Praktikum Rechnernetze

Protokoll zu Versuch 4 (IPv6) von Gruppe 1

Jakob Waibel, Daniel Hiller, Elia Wüstner, Felicitas Pojtinger

2021-11-09

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	2
	1.1 Mitwirken	2
	1.2 Lizenz	2
2	IPv6-Addressen	3
3	IPv6 und DNS	11
4	Neighbor Solicitation	18
5	IPv6-Header	20
6	Privacy Extension	25
7	Feste IPv6-Addressen	28
8	Lease-Zeiten	32
9	OS-Updates	35

1 Einführung

1.1 Mitwirken

Diese Materialien basieren auf Professor Kiefers "Praktikum Rechnernetze"-Vorlesung der HdM Stuttgart.

Sie haben einen Fehler gefunden oder haben einen Verbesserungsvorschlag? Bitte eröffnen Sie ein Issue auf GitHub (github.com/pojntfx/uni-netpractice-notes):



Abbildung 1: QR-Code zum Quelltext auf GitHub

Wenn ihnen die Materialien gefallen, würden wir uns über einen GitHub-Stern sehr freuen.

1.2 Lizenz

Dieses Dokument und der enthaltene Quelltext ist freie Kultur bzw. freie Software.



Abbildung 2: Badge der AGPL-3.0-Lizenz

Uni Network Practice Notes (c) 2021 Jakob Waibel, Daniel Hiller, Elia Wüstner, Felicitas Pojtinger

SPDX-License-Identifier: AGPL-3.0

2 IPv6-Addressen

Voreinstellung für die Aufgaben - deaktivieren von IPv4 und aktivivieren von IPv6 unter Windows.

Um IPv4 zu deaktivieren und IPv6 zu aktivieren, muss man in den Netzwerkeinstellungen zum jeweiligen Adapter über den Pfad Systemsteuerung > Netzwerk und Internet > Netzwerkverbindungen > Adaptereinstellungen navigieren. Hier wurde der Haken bei IPv6 (Internetprotokoll, Version6) gesetzt und bei IPv4 (Internetprotokoll, Version4) entfernt.

😨 Netzwerkverbindungen		- 🗆	×
← → · ↑ 😰 > Systemsteuerung > Netzwerk und Internet > Netzwerkverbindungen	~	ඊ "Netzwerkverbindur	× م
Datei Bearbeiten Ansicht Erweitert Extras 📮 Eigenschaften von Ethernet 🗙	🗖 🖬 🗸	ù i x 🗸 🖃	
Organisieren 🔻 Netzwerkgerät deaktivieren Netzwerk Freigabe atus der Verbindung an	eigen »		0 P
Ethernet Netzwerk Intel(R) Ethernet Connection (2) L Vetbindung herstellen über: Intel(R) Ethernet Connection (2) L Intel(R) Ethernet Connection (2) IIII Intel(R) Ethernet Connection (2) IIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIII			9
2 Elemente 1 Element ausgewählt			III 📧
Intel(R) Ethernet Connection (2) I219-LM		Computer	:
Intel(R) Ethernet Connection (2) I219-LM		Computer	

Abbildung 3: Deaktivieren von IPv4 und aktivieren von IPv6

Erkunden sie unter Windows und Ubuntu, wie viele IP-Adressen dem physikalischen Interface zugeordnet sind.

Linux

1 \$ ip addr 2 1: lo: <LOOPBACK, UP, LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue state UNKNOWN group **default** glen 1000 link/loopback 00:00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00 4 inet 127.0.0.1/8 scope host lo valid_lft forever preferred_lft forever 5 6 2: enp0s31f6: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc pfifo_fast state UP group default qlen 1000 7 link/ether 4c:52:62:0e:54:8b brd ff:ff:ff:ff:ff:ff inet 141.62.66.5/24 brd 141.62.66.255 scope global dynamic 8 enp0s31f6 valid_lft 13993sec preferred_lft 13993sec

1 # /etc/sysctl.conf

2 net.ipv6.conf.all.disable_ipv6 = 0

- 3 net.ipv6.conf.default.disable_ipv6 = 0
- 4 net.ipv6.conf.lo.disable_ipv6 = 0

1 \$ sudo sysctl -p

1 \$ ip a

```
2 1: lo: <LOOPBACK, UP, LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue state UNKNOWN
      group default glen 1000
       link/loopback 00:00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00
       inet 127.0.0.1/8 scope host lo
4
5
          valid_lft forever preferred_lft forever
6
       inet6 ::1/128 scope host
7
          valid_lft forever preferred_lft forever
8 2: enp0s31f6: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc
      pfifo_fast state UP group default qlen 1000
       link/ether 4c:52:62:0e:54:8b brd ff:ff:ff:ff:ff
9
10
       inet 141.62.66.5/24 brd 141.62.66.255 scope global dynamic
          enp0s31f6
          valid_lft 13621sec preferred_lft 13621sec
11
       inet6 2001:470:6d:4d0:4e52:62ff:fe0e:548b/64 scope global dynamic
          mngtmpaddr
          valid_lft 86367sec preferred_lft 14367sec
13
       inet6 fe80::4e52:62ff:fe0e:548b/64 scope link
14
          valid_lft forever preferred_lft forever
15
```

Windows

PS C:\WINDOWS\syst	em32> Get-NetIPAddress -AddressFamily IPV6
IPAddress	: ::1
InterfaceIndex	:1
InterfaceAljas	: Loopback Pseudo-Interface 1
AddressFamily	: IPV6
Type	: UNICAST
PrefixLength	
SuffixOnigin	: WellKnown
AddrossStato	· Droforrod
Valid ifatima	· Infinite ([TimeSnan]··Max\/a]ue)
Dreferred ifetime	· Infinite ([TimeSpan]::MaxValue)
SkipAsSource	: False
PolicyStore	: ActiveStore
	- F-00000-07FF-F-00-7W7
IPAddress	: Te80::800:2/TT:Te00:/%/
InterfaceIndex	: / : VintualPox Host-Only Natwork #3
AddrossEamily	• TDV6
Typo	. IPVO
Profix ength	• 61
PrefixOrigin	· WellKnown
SuffixOrigin	: Link
AddressState	: Preferred
ValidLifetime	: Infinite ([TimeSpan]::MaxValue)
PreferredLifetime	: Infinite ([TimeSpan]::MaxValue)
SkipAsSource	: False
PolicyStore	: ActiveStore
TDAddross	· fe80···/e52·62ff·fe0e·5/2h%12
InterfaceIndex	• 17
InterfaceAlias	· II · Ethernet
AddressFamily	· TPv6
Type	: Unicast
PrefixLength	: 64
PrefixOrigin	: WellKnown
SuffixOrigin	: Link
AddressState	: Preferred
ValidLifetime	: Infinite ([TimeSpan]::MaxValue)
PreferredLifetime	: Infinite ([TimeSpan]::MaxValue)
SkipAsSource	: False
PolicyStore	: ActiveStore
IPAddress	: 2001:470:6d:4d0:4e52:62ff:fe0e:542b
InterfaceIndex	: 12
InterfaceAlias	: Ethernet
AddressFamily	: IPv6
Туре	: Unicast
PrefixLength	: 64
PrefixOrigin	: RouterAdvertisement
SuttixOrigin	: LINK
AddressState	· 22.52.55
Proformod ifotime	· (2).55.55
SkipAsSourco	· Ealso
PolicyStore	· ActiveStore
- or regotor c	

Abbildung 4: Anzeigen aller IPv6-Adressen

Es sind 3 Adressen zu finden; eine Host-Local-Adresse, eine Global-Unique-Adresse und eine Link-Local-Adresse.

