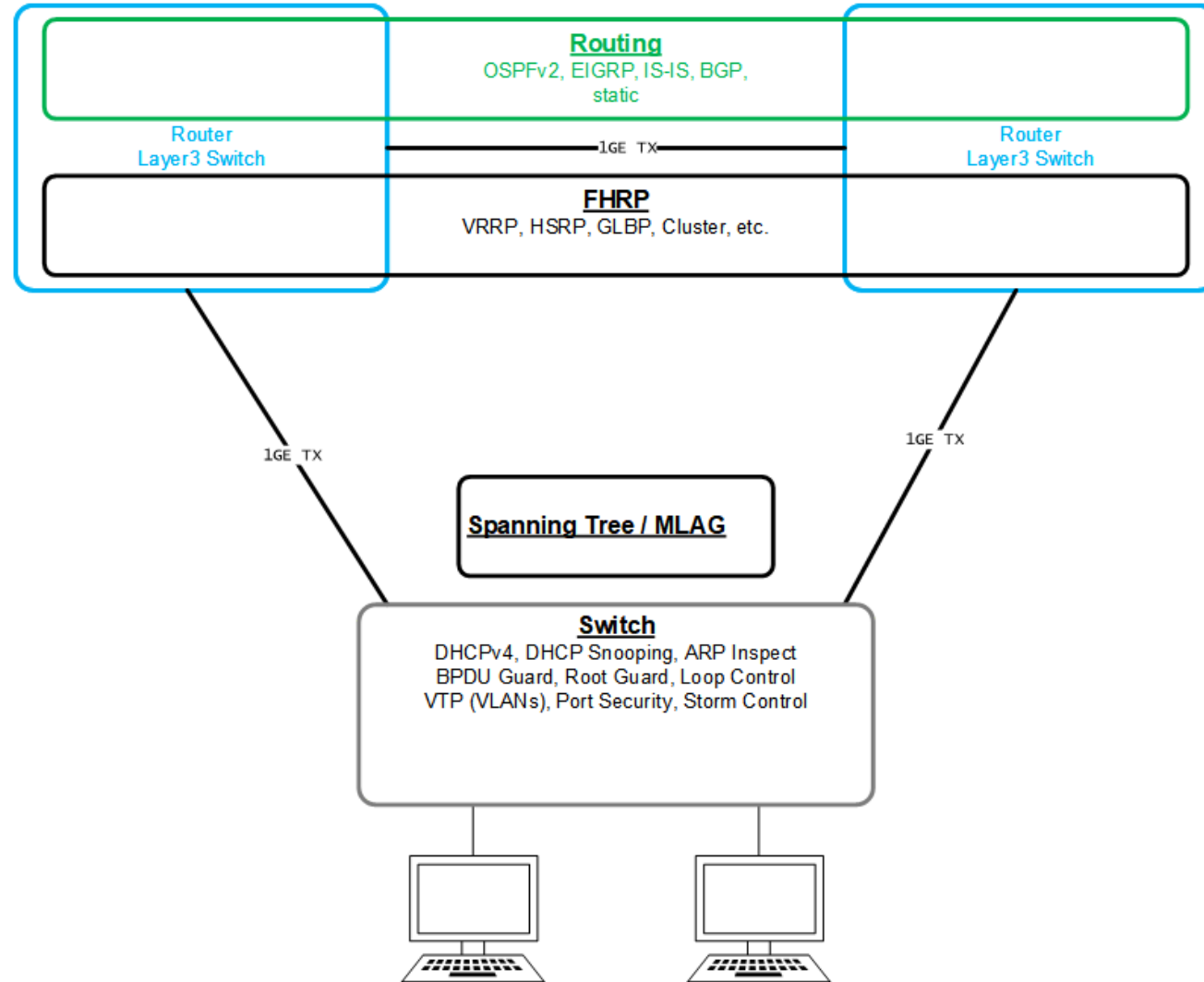
ROUTE 128

LAN heute

- IPv4, IPv4 Routing Protokolle
- FHRP (VRRP, HSRP, GLBP, etc.)
- Spanning Tree oder MLAG
- DHCPv4, DHCP Snooping, ARP Inspect
- BPDU Guard, Root Guard, Loop Control
- VTP, Port Security, Storm Control
- Private VLAN



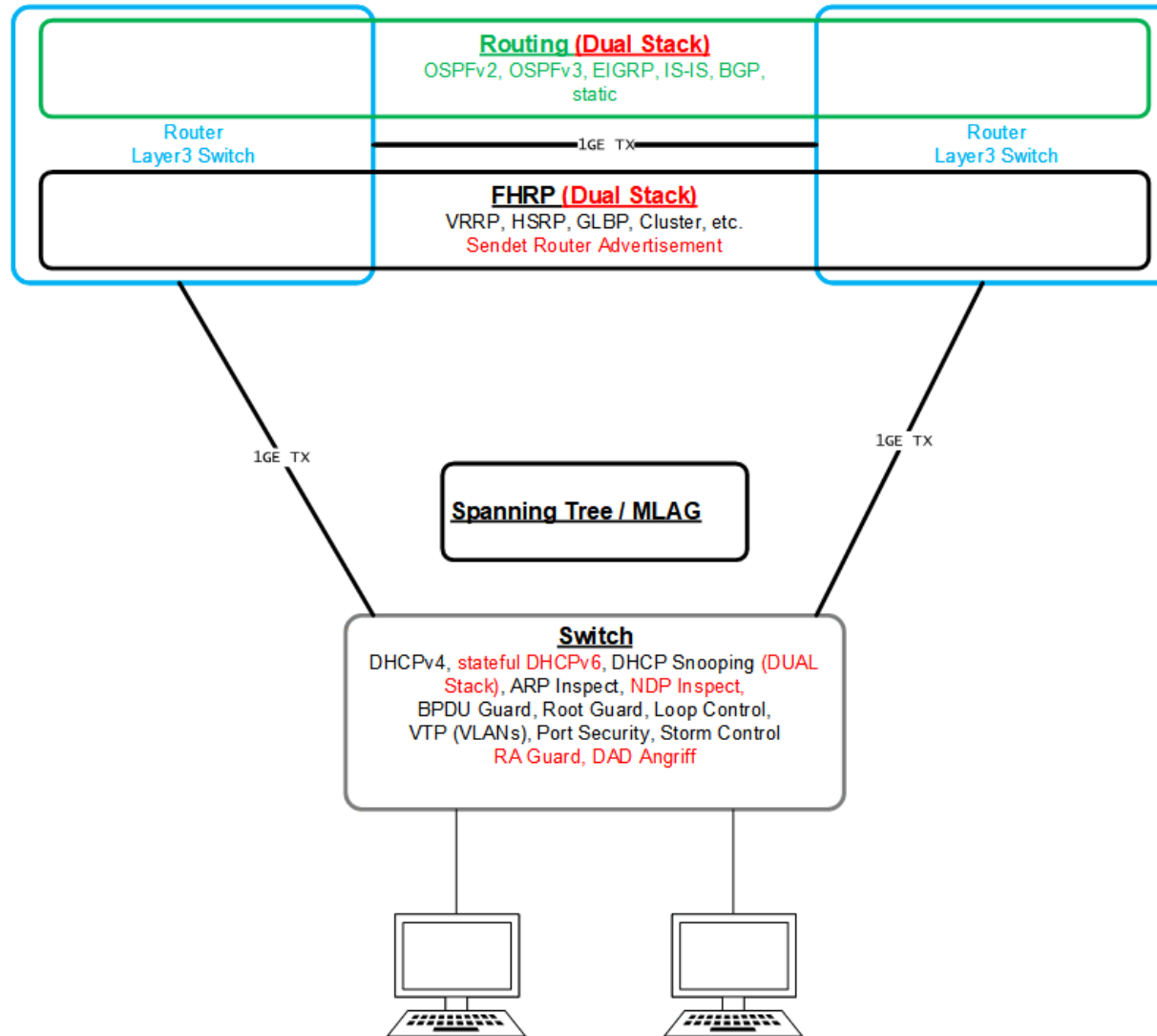
Protokolle im LAN



Dual Stack LAN

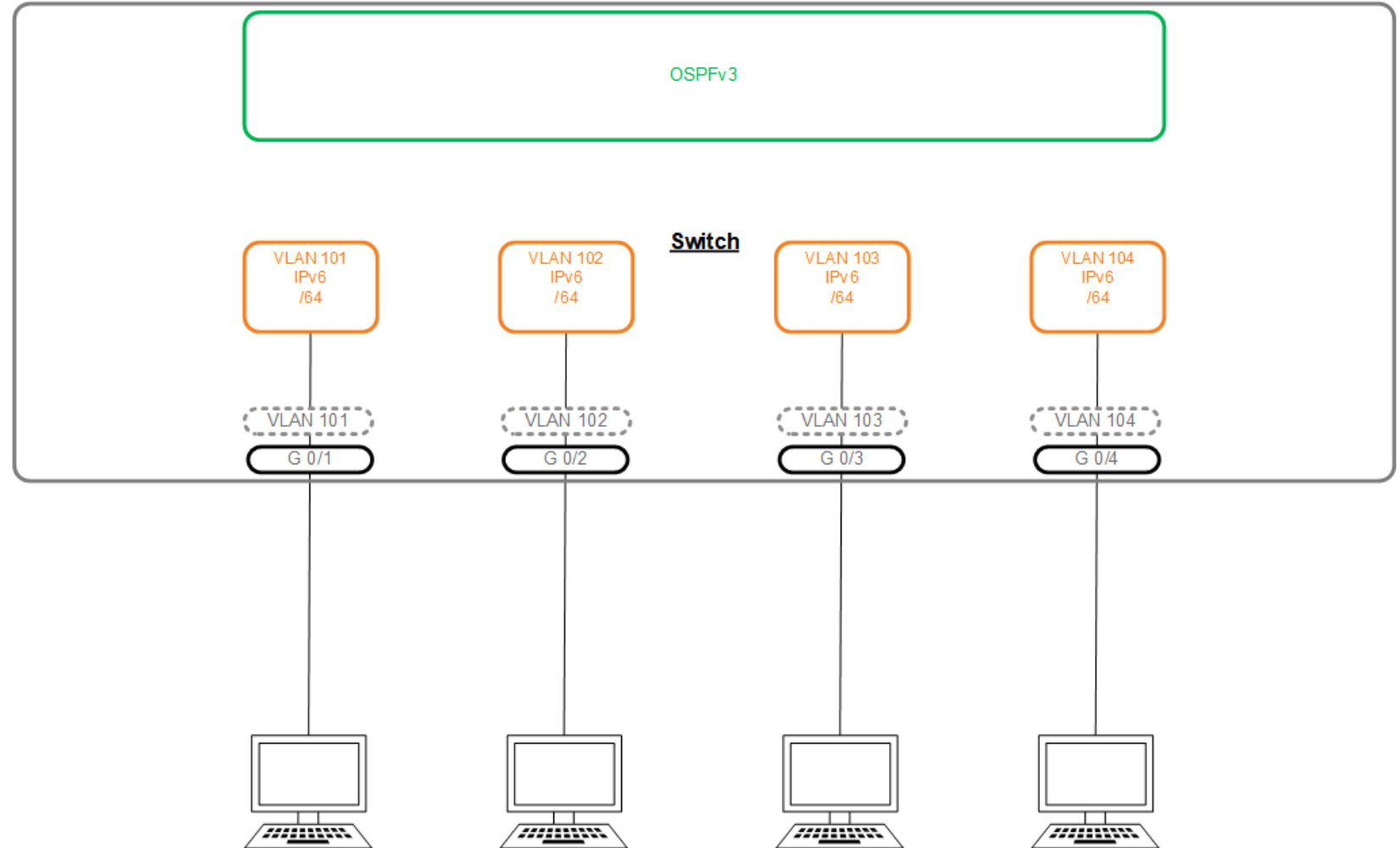
- IPv4, IPv4 Routing Protokolle
- IPv6, IPv6 Routing Protokolle
- Senden von Router Advertisement (vom Router)
- Neighbor Discovery
- FHRP (VRRP, HSRP, GLBP, etc.) Dual Stack
- Spanning Tree oder MLAG, DTP
- DHCPv4, DHCP Snooping, ARP Inspect
- Stateful DHCPv6, DHCPv6 Snooping, NDP Inspect
- BPDU Guard, Root Guard, Loop Control
- VTP, Port Security, Storm Control
- Private VLAN
- RA Guard, First Hop Security
- DAD-Angriffe
- Multicast

