



Packet No.	Time	Source	Destination	Protocol	Filter
1	0.000000			NetmonFilter	NetmonFilter: Updated Display Filter: icmpv6
2	7.503600	FE80:0:0:1C...	FF02:0:0:0:1:FF1E:7937	ICMPv6	ICMPv6: Neighbor Solicitation, Target = FE80:0:0:0:1:FF1E:7937
3	7.503600	FE80:0:0:0:8...	FE80:0:0:0:1C0:3453:E3C3:98D9	ICMPv6	ICMPv6: Neighbor Advertisement, Target = FE80:0:0:0:1C0:3453:E3C3:98D9

Neighbor-Solicitation-Schema

Bits	0-7	8-15	16-23	24-31
0	Type	Code	Prüfsumme	
32	Reserviert			
64	Zieladresse			
128	Zieladresse			
160	Zieladresse			
...	Optionen			

Frame Details

```

Ethernet: Etype = IPv6
  DestinationAddress: 3333FF 1E7937
  SourceAddress: ASUSTek COMPUTER INC. B3C6CD
  EthernetType: IPv6, 34525(0x86dd)
IPv6: Next Protocol = ICMPv6, Payload Length = 32
  Versions: IPv6, Internet Protocol, DSCP 0
  PayloadLength: 32 (0x20)
  NextProtocol: ICMPv6, 58(0x3a)
  HopLimit: 255 (0xFF)
  SourceAddress: FE80:0:0:0:1C0:3453:E3C3:98D9
  DestinationAddress: FF02:0:0:0:1:FF1E:7937
ICMPv6: Neighbor Solicitation, Target = FE80:0:0:0:8CBD:66C1:8D1E:7937
  MessageType: Neighbor Solicitation, 135(0x87)
  NeighborSolicitation:
    Code: 0 (0x0)
    Checksum: 39976 (0x9C28)
    Reserved: 0 (0x0)
    TargetAddress: FE80:0:0:0:8CBD:66C1:8D1E:7937
    SourceLinkLayerAddress:
  
```

Im Moment unterstützen besonders europäische und asiatische Institutionen und Firmen die Entwicklung und Verbreitung von IPv6. Das ist wohl mit der Tatsache, dass etwa 75% des IPv4-Adressraums den USA zugeteilt wurde, zu erklären. Im Moment unterstützen zwar nur wenige Dienste das Internet Protokoll der Zukunft, aber gerade bei der Entwicklung neuer Dienste in diesem Bereich wird es in den nächsten Jahren einen enormen Zuwachs geben.

9.5 Neighbor Discovery Protocol (NDP)

Zur Ermittlung der MAC-Adresse kann IPv6 nicht mehr ARP (*Address Resolution Protocol*) verwenden, da ARP auf Broadcasts aufbaut und Broadcasts in IPv6 nicht mehr vorgesehen sind.

Stattdessen wird das *Neighbor Discovery Protocol* verwendet, das auf ICMPv6 beruht.

Für NDP muss der Knoten für jedes Interface folgende Informationen verwalten:

- Im **Neighbor Cache** werden Adressen verwaltet, an die etwas gesendet wurde und die sich im selben Netzwerk befinden. Zu jedem Eintrag einer IPv6-Adresse steht ihre Link-Layer-Adresse. Auch weitere Informationen werden hier verwaltet, wie zum Beispiel Pointer auf Pakete, die auf die Adressauflösung warten, Informationen für die Erreichbarkeitsprüfung oder ob es ein Router ist.
- Im **Destination Cache** werden Adressen verwaltet, an die etwas gesendet wurde. Für jeden Eintrag wird, per Link auf den Neighbor Cache, gespeichert, welches der nächste Hop ist, den ein Paket nehmen soll.
- In der **Prefix List** werden die Präfixe verwaltet, die auf dem selben Netz gültig sind. Jeder Eintrag, außer der zur link-lokalen Adresse, hat ein Ablaufdatum. Somit bleiben nur Netze in der Liste, die von einem Router verkündet werden.

Neighbor-Advertisement-Schema

Bits	0-7	8-15	16-23	24-31
0	Type	Code	Prüfsumme	
32	R S O Reserviert	Reserviert		
64	Zieladresse			
96	Zieladresse			
128	Zieladresse			
160	Zieladresse			
...	Optionen			

- In der **Default Router List** werden alle Router verwaltet, die für das Interface bekannt sind. Die Einträge verweisen auf Einträge im *Neighbor Cache*. Zusätzlich haben sie ein Ablaufdatum, sodass alte Router verschwinden und nur die erhalten bleiben, die ihre Anwesenheit verkünden.