Nun wird noch IPv4 deaktiviert:

Linux

```
1 $ sudo ip addr delete 141.62.66.5/24 dev enp0s31f6
 2 $ ip a
 3 1: lo: <LOOPBACK, UP, LOWER UP> mtu 65536 qdisc noqueue state UNKNOWN
      group default qlen 1000
       link/loopback 00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00
4
      inet 127.0.0.1/8 scope host lo
5
          valid_lft forever preferred_lft forever
6
7
       inet6 ::1/128 scope host
          valid_lft forever preferred_lft forever
8
9 2: enp0s31f6: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc
      pfifo_fast state UP group default glen 1000
       link/ether 4c:52:62:0e:54:8b brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
       inet6 2001:470:6d:4d0:4e52:62ff:fe0e:548b/64 scope global dynamic
          mngtmpaddr
          valid_lft 86328sec preferred_lft 14328sec
12
13
       inet6 fe80::4e52:62ff:fe0e:548b/64 scope link
14
          valid_lft forever preferred_lft forever
```

Woraus setzt sich die Link-Lokale-Adresse zusammen und erkennen Sie das EUI-64 Format?

Die Link-Lokale-Adresse setzt sich aus Prefix fe80 und 48 Füll-Nullen, sowie der mit EUI-64 erweiterten MAC-Addresse zusammen.

Das EUI-64-Format lässt sich mittels fe0e bei 2001:470:6d:4d0:4e52:62ff:fe0e:548b/64 und fe80::4e52:62ff:fe0e:548b/64 erkennen.

Wie lautet der Prefix und die Host-ID der Global-Unicast-Adresse?

```
Prefix: 2001: 470: 6d: 4d0
```

Linux

```
Host-ID: 4e52:62ff:fe0e:548b
```

Windows

Host-ID: 4e52:62ff:fe0e:542b

Testen Sie die Netzwerkverbindung zwischen dem Linux und dem Windows-Rechner mit einem Ping (IPv6)?

Vom Linux-Host zum Windows-Host:

```
4 64 bytes from 2001:470:6d:4d0:4e52:62ff:fe0e:542b: icmp_seq=2 ttl=64
    time=0.790 ms
5 64 bytes from 2001:470:6d:4d0:4e52:62ff:fe0e:542b: icmp_seq=3 ttl=64
    time=0.787 ms
6 64 bytes from 2001:470:6d:4d0:4e52:62ff:fe0e:542b: icmp_seq=4 ttl=64
    time=0.787 ms
7 64 bytes from 2001:470:6d:4d0:4e52:62ff:fe0e:542b: icmp_seq=5 ttl=64
    time=0.775 ms
8 64 bytes from 2001:470:6d:4d0:4e52:62ff:fe0e:542b: icmp_seq=6 ttl=64
    time=0.808 ms
9 ^C
10 --- 2001:470:6d:4d0:4e52:62ff:fe0e:542b ping statistics ---
11 6 packets transmitted, 6 received, 0% packet loss, time 5078ms
12 rtt min/avg/max/mdev = 0.775/0.879/1.327/0.200 ms
```

Vom Windows-Host zum Linux-Host:

Ping wird ausgeführt für 2001:470:6d:4d0:4e52:62ff:fe0e:548b mit 32 Bytes Daten: Antwort von 2001:470:6d:4d0:4e52:62ff:fe0e:548b: Zeit<1ms Antwort von 2001:470:6d:4d0:4e52:62ff:fe0e:548b: Zeit<1ms Antwort von 2001:470:6d:4d0:4e52:62ff:fe0e:548b: Zeit<1ms Antwort von 2001:470:6d:4d0:4e52:62ff:fe0e:548b: Zeit<1ms Ping-Statistik für 2001:470:6d:4d0:4e52:62ff:fe0e:548b: Pakete: Gesendet = 4, Empfangen = 4, Verloren = 0 (0% Verlust), Ca. Zeitangaben in Millisek.: Minimum = Oms, Maximum = Oms, Mittelwert = Oms PS C:\WINDOWS\system32>

Abbildung 5: Ping von Windows zu Linux

Lassen Sie sich die Routen anzeigen und ermitteln Sie die "Default Route"

Linux

```
    $ ip -6 route show
    2001:470:6d:4d0::/64 dev enp0s31f6 proto kernel metric 256 expires
86097sec pref medium
    fe80::/64 dev enp0s31f6 proto kernel metric 256 pref medium
    default via fe80::fad1:11ff:febd:6612 dev enp0s31f6 proto ra metric
1024 expires 1497sec hoplimit 64 pref medium
```

Windows

PS C:\WINDOWS\system32> tracert 2001:470:6d:4d0:4e52:62ff:fe0e:548b Routenverfolgung zu 2001:470:6d:4d0:4e52:62ff:fe0e:548b über maximal 30 Hops 1 <1 ms <1 ms <1 ms 2001:470:6d:4d0:4e52:62ff:fe0e:548b Ablaufverfolgung beendet.

Abbildung 6: Ping von Windows zu Linux

Wer antwortet auf Multicast-Addressen?

Linux

1	\$ p	oing6 ff02::	1%enp0s31f6 # Stations		
2	PI	NG ff02::1%e	np0s31f6(ff02::1%enp0s31f6) 56 data k	bytes	
3	64	bytes from	fe80::4e52:62ff:fe0e:548b%enp0s31f6:	icmp_seq=1	ttl=64
		time=0.057	ms		
4	64	bytes from	fe80::268:ebff:feb3:3487%enp0s31f6: -	icmp_seq=1 t	tl=64
		time=0.292	ms		
5	64	bytes from	<pre>fe80::fad1:11ff:febd:6612%enp0s31f6:</pre>	<pre>icmp_seq=1</pre>	ttl=64
		time=0.292	ms		
6	64	bytes from	<pre>fe80::dcab:6dff:fef8:ad58%enp0s31f6:</pre>	icmp_seq=1	ttl=64
		time=0.359	ms		
7	64	bytes from	fe80::b858:f6ff:fe60:f766%enp0s31f6:	icmp_seq=1	ttl=64
		time=0.359	ms		
8	64	bytes from	<pre>fe80::a4e2:e2ff:fecd:e47d%enp0s31f6:</pre>	icmp_seq=1	ttl=64
		time=0.359	ms		
9	64	bytes from	fe80::4e52:62ff:fe0e:5401%enp0s31f6:	icmp_seq=1	ttl=64
		time=0.426	ms		
10	64	bytes from	fe80::4e52:62ff:fe0e:e0e6%enp0s31f6:	icmp_seq=1	ttl=64
		time=0.426	ms		
11	64	bytes from	fe80::4e52:62ff:fe0e:545d%enp0s31f6:	icmp_seq=1	ttl=64
		time=0.426	ms		
12	64	bytes from	fe80::4e52:62ff:fe0e:e0e9%enp0s31f6:	icmp_seq=1	ttl=64
		time=0.478	ms		

Praktikum Rechnernetze

13	64 bytes from fe80::b04f:d6ff:fe65:93c7%enp0s31f6: icmp_seq=1 ttl=64
1/	t_{1} me=0.478 ms 64 bytes from for 0.269 obff for 2.2259% opposition for second tt]=64
14	time=0 704 ms
15	64 bytes from $fe80::6039:f6ff:fe7b:b087%enn0s31f6: icmn seq=1 tt]=64$
10	time=0.777 ms
16	64 bytes from fe80::24c5:4ff:fe8a:faeb%enp0s31f6: icmp seg=1 ttl=64
	time=0.777 ms
17	64 bytes from fe80::e0a2:5fff:fe18:2fe8%enp0s31f6: icmp_seg=1 ttl=64
	time=0.777 ms
18	64 bytes from fe80::74a8:deff:fe8b:4aa%enp0s31f6: icmp_seq=1 ttl=64
	time=0.778 ms
19	64 bytes from fe80::6cfd:9fff:fe6d:3174%enp0s31f6: icmp_seq=1 ttl=64
	time=0.841 ms
20	64 bytes from fe80::8461:e8ff:fec4:28e5%enp0s31f6: icmp_seq=1 ttl=64
	time=0.841 ms
21	64 bytes from fe80::40bc:f2ff:fec8:62dd%enp0s3lf6: icmp_seq=1 ttl=64
22	$t_{me=0.841}$ ms
	timo=0 241 ms
23	$64 \text{ bytes from } fe80 \cdot \cdot 609 \cdot 73 \text{ ff} \cdot \text{feas} \cdot 8ac0\% \text{epp0s} 31 \text{ f6} \cdot \text{ icmp } \text{seg=1 } \text{tt} = 64$
20	time=0.888 ms
24	64 bytes from fe80::609:73ff:feaa:8b80%enp0s31f6: icmp seg=1 ttl=64
	time=0.971 ms
25	64 bytes from fe80::215:99ff:fe7f:339d%enp0s31f6: icmp_seq=1 ttl=64
	time=1.21 ms
26	^C
26 27	<pre>^C ff02::1%enp0s31f6 ping statistics</pre>
26 27 28	<pre>^C ff02::1%enp0s31f6 ping statistics 1 packets transmitted, 1 received, +22 duplicates, 0% packet loss, time</pre>
26 27 28 29	<pre>^C ff02::1%enp0s31f6 ping statistics 1 packets transmitted, 1 received, +22 duplicates, 0% packet loss, time</pre>
26 27 28 29 30	<pre> time=1.21 ms ^C ff02::1%enp0s31f6 ping statistics 1 packets transmitted, 1 received, +22 duplicates, 0% packet loss, time</pre>
26 27 28 29 30 31	<pre> time=1.21 ms ^C ff02::1%enp0s31f6 ping statistics 1 packets transmitted, 1 received, +22 duplicates, 0% packet loss, time</pre>
26 27 28 29 30 31 32	<pre> time=1.21 ms ^C ff02::1%enp0s31f6 ping statistics 1 packets transmitted, 1 received, +22 duplicates, 0% packet loss, time</pre>
26 27 28 29 30 31 32	<pre>^C ff02::1%enp0s31f6 ping statistics 1 packets transmitted, 1 received, +22 duplicates, 0% packet loss, time</pre>
26 27 28 29 30 31 32 33	<pre> time=1.21 ms ^C ff02::1%enp0s31f6 ping statistics 1 packets transmitted, 1 received, +22 duplicates, 0% packet loss, time</pre>
26 27 28 29 30 31 32 33	<pre> time=1.21 ms ^C ff02::1%enp0s31f6 ping statistics 1 packets transmitted, 1 received, +22 duplicates, 0% packet loss, time</pre>
26 27 28 29 30 31 32 33 33	<pre>^C ff02::1%enp0s31f6 ping statistics 1 packets transmitted, 1 received, +22 duplicates, 0% packet loss, time</pre>
26 27 28 29 30 31 32 33 33 34	<pre>^C ff02::1%enp0s31f6 ping statistics 1 packets transmitted, 1 received, +22 duplicates, 0% packet loss, time</pre>
26 27 28 29 30 31 32 33 33 34 35	<pre>^C ff02::1%enp0s31f6 ping statistics 1 packets transmitted, 1 received, +22 duplicates, 0% packet loss, time</pre>
26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36	<pre>^C ff02::1%enp0s31f6 ping statistics 1 packets transmitted, 1 received, +22 duplicates, 0% packet loss, time</pre>
26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36	<pre>// C // C // C // C // C // C // C //</pre>
26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37	<pre>^C ff02::1%enp0s31f6 ping statistics 1 packets transmitted, 1 received, +22 duplicates, 0% packet loss, time</pre>
26 27 28 30 31 32 33 33 34 35 36 37	<pre>^C ff02::1%enp0s31f6 ping statistics 1 packets transmitted, 1 received, +22 duplicates, 0% packet loss, time</pre>
26 27 28 30 31 32 33 33 34 35 36 37 38	<pre>^C ff02::1%enp0s31f6 ping statistics 1 packets transmitted, 1 received, +22 duplicates, 0% packet loss, time</pre>
26 27 28 30 31 32 33 34 35 36 37 38	<pre>^C ff02::1%enp0s31f6 ping statistics 1 packets transmitted, 1 received, +22 duplicates, 0% packet loss, time</pre>
26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39	<pre>^C ff02::1%enp0s31f6 ping statistics 1 packets transmitted, 1 received, +22 duplicates, 0% packet loss, time</pre>
26 27 28 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39	<pre>ctime=1.21 ms ^C ff02::1%enp0s31f6 ping statistics 1 packets transmitted, 1 received, +22 duplicates, 0% packet loss, time</pre>
26 27 28 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40	<pre>time=1.21 ms ^C ff02::1%enp0s31f6 ping statistics 1 packets transmitted, 1 received, +22 duplicates, 0% packet loss, time</pre>

Windows

PS C:\WINDOWS\system32> ping -6 ff02::1%12	^	File Edit V	iew Go	Capture Analyze Statistics Telephony Wireless To	iols Help		
Ding wind successführt für FF01:1912 mit 23 Dutes Dates:	- 11	1		R D 4 + + = 7 & = = 0.0 0.0	11		
Ping wind adsgerunnt für 1102biz mit 52 bytes Daten. Zeitüberschreitung der Anforderung	1	lamous.					
Zeitüberschreitung der Anforderung.	H	pr mipro		-			
Lereubersen ereung der Antoraerung.		No. Time		Source	Destination	Protocol	Length Info
		4 1.5	23435	te80::4e52:62ff:te8e:542b	TT02::1	ICMPv6	94 Echo (ping) request id=0x0
		5 1.5	23724	fe80::fad1:11ff:febd:6612	fe80::4e52:62ff:fe0e	ICMPv6	94 Echo (ping) reply id=0x000.
		6 1.5	23724	fe80::4e52:62ff:fe8e:548b	fe80::4e52:62ff:fe0e	ICMPv6	94 Echo (ping) reply id=0x000
		7 1.5	23724	fe80::4e52:62ff:fe0e:e0e9	fe80::4e52:62ff:fe0e	ICMPv6	94 Echo (ping) reply id=0x000
		8 1.5	23799	fe80::4e52:62ff:fe0e:545d	fe80::4e52:62ff:fe0e	ICMPv6	94 Echo (ping) reply id=0x000
		9 1.5	23800	fe80::4e52:62ff:fe0e:e0e6	fe80::4e52:62ff:fe0e	ICMPv6	94 Echo (ping) reply id=0x000
		10 1.5	23800	fe80::4e52:62ff:fe0e:5401	fe80::4e52:62ff:fe0e	ICMPv6	94 Echo (ping) reply id=0x000
		11 1.5	23846	fe80::dcab:6dff:fef8:ad58	fe80::4e52:62ff:fe0e	ICMPv6	94 Echo (ping) reply id=0x000
		12 1.5	23846	fe80::a4e2:e2ff:fecd:e47d	fe80::4e52:62ff:fe0e	ICMPv6	94 Echo (ping) reply id=0x000
		13 1.5	23850	fe80::268:ebff:feb3:3487	fe80::4e52:62ff:fe0e	ICMPv6	94 Echo (ping) reply id=0x000
		14 1.5	23850	fe80::b858:f6ff:fe60:f766	fe80::4e52:62ff:fe0e	ICMPv6	94 Echo (ping) reply id=0x000…
		15 1.5	24050	fe80::b04f:d6ff:fe65:93c7	fe80::4e52:62ff:fe0e	ICMPv6	94 Echo (ping) reply id=0x000
		16 1.5	24050	fe80::268:ebff:feb3:3358	fe80::4e52:62ff:fe0e	ICMPv6	94 Echo (ping) reply id=0x000
		17 1.5	24103	fe80::e0a2:5fff:fe18:2fe8	fe80::4e52:62ff:fe0e	ICMPv6	94 Echo (ping) reply id=0x000
		18 1.5	24103	fe80::74a8:deff:fe8b:4aa	fe80::4e52:62ff:fe0e	ICMPv6	94 Echo (ping) reply id=0x000.
		19 1.5	24105	fe80::6039:f6ff:fe7b:b087	fe80::4e52:62ff:fe0e	ICMPv6	94 Echo (ping) reply id=0x000.
		20 1.5	24105	fe80::24c5:4ff:fe8a:faeb	fe80::4e52:62ff:fe0e	ICMPv6	94 Echo (ping) reply id=0x000
		21 1.5	24152	fe80::f02a:80ff:fe19:5233	fe80::4e52:62ff:fe0e	ICMPv6	94 Echo (ping) reply id=0x000
		22 1.5	24154	fe80::6cfd:9fff:fe6d:3174	fe80::4e52:62ff:fe0e	ICMPv6	94 Echo (ping) reply id=0x000
		23 1.5	24154	fe80::8461:e8ff:fec4:28e5	fe80::4e52:62ff:fe0e	ICMPv6	94 Echo (ping) reply id=0x000
		24 1.5	24154	fe80::40bc:f2ff:fec8:62dd	fe80::4e52:62ff:fe0e	ICMPv6	94 Echo (ping) reply id=0x000
		25 1.5	24260	fe80::215:99ff:fe7f:339d	fe80::4e52:62ff:fe0e	ICMPv6	94 Echo (ping) reply id=0x000.
		26 1.5	24379	fe80::609:73ff:feaa:8b80	fe80::4e52:62ff:fe0e	ICMPv6	94 Echo (ping) reply id=0x000.
		27 1.6	65527	fe80::609:73ff:feaa:8ac0	fe80::4e52:62ff:fe0e	ICMPv6	94 Echo (ping) reply id=0x000

Abbildung 7: Ping alle IPv6 Clients

PS C:\WINDOWS\system32> ping -6 ff02::2%12	▲ File	Edit Vie	v Go Capture Analyze Statistics Telephony Wireless	Tools Help			
Ping wird ausgeführt für ff02::2%12 mit 32 Bytes Daten: Zeitüberschreitung der Anforderung.		impv6		Q. II			×
	No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length Info	
	C	3 1.350	981 fe80::4e52:62ff:fe0e:542b	ff02::2	ICMPv6	94 Echo (pin	g) request id=0x000
		4 1.351	331 fe80::268:ebff:feb3:3487	fe80::4e52:62ff:fe8e.	. ICMPv6	94 Echo (pin	g) reply id=0x0001,
		5 1.351	331 fe80::fad1:11ff:febd:6612	fe80::4e52:62ff:fe0e.	. ICMPv6	94 Echo (pin	g) reply id=0x0001,
		6 1.351	672 fe80::268:ebff:feb3:3358	fe80::4e52:62ff:fe0e.	. ICMPv6	94 Echo (pin	g) reply id=0x0001,
	L .	13 6.145	107 fe80::4e52:62ff:fe0e:542b	ff02::2	ICMPv6	94 Echo (pin	g) request id=0x000
		14 6.145	482 fe80::fad1:11ff:febd:6612	fe80::4e52:62ff:fe0e.	. ICMPv6	94 Echo (pin	g) reply id=0x0001,
		15 6.145	559 fe80::268:ebff:feb3:3487	fe80::4e52:62ff:fe8e.	. ICMPv6	94 Echo (pin	g) reply id=0x0001,
		16 6.145	952 fe80::268:ebff:feb3:3358	fe80::4e52:62ff:fe0e.	. ICMPv6	94 Echo (pin	g) reply id=0x0001,

Abbildung 8: Ping IPv6 Multicast

Mit einem Ping mit Hilfe von ping6 ff02::1%enp0s31f6 lassen sich alle Nodes im Netzwerk anpingen. Im Gegensatz dazu antworten bei ping6 ff02::2%enp0s31f6 alle Router.

Können Sie einzelne Nodes anhand der MAC-Adresse identifizieren?

Die Station fe80::fad1:11ff:febd:6612 konnte erkannt werden; diese ist wie zuvor schon beschrieben (ip -6 route show) das Standardgateway.

Wieviele unterschiedliche Stationen antworten darauf, oder wieviele aktive Komponenten im RN-LAN arbeiten bereits mit IPv6?

Es sind 23 IPv6-Stationen im Netzwerk; die Adressen der Router fe80::fad1:11ff:febd:6612, fe80::268:ebff:feb3:3487 und fe80::268:ebff:feb3:3358 finden sich wie oben zu erkennen ist auch im ersten ping-Command.

3 IPv6 und DNS

Identifizieren Sie mit Wireshark die Pakete mit denen der Router im Netz das Prefix mitteilt. Welches Protokoll wird dafür benutzt und um welchen Type handelt es sich und wie lautet die Zieladresse des Pakets?

Das verwendete Protkoll ist wie auch in den unten stehenden Screenshots zu sehen ICMPv6. Die Types sind Router Solicitation und Router Advertisement. Die Zieladresse des Pakets ist die Multicast-Adresse ff02::1.

Router Solicitation:



Abbildung 9: Router Solicitation

Praktikum Rechnernetze

Wireshark - Packet 49 - enp0s31f6	×
<pre>> Frame 49: 70 bytes on wire (560 bits), 70 bytes captured (560 bits) on interface enp0s3if6, id 0 > Ethernet II, Src: FujitsuT_0e:54:8b (dc:52:62:0e:54:8b), Dst: IPv6mcast_02 (33:33:0e:00:0e:02) > Destination: IPv6mcast_02 (33:33:0e:00:0e:02) Address: IPv6mcast_02 (33:33:0e:00:0e:02)1</pre>	
rype. Irvo (oxodod)) Internet Protocol Version 6, Src: fe80::4e52:62ff:fe0e:548b, Dst: ff02::2	
- Internet Control Message Protocol v6	
Code: 0	
Checksum: 0x7556 [correct] [Checksum Status: Good] Reserved: 000000000 - TOMPut Ontion (Source link lawer address : 40:52:62:00:54:00)	¥
00000 33 33 00 00 02 42 52 62 02 62 62 22 62 60 00	
No. 49 · Imre: 53.59/968928 · Source: re80::4e52:b2ff:re0e:348b - Vestination: ffU2::2 · Protocol: ICMPvb - Length: // - Into: Kouter Solicitation from 4c:52.62/0e:54:8b	
(B) Help	se

Abbildung 10: Router Solicitation Details: Die Zieladdresse ist ff02::1.

Router Advertisement:

*enp0x3116 ×						
<u>File Edit View Go Capture Analyze</u>	Statistics Telephony Wireless Tools	Help				
🥂 🔳 🖉 🕥 🛄 🛅 🗙 🙆 🤇	2 🗠 🗞 🤌 🕄 🔝 🖾					
icmpv6				X 🗆 🔹 +		
No. Time Source 14.10.969686866 660::465 :680::465 30.30.342108140 : : 34.31.46221555 : : 34.31.46221555 : : 35.31.462235557 : : 36.31.474113948 : : 36.33.76262.8 : : 36.33.76262.8 : :	Destination 2:82ff:fe0. ff02:11ff04:0612 ff02:11ff04:0612 ff02:116 ff02:116 ff02:116 ff02:1176 2:82ff:fe0. ff02:12 2:82ff:fe0. ff02:12 2:82ff:fe0. ff02:12 1:22ff:fe1.	Protocol Length Info ICMPv0 60 Neighbor Solicitation ICMPv0 99 Multicast Listener Rey ICMPv0 99 Multicast Listener Rey Rey 80 Neighbor Solicitation ICMPv0 70 Router Solicitation ICMPv0 70 Poliet Solicitation f ICMPv0 99 Multicast Listener Rey ICMPv0 99 Multicast Listener Rey Rey Rev 79 Router Solicitation f ICMPv0 70 Router Solicitation f Reverso 90 Multicast Listener Rey Reverso 90 Router Solicitation f Reverso 70 Reverso 70	for fe80::fad1:11ff;febd:6612 from 4c:52:62:00:54 ort Message V2 for fe80::4692:62ff;fe00:548b ort Message V2 art:52:62fc:F5:00 ort Message V2 ort Message V2 ort Message V2 ort Message V2 ort Message V2	1:20		
51 53.422132568 :: 54 36.466118769 fe80::4e5 56 36.806119858 fe80::4e5 115 45.152524849 fe80::fa8 122 45.27732810 fe80::fa4 123 45.277338694 2001:470:	ff0::1:1ff0e:548b ff0::1:1ff0e:548b 2:62ff:fe0_ff02::16 2:62ff:fe0_ff02::16 1:11ff:feb_ff02:1:1ff0e:541b 1:11ff:feb_2001:470:6d:4d0:4e5_ 6d:4d0:4e5_fe80::fad1:11ff:feb_	ICMPv6 16 ROUCE/ AUCH Issuent ICMPv6 96 Multicast Listener Rej ICMPv6 90 Multicast Listener Rej ICMPv6 86 Neighbor Solicitation ICMPv6 86 Neighbor Solicitation ICMPv6 78 Neighbor Advertisement	14m 18:01:11:00:00:12 for 2001:170:01:400:462:02ff:fe0e:548b ort Message V2 ort Message V2 for 2001:470:60:400:4652:02ff:fe0e:541b from f8:c for 2001:470:60:440:4652:02ff:fe0e:548b from f8:c 2001:470:60:400:4652:02ff:fe0e:548b (sol)	11:11:bd:66:12 31:11:bd:60:12		
 Internet Control Message Proto Type: Router Advertisement (Code: 0 Checksum Status: Good) Checksum Status: Good) Cur hop limit: 46 (Router Lifetime (s): 1000 Reachable time (ms): 0 Retrans Liner (ms): 0 Retrans Length: 4 Flag: 8xc0, 0n-link flag() Valid Lifetime: 34800 Preferred Lifetime: 34800 Retrans Contestant Gendenter 	col VG 134) uuter Preference): Medium mation : 2001:470:6d:4d0::/64) 3) .), Autonomous address-configura	ion flag(A)				
0000 33 33 00 00 00 11 61 11 0010 00	11 bd 66 12 86 dd 69 09 33 90 00 60 00 00 60 6 14 91 00 00 00 00 00 60 6 13 88 40 00 07 08 00 00 10 cd 00 01 51 80 00 00 10 cd 00 01 51 80 00 00 77 00 00 60 dd 60 00 00 78 d1 11 bd 66 12	- f 2.αθ θ μ.τ. μ.τ. τ.				
An IP address or a prefix of an IP address	ddress (icmpv6.opt.prefix), 16 bytes		Packets: 124 -	Displayed: 17 (13.7%) · Dropped: 0 (0.0%) Profile: Defaul		

Abbildung 11: Router Advertisement

Praktikum Rechnernetze

Wireshark - Packet 50 - enp0s31f6	×
• Frame 59: 110 bytes on wire (880 bits), 110 bytes captured (800 bits), 010 • Fernment II, Src: Tp.LinkT_bdi:60:12 (f8:di:11:bdi:60:12), Dst: IPv0mcast_01 (33:33:00:09:09:01) • Methant Fernet II, Src: Tp.LinkT_bdi:60:12 (f8:di:11:bdi:60:12), Dst: IPv0mcast_01 (33:33:00:09:09:01) • Methant Fernet II, Src: Tp.LinkT_bdi:60:12 (f8:di:11:bdi:60:12),	×
No: 50 · Time: 35.399525269 · Source: fe80-fad1:11ff-febd:6612 · Destination: ff02::1 · Protocol: ICMPv6 · Length: 110 · Info: Router Advertisement from f8:d1:11:bd:66:12	
■ Help	ose

Abbildung 12: Router Advertisement Details: Die Zieladdresse ist ff02::1.

Kommen Sie raus in das Internet? Was ist dazu noch erforderlich?

Linux

```
1 praktikum@rn05:~$ ping google.com
2 PING google.com(fra24s06-in-x0e.1e100.net (2a00:1450:4001:829::200e))
      56 data bytes
3 64 bytes from fra24s06-in-x0e.1e100.net (2a00:1450:4001:829::200e):
      icmp_seq=1 ttl=117 time=55.7 ms
4 ^C
5 --- google.com ping statistics ---
6 1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms
7 rtt min/avg/max/mdev = 55.651/55.651/55.651/0.000 ms
8 praktikum@rn05:~$ sudo ip addr del 141.62.66.5/24 dev enp0s31f6
9 praktikum@rn05:~$ ip a
10 1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue state UNKNOWN
      group default glen 1000
       link/loopback 00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00
11
12
      inet 127.0.0.1/8 scope host lo
          valid_lft forever preferred_lft forever
13
      inet6 ::1/128 scope host
14
15
         valid_lft forever preferred_lft forever
16 2: enp0s31f6: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc
      pfifo_fast state UP group default glen 1000
  link/ether 4c:52:62:0e:54:8b brd ff:ff:ff:ff:ff
```

```
18
       inet6 2001:470:6d:4d0:4e52:62ff:fe0e:548b/64 scope global dynamic
          mngtmpaddr
          valid_lft 86055sec preferred_lft 14055sec
19
       inet6 fe80::4e52:62ff:fe0e:548b/64 scope link
          valid_lft forever preferred_lft forever
21
22 praktikum@rn05:~$ ping 8.8.8.8
23 ping: connect: Network is unreachable
24 praktikum@rn05:~$ ping google.com
25 ping: google.com: Name or service not known
26 praktikum@rn05:~$ ping6 2a00:1450:4001:829::200e
27 PING 2a00:1450:4001:829::200e(2a00:1450:4001:829::200e) 56 data bytes
28 64 bytes from 2a00:1450:4001:829::200e: icmp_seq=1 ttl=117 time=55.9 ms
29 64 bytes from 2a00:1450:4001:829::200e: icmp_seq=2 ttl=117 time=56.0 ms
30 ^C
31 --- 2a00:1450:4001:829::200e ping statistics ---
32 2 packets transmitted, 2 received, 0% packet loss, time 1001ms
33 rtt min/avg/max/mdev = 55.925/55.962/56.000/0.037 ms
```

Wie zu erkennen ist, können DNS-Requests noch nicht beantwortet werden (sudo ip addr del 141.62.66.5/24 dev enp0s31f6 deaktiviert hier IPv6), wird jedoch die IPv6-Addresse 2a00 :1450:4001:829::200e direkt verwendet, so kann eine direkte Verbindung (hier z.B. zu Google) aufgebaut werden. Um das Internet jedoch in vollem Umfang nutzen zu können, muss noch ein IPv6-fähiger Nameserver eingerichtet werden.

Windows

Wie bereits unter Linux beschrieben müssen wir einen IPv6-fähigen Nameserver hinterlegen. Dies können wir über Windows wieder mit Hilfe des GUIs erledigen Systemsteuerung > Netzwerk und ethernet > Netzwerkverbindungen > Adaptereinstellungen > Eigenschaften von Internetprotokoll, Version 6 (TCP/IPv6. Hier kann im Feld Bevorzugter DNS-Server der DNS-Server hinterlegt und mit dem OK-Button bestätigt werden.

Praktikum Rechnernetze

😰 Netzwerk	verbindungen			_		×
$\leftarrow \rightarrow \cdot$	↑ 😰 ≪ Alle Syste → Netzwerkverbindungen	~	ē	"Netzwerkver	bindun.	<i>p</i>
Datei Rear	heiten Ansicht Enweitert Extrac	- X	ľ	i × ~		
Netzwerk	k Freigabe	Host-Only	» Netwo	is= ▼		•
Eig	genschaften von Internetprotokoll, Version 6 (TCP/IPv6)				×	
	Ilgemein IPv6-Einstellungen können automatisch zugewiesen werden, w unterstützt. Wenden Sie sich andernfalls an den Netzwerkadmi IPv6-Einstellungen zu beziehen. IPv6-Adresse automatisch beziehen Folgende IPv6-Adresse verwenden: IPv6-Adresse: Subnetzpräfixlänge:	venn das Ne inistrator, u	tzwerk (diese Funktion eeigneten		
2 otel	Standardgateway:					EE 💽 .
E	DNS-Serveradresse automatisch beziehen Solgende DNS-Serveradressen verwenden:					
erb	Bevorzugter DNS-Server: 2001:4860:4860::888	8				
	Alternativer DNS-Server:					
die Die Seite	Einstellungen beim Beenden überprüfen			Erweitert		
ie Netz			C	K Abbre	chen	

Abbildung 13: IPv6 DNS Server hinterlegen

Rufen Sie die Webseite www.kame.net mittels IPv6-Adresse auf (kame.net ist manchmal instabil, alternativ versuchen Sie ipv6.google.com)

Zuerst wurde ein IPv6-fähiger Nameserver eingerichtet und getestet:

```
1 $ cat /etc/resolv.conf
2 nameserver 2001:4860:4860::8888
3 $ ping6 2001:4860:4860::8888
4 PING 2001:4860:4860::8888(2001:4860:4860::8888) 56 data bytes
5 64 bytes from 2001:4860:4860::8888: icmp_seq=1 ttl=119 time=34.1 ms
```

```
6 ^C
 7 --- 2001:4860:4860::8888 ping statistics ---
8 1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time Oms
 9 rtt min/avg/max/mdev = 34.118/34.118/34.118/0.000 ms
10 $ dig @2001:4860:4860::8888 +noall +answer google.com AAAA
11 google.com. 300 IN AAAA 2a00:1450:4005:802::200e
12 $ dig +noall +answer google.com AAAA
13 google.com. 300 IN AAAA 2a00:1450:4005:802::200e
14 $ ping google.com
15 PING google.com(ham02s21-in-x0e.1e100.net (2a00:1450:4005:802::200e))
      56 data bytes
16 64 bytes from ham02s21-in-x0e.le100.net (2a00:1450:4005:802::200e):
      icmp_seq=1 ttl=119 time=26.5 ms
17 ^C
18 --- google.com ping statistics ---
19 1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time Oms
20 rtt min/avg/max/mdev = 26.463/26.463/26.463/0.000 ms
```

www.kame.net zeigt eine sich bewegende Schildkröte:

The KAME project x +	x
(<) → C û 0 ≜ https://www.kame.net … ♡ ☆ 0, Search	In 🖻 🗢 📽 😑
The KAME project 1998.4 - 2006.3	
Dancing kame by <u>ateller mornonga</u> The KAME project was a joint effort of six companies in Japan to provide a free stack of IPv6, Ipv6 for BSD variants.	
Our products are available in: • FreeBSD 4.0 and beyond • DoenBSD 2.7 and beyond • NetBSD 1.5 and beyond • BSD/OS 4.2 and beyond	
The project officially concluded in March 2006 (see posser contained from the WIDE project), Almost all of our implemented code has been merged to FreeBSD and NetBSD. The historical archive of the KAME repository is available at <u>alminis</u> for the contained of t	

Abbildung 14: Firefox stellt www.kame.net dar

Mit welcher IPv6-Adresse sie im Netz unterwegs sind, zeigt die Seite http://www.heise.de/netze/tools/meineip-adresse an

Linux

Wir haben hierzu den Dienst ifconfig.io verwendet.

```
1 $ curl https://ifconfig.io
2 2001:470:6d:4d0:4e52:62ff:fe0e:548b
```

Windows

Dieses mal wurde die IPv6-Adresse mit Hilfe von Heise herausgefunden.



Abbildung 15: Heise meine IP Adresse

Welche IPv6-Adresse hat http://www.google.com?

1	\$ dig +noall	+answer google.com	AAAA
2	google.com.	300 IN AAAA	2a00:1450:4005:802::200e

Die IPv6-Adresse von http://www.google.com lautet 2a00:1450:4005:802:200e.

Was ist das besondere an der IPv6-Adresse von Facebook?

1 \$ dig +noall +answer facebook.com AAAA
2 facebook.com. 300 IN AAAA 2a03:2880:f131:83:face:b00c:0:25de

Facebook hat das 5. und 6. Hextet face und b00c, als Anspielung zum Firmennamen, in deren IPv6-Addresse.

Lösen Sie mittels nslookup oder dig die URL openldap.org in die IPv6-Adresse auf!

```
1 $ dig +noall +answer openIdap.org AAAA
2 openIdap.org. 300 IN AAAA 2600:3c00:e000:2d3::1
```

Die IPv6-Adresse von openIdap.org lautet 2600:3c00:e000:2d3::1.

4 Neighbor Solicitation

Starten Sie den "Kabelhai" und pingen Sie ihren Nachbarrechner. Welches Protokoll/Type wird anstatt ARP zur Ermittlung der MAC-Adressen verwendet?

Windows

🗵 Administrator: Windows PowerShell –	×	4	Capturing from Inte	el(R) Ethernet Connection (2) I219-LM: Ethernet			-	• ×
PS C:\WINDOWS\system32> netsh int ipv6 del neigh	-	File	Edit View Go	Capture Analyze Statistics Telephony V	Vireless Tools Help			
ok.		10	= 🧟 🛞 🗌 🛛	2 🕅 🖻 🍳 🗢 🗢 🕾 🗑 🛓 📃 🍳	a a a 👳			
PS C:\WINDOWS\system32> ping -6 2001:470:6d:4d0:4e52:62ff:fe0e:548b			pply a display filter	<ctrl-></ctrl->				+
Ping wird ausgeführt für 2001-470-6d-4d0-4e52-62ff-fe0e-548h mit 32 Rytes Daten.		No.	Time	Source	Destination	Protocol Length	Info	^
Antwort you 2001.470.661.400.452.62767.600.5486. Zaitzins			1 0.000000	2001:470:6d:4d0:4e52:62ff:fe0e:542b	2001:4860:4860::8888	DNS	96 Standard query 0x92ac AAA	A dns.msf
Antwort von 2001:470:6d:4d0:4e52:62ff:fe0e:548b: Zeit<1ms			2 0.034624	fe80::fad1:11ff:febd:6612	ff02::1:ff0e:542b	ICNPv6	86 Neighbor Solicitation for	2001:470
Antwort von 2001:470:6d:4d0:4e52:62ff:fe0e:548b: Zeit<1ms			3 0.592833	26:c5:04:8a:fa:eb	ff:ff:ff:ff:ff:ff	ARP	60 Who has 141.62.66.107? Te	11 141.62
Antwort von 2001:470:6d:4d0:4e52:62ff:fe0e:548b: Zeit<1ms			4 1.031792	fe80::fad1:11ff:febd:6612	ff02::1:ff0e:542b	ICMPv6	86 Neighbor Solicitation for	2001:470
				04:09:73:aa:8b:ba	01:80:c2:00:00:00		119 MST. Root = 32768/0/00:1a	:cl:5e:eb
Ping-Statistik für 2001:470:6d:4d0:4e52:62ff:fe0e:548b:			6 1.566385	26:c5:04:8a:fa:eb	ff:ff:ff:ff:ff	ARP	60 Who has 141.62.66.108? Te	11 141.62
Pakete: Gesendet = 4. Empfangen = 4. Verloren = 0			7 1.616501	26:c5:04:8a:fa:eb	ff:ff:ff:ff:ff:ff	ARP	60 Who has 141.62.66.107? Te	11 141.62
(0% Verlust).			8 1.768680	te80::4e52:62tt:te0e:542b	te80::tad1:11tt:tebd.	. ICMPv6	86 Neighbor Solicitation for	te80::ta
Ca. Zeitangaben in Millisek.:			9 1.768982	te80::tad1:11tt:tebd:6612	te80::4e52:62tt:te0e.	ICNPv6	78 Neighbor Advertisement fel	80::tad1:
Minimum = Oms. Maximum = Oms. Mittelwert = Oms			10 2.031839	te80::tad1:11tt:tebd:0612	1102::1:110e:542b	ICNPv6	86 Neighbor Solicitation for	2001:470
PS_C:\WINDOWS\system32>			11 2.265898	04:09:73:aa:80:Da	01:80:02:00:00:00	LLDP	321 MA/04:09:73:aa:80:80 LA/6	120 SysN.
			12 2.576736	26:c5:04:8a:ta:eb	*****	ARP	60 Who has 141.62.66.108? Te.	11 141.62
			13 2.907764	2001:470:6d:4d0:4e52:62tt:te0e:542b	tt02::1:ttbd:6612	ICNPv6	86 Neighbor Solicitation for	te80::ta
			14 2.908035	2001:4860:4860::8888	2001:470:6d:4d0:4e52.	. DNS	124 Standard query response 0	x92ac AAA
			15 2.908035	Te80::Tad1:11TT:Tebd:6612	2001:470:60:400:4e52.	. ТСМРУБ	86 Neighbor Advertisement Tel	80::Tad1:
			16 3.265826	041091731aa1801ba	01180122100100100	STP	119 MST. NOOT = 32768/0/00:18	ICIISEIED.
			1/ 3.571181	201051041881T8180	*****	ARP	60 MHO MAS 141.62.66.109/ Te.	11 141.62
			18 3.600371	26:c5:04:8a:ta:eb	11.11.11.11.11.11	ARP	60 Who has 141.62.66.108? Te.	11 141.62
			19 3.769893	2001:470:60:400:4052:62TT:T000:5420	1102::1:1100:6612	тсмрув	86 Neighbor Solicitation for	Tesu::Ta
			20 3.770137	Tes0::Tad1:11TT:Tebd:6612	2001:470:6d:4d0:4e52.	. 1CMPV6	86 Neignbor Advertisement fel	80::Tadl:

Abbildung 16: Solicitation und Advertisement-Pakete in Wireshark - Windows

Linux

```
1 $ sudo ip neigh flush dev enp0s31f6
2 $ ping6 fe80::fad1:11ff:febd:6612
3 PING fe80::fad1:11ff:febd:6612(fe80::fad1:11ff:febd:6612) 56 data bytes
4 64 bytes from fe80::fad1:11ff:febd:6612%enp0s31f6: icmp_seq=1 ttl=255
        time=0.568 ms
5 ^C
6 --- fe80::fad1:11ff:febd:6612 ping statistics ---
7 1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms
8 rtt min/avg/max/mdev = 0.568/0.568/0.0000 ms
```

					*enp0s31f6	×
<u>F</u> ile <u>I</u>	dit <u>V</u> iew <u>G</u> o <u>C</u> apt	ure <u>A</u> nalyze <u>Statistics</u> Telephony <u>W</u> ire	eless <u>T</u> ools <u>H</u> elp			
	🥂 🛞 🖪 🛅	🛛 🖉 🖉 💮 🖉 📓	. 📃 o o o 🎹			
icm;	0v6					*
No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length Info	
	25 8.002806299	fe80::4e52:62ff:fe0e:542b	ff02::1:ffbd:6612	ICMPv6	86 Neighbor Solicitation for fe80::fad1:11ff:febd:6612 from 4c:52:62:0e:54:2b	
	26 8.050360016	fe80::4e52:62ff:fe0e:542b	ff02::1:ffbd:6612	ICMPv6	86 Neighbor Solicitation for fe80::fad1:11ff:febd:6612 from 4c:52:62:00:54:20	
	30 9.919317358	fe80::fad1:11TT:TeDd:6612	ff02::1:ffbd:6612	TCMPV6	86 Neighbor Solicitation for 200114/0:061400:093110820:0907 ffom f8:01:11:00:06112 86 Neighbor Solicitation for 6880:f601:1100.60012 from 40:52:08-0614.8b	
	34 12.976149355	fe80::fad1:11ff:febd:6612	fe80::4e52:62ff:fe0	ICMPv6	86 Neighbor Advertisement fe88::fadiliff:febd:6612 (rtr, sol, ovr) is at f8:d1:11:bd:66:12	
	35 12.976174889	fe80::4e52:62ff:fe0e:548b	fe80::fad1:11ff:feb.	ICMPv6	118 Echo (ping) request id=0x87dc, seq=1, hop limit=64 (reply in 36)	
	36 12.976398763	fe80::fad1:11ff:febd:6612	fe80::4e52:62ff:fe0.	ICMPv6	118 Echo (ping) reply id=0x87dc, seq=1, hop limit=255 (request in 35)	
	37 12.977278104	fe80::fad1:11ff:febd:6612	2001:470:6d:4d0:4e5	ICMPv6	86 Neighbor Solicitation for 2001:470:66:4d0:4652:62ff:fe00:548b from f8:d1:11:bd:66:12	
	41 17 977394843	fe80: fad1:11ff:febd:6612	fe80::4e52:62ff:fe0	TCMPv6	76 Neighbor Auvertisement 2001.470.00.4822.6021.11000.3400 (Sol)	
	42 17.977432122	fe80::4e52:62ff:fe0e:548b	fe80::fad1:11ff:feb.	ICMPv6	78 Neighbor Advertisement fe80::4e52:62ff:fe0e:548b (sol)	
	44 20.050815013	fe80::4e52:62ff:fe0e:542b	ff02::1:ffbd:6612	ICMPv6	86 Neighbor Solicitation for fe80::fad1:11ff:febd:6612 from 4c:52:62:0e:54:2b	
	56 34.797401538	fe80::fad1:11ff:febd:6612	2001:470:6d:4d0:4e5.	ICMPv6	86 Neighbor Solicitation for 2001:470:6d:4d0:4e52:62ff:fe0e:548b from f8:d1:11:bd:66:12	
	57 34.797438306	2801:478:6d:4d0:4e52:62ff:fe8e:	ff02::1:ffbd:6612	ICMPv6	78 Neighbor Advertisement 2001:470:6d:4d0:4e52:627f:fe0e:548b (sol)	
	29.29.00100000	16004652.0211.1606.5420	11021.1100.0012	TCHEVO	so weighbor Sollettation for resolation for resolation weights	
0 7	wireshark_enp0s31f	6PY08B1.pcapng			Packets: 59 · Displayed: 15 (25.4%) · Selected: 2 (3.4%) · Dropped: 0 (0.0%)	Profile: Default

Abbildung 17: Solicitation und Advertisement-Pakete in Wireshark - Linux

Hier wird ICMPv6 mit den Types Neighbor Solicitation und Neigbor Advertisement verwendet.

Welche Zieladresse wird im ersten Neighbour-Paket verwendet und um welchen Adresstyp handelt es sich?

Es wird eine Multicast-Addresse (ff02::1:ffbd:6612) verwendet.

5 IPv6-Header

Starten Sie Wireshark und senden sie ein ping an einen IPv6-fähigen Webserver (www.ix.de, http://www.heise.de, http://www.kame.net), stoppen Sie Wireshark und schauen sich den Trace an.

Windows



Abbildung 18: Ping Heise

Linux

1	\$ ping www.kame.net
2	PING www.kame.net(2001:2f0:0:8800:226:2dff:fe0b:4311 (2001:2f0
	:0:8800:226:2dff:fe0b:4311)) 56 data bytes
3	64 bytes from 2001:2f0:0:8800:226:2dff:fe0b:4311 (2001:2f0:0:8800:226:2
	dff:fe0b:4311): icmp_seq=1 ttl=48 time=317 ms
4	64 bytes from 2001:2f0:0:8800:226:2dff:fe0b:4311 (2001:2f0:0:8800:226:2
	dff:fe0b:4311): icmp_seq=2 ttl=48 time=271 ms
5	64 bytes from 2001:2f0:0:8800:226:2dff:fe0b:4311 (2001:2f0:0:8800:226:2
	dff:fe0b:4311): icmp_seq=3 ttl=48 time=273 ms
6	64 bytes from 2001:2f0:0:8800:226:2dff:fe0b:4311 (2001:2f0:0:8800:226:2
	dff:fe0b:4311): icmp_seq=4 ttl=48 time=271 ms
7	64 bytes from 2001:2f0:0:8800:226:2dff:fe0b:4311 (2001:2f0:0:8800:226:2
	dff:fe0b:4311): icmp_seq=5 ttl=48 time=271 ms
8	64 bytes from 2001:2f0:0:8800:226:2dff:fe0b:4311 (2001:2f0:0:8800:226:2
	dff:fe0b:4311): icmp_seq=6 ttl=48 time=271 ms
9	64 bytes from 2001:2f0:0:8800:226:2dff:fe0b:4311 (2001:2f0:0:8800:226:2
	dff:fe0b:4311): icmp_seq=7 ttl=48 time=271 ms
10	64 bytes from 2001:2†0:0:8800:226:2dff:fe0b:4311 (2001:2†0:0:8800:226:2
	dff:fe0b:4311): 1cmp_seq=8 ttl=48 t1me=272 ms
11	
12	www.kame.net ping statistics
13	8 packets transmitted, 8 received, 0% packet loss, time 7008ms
14	rtt min/avg/max/mdev = 2/1.343/2//.307/316.896/14.971 ms



Abbildung 19: Packets, welche in Wireshark gecaptured wurden

Wodurch wird im Ethernet-Frame auf das eingepackte IPv6 hingewiesen?



Abbildung 20: IPv6-Protokoll-Typ in Wireshark

Der Type IPv6 im Ethernet-Frame lässt auf das "eingepackte" IPv6 schließen.

Welche Bedeutung haben folgende Felder des IPv6-Headers und gibt es Entsprechungen in IPv4?

Version	Traffic Class	Flow Label	Payload Length	HonLimit
			Length	
IPvØieses	Die Traffic Class ist ein	Mit dem Flow-Label	Das "Payload-	Das Hop-Limit
Feldist	Indikator fur Class oder	kann angegeben	Length" Feld	gibt die
4 bits	Prioritat des IPv6 Packets.	werden, dass ein	gibt die Lange	maximale
lang	So konnen einzelne	IPv6 Paket des	des Payloads,	Anzahl an aufein-
und	Packets mit einer höheren	selben Flows von	also die Länge	anderfolgenden
enthalt	Prioritat versehen werden.	Routern speziell	des Pakets	Nodes an, die
die	Kommt es zu einem Stau	behandelt werden	ohne Beruck-	ein Paket
Kon-	im Router werden die	soll. Packets des	sichtigung des	durchlaufen darf.
stante	Packets mit der geringsten	gleichen Flows	Headers an.	Fallt diese Zahl
6 in	Priorität verworfen.	werden		auf 0 wird das
Binär		unverzüglich		Paket verworfen.
(0110)		weitergeleitet.		
IPv ⊉ ieses	IPv6 besitzt das Traffic	Das Flow-Label ist	Bei IPv4 gibt	Ein Analogon
Feld ist	Class Feld nicht. Allerdings	ebenfalls sehr	es statt des	zum Hop-Limit
4 bits	erfüllt das "Type of	ähnlich zum "Type	"Payload-	ist die TTL
lang	Service" oder auch	of Service" Feld,	Length"	(Time-to-Live).
und	"Differentiated Services	welches einzelne	Feldes das	Die TTL
enthält	Code Point" genannte Feld	Pakete priorisieren	"Total Length"	funktioniert
die	eine nahezu identische	kann. Dieses Feld	Feld. Dieses	genau so wie das
Kon-	Funtion. Dieses Feld ist	wurde bei IPv4 aber	gibt die Länge	Hop-Limit auch.
stante 4	auch dazu da, Packets eine	meistens ignoriert.	des Pakets,	
in Binär	Priorität zu verleihen.		inklusive	
(0100)			Header, an.	

Senden Sie nun ein 5000 Byte großes Paket vom Windows-PC an den Ubuntu-PC und schauen sich die Abfolge der Pakete an

Mitping -6 -l 5000 2001:470:6d:4d0:4e52:62ff:fe0e:548b kann ein 5000 Byte langer Ping an das Linux-System gesendet werden.

2021-11-09

Praktikum Rechnernetze

🗵 Windows PowerShell – 🗆 🗙	📕 🛋 🕾	intel(R) Ethernet Co	nnection (2) I219-LM: Ethernet			- 🗆 ×					
PS C:\Users\praktikum\Downloads> ping -6 -1 5000 2001:470:6d:4d0:4e52:62ff:fe0e:548b	• File	Edit View Go	Capture Analyze Statistics Telephony Wireless T	ools Help							
Ping wird ausgeführt für 2001:470:6d:4d0:4e52:62ff:fe0e:548b mit 5000 Bytes Daten:		🔺 🗏 🖉 🕒 🔚 🔀 🛅 🍳 🐡 🕾 🗑 🛓 🚍 🗮 🔍 Q. Q. Q. 🖽									
Zeitüberschreitung der Anforderung.		npv6				⊠⊇•+					
Antwort von 2001:470:00:440:462:0211:1000:3400: 2011:410:300	No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length Info					
Antwort von 2001:470:6d:4d0:4e52:62ff:fe0e:548b: Zeit<1ms	11	9 0.912684	2001:470:6d:4d0:4e52:62ff:fe0e:542b	2001:470:6d:4d0:4e52.	. ICMPv6	726 Echo (ping) request id=0x0001, seq=96, h					
		10 0.913117	2001:470:6d:4d0:4e52:62ff:fe0e:548b	ff02::1:ff0e:542b	ICMPv6	86 Neighbor Solicitation for 2001:470:6d:4d.					
Ping-Statistik für 2001:470:6d:4d0:4e52:62ff:fe0e:548b:		14 1.939702	2001:470:6d:4d0:4e52:62ff:fe0e:548b	ff02::1:ff0e:542b	ICMPv6	86 Neighbor Solicitation for 2001:470:6d:4d.					
Pakete: Gesendet = 4, Empfangen = 3, Verloren = 1		20 2.963753	2001:470:6d:4d0:4e52:62ff:fe0e:548b	ff02::1:ff0e:542b	ICMPv6	86 Neighbor Solicitation for 2001:470:6d:4d.					
(25% Verlust),		32 5.651784	2001:470:6d:4d0:4e52:62ff:fe0e:542b	2001:470:6d:4d0:4e52	. ICMPv6	86 Neighbor Solicitation for 2001:470:6d:4d.					
Ca. Zeitangaben in Millisek.:		33 5.652232	2001:470:6d:4d0:4e52:62ff:fe0e:548b	2001:470:6d:4d0:4e52	ICMPv6	78 Neighbor Advertisement 2001:470:6d:4d0:4					
Minimum = Oms, Maximum = Oms, Mittelwert = Oms			2001:470:6d:4d0:4e52:62ff:fe0e:542b	2001:470:6d:4d0:4e52	ICMPv6	726 Echo (ping) request id=0x0001, seq=97, h					
PS C:\Users\praktikum\Downloads>		41 5.667952	2001:470:6d:4d0:4e52:62ff:fe0e:548b	2001:470:6d:4d0:4e52	ICMPv6	726 Echo (ping) reply id=0x0001, seq=97, hop					
		51 6.684802	2001:470:6d:4d0:4e52:62ff:fe0e:542b	2001:470:6d:4d0:4e52	. ICMPv6	726 Echo (ping) request id=0x0001, seq=98, h					
		55 6.685322	2001:470:6d:4