Protokolle im Dualstack LAN



IPv6-only LAN

- Layer3 – Switch notwendig
- Switch muss OSPFv3 beherrschen
- Je nach Größe ist auf genug Kapazität für Routen zu achten



Protokolle IPv6-only Netzwerk

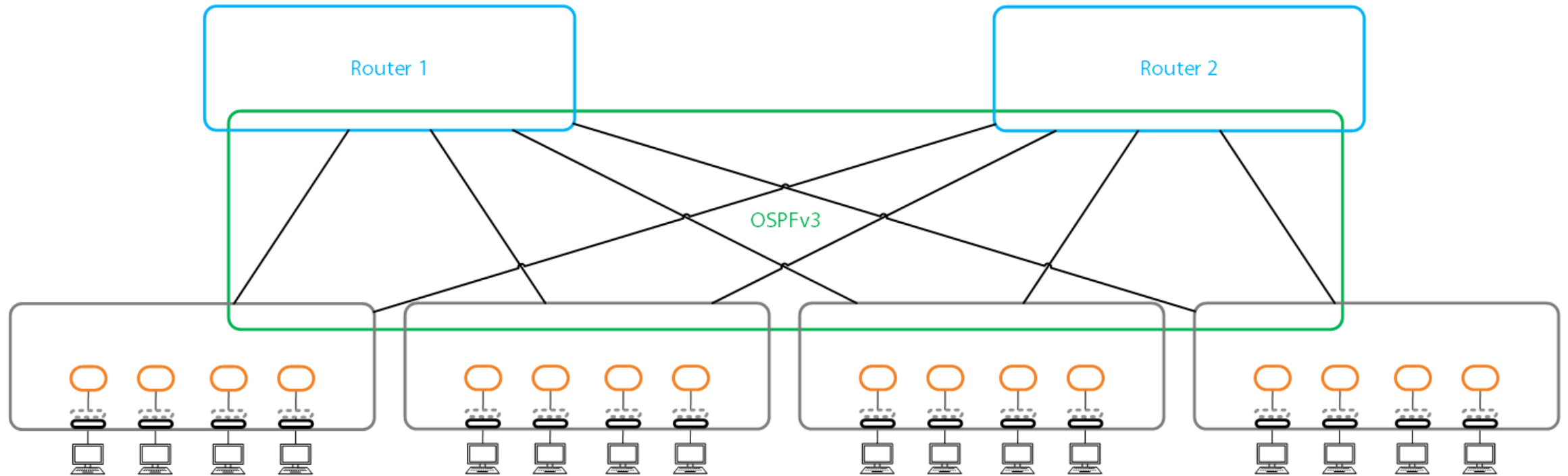
- IPv4 (CLAT Interface), ~~IPv4 Routing Protokolle~~
- IPv6, IPv6 Routing Protokolle
- Senden von Router Advertisement (vom Switch)
- ~~FHRP (VRRP, HSRP, GLBP, etc.) Dual Stack~~
- ~~Spanning Tree oder MLAG~~
- ~~DHCPv4, DHCP Snooping, ARP Inspect~~
- Stateful DHCPv6, ~~DHCPv6 Snooping, NDP Inspect~~
- ~~BPDU Guard, Root Guard, Loop Control~~
- ~~VTP, Port Security, Storm Control~~
- ~~RA Guard, DAD Angriffe~~
- Multicast

Protokolle IPv6-only Netzwerk

- IPv4 (CLAT Interface)
- IPv6, IPv6 Routing Protokolle
- Senden von Router Advertisement (vom Switch)
- Stateless DHCPv6, Stateful DHCPv6
- Port Security, Multicast

- Anmeldung des Client beim AD über IPv6

Spine Leaf im LAN



Fazit

- IPv6 Mostly ist eine Übergangstechnologie
- Ziel bleibt, IPv4 vollständig abzuschalten
- Der Zwang IPv6 im Dualstack zu betreiben entfällt
- Dem LAN wird seine Komplexität genommen
- Mikrosegmentierung mit Layer3 Trennung wird real

- CLAT auf dem Client ist nicht einheitlich implementiert
- Security anhand von IP-Adressen bleibt herausfordernd