Die Informationen zum Erstellen dieser Listen werden per ICMPv6 (*Internet Control Message Protocol V6*) ausgetauscht. NDP definiert zu diesem Zweck fünf ICMPv6-Typen.

Ermittlung von MAC-Adressen, wenn sich der Zielknoten im selben Netz befindet

Grober Ablauf: Eine Anfrage-ICMPv6-Nachricht (*Neighbor Solicitation*) wird an eine spezielle Multicast-Adresse des Zielknotens gesendet; dieser sendet als Antwort eine *Neighbor Advertisement*-Nachricht, die seine MAC-Adresse enthält.

Im Detail: Um die MAC-Adresse eines Knotens zu ermitteln, wird eine *Neighbor-Solicitation*-Nachricht per IPv6-Multicast an die sog. *Solicited Nodes*-Adresse des Ziels versendet. Anzumerken ist, dass auf OSI Schicht 2-Ebene ebenfalls Multicast genutzt wird - jeder IPv6-Knoten muss also auf MAC-Ebene nicht nur auf seine originale feste Adresse (z.B. Ethernet) hören, sondern auch auf einer für seiner MAC-Adresse beruhenden spezifischen Multicast-MAC-Adresse. Im *Neighbor-Solicitation*-Paket ist dann die vollständige gesuchte IPv6-Adresse in den Nutzdaten enthalten, und nur der Knoten mit der gleichen Adresse antwortet darauf.

Frame Details

```

Frame:
  Ethernet: Etype = IPv6
    DestinationAddress: ASUSTek COMPUTER INC. B3C6CD
    SourceAddress: 0202C0 A80A80
    EthernetType: IPv6, 34525(0x86dd)
  IPv6: Next Protocol = ICMPv6, Payload Length = 32
    Versions: IPv6, Internet Protocol, DSCP 0
    PayloadLength: 32 (0x20)
    NextProtocol: ICMPv6, 58(0x3a)
    HopLimit: 255 (0xFF)
    SourceAddress: FE80:0:0:0:8CBD:66C1:8D1E:7937
    DestinationAddress: FE80:0:0:0:1C0:3453:E3C3:98D9
  ICMPv6: Neighbor Advertisement, Target = FE80:0:0:0:8CBD:66C1:8D1E:7937
    MessageType: Neighbor Advertisement, 136(0x88)
    NeighborAdvertisement:
      TargetLinkLayerAddress:
        Type: Target Link-Layer Address, 2(0x2)
        Length: 1, in unit of 8 octets
        Address: 02-BF-C0-A8-0A-80
  
```

Beispiel: Die MAC-Adresse des Knotens mit der link-lokalen Adresse FE80::8CBD:66C1:8D1E:7937

soll ermittelt werden, da Frames an diesen Knoten gesendet werden sollen.

Es wird daher zunächst die „solicited-node multicast address“ dieses Empfängers ermittelt. Dazu nimmt man die letzten drei Oktette der IPv6-Adresse und stellt FF02::1:FF00:0000/104 voran.

Also ergibt sich als „solicited-node multicast address“ von

FE80::8CBD:66C1:8D1E:7937

der Wert

FF02::1:FF1E:7937.

An diese Multicast-Adresse wird nun eine Neighbor Solicitation Nachricht versendet. Die Chance, dass sich mehrere Knoten betroffen fühlen, ist sehr gering. Trotzdem wird im ICMPv6-Feld „TargetAddress“ auch noch die komplette IPv6-Adresse mitgeschickt, damit auch wirklich nur ein einziger Knoten antwortet.

Auch die Multicast-MAC-Ziel-Adresse wird ähnlich ermittelt. Auch hier nimmt man die letzten 3 Oktette der Ethernet-MAC-Adresse (diese stellen die eigentliche Multicast-Gruppe dar) und stellt 33:33:FF voran. Als Ziel-MAC wird also 33:33:FF:1E:79:37 verwendet.

Der angesprochene Knoten verschickt als Antwort eine Neighbor-Advertisement-Nachricht. Die darin enthaltenen Informationen werden im Neighbor Cache gespeichert. Wenn ein Eintrag noch unfertig war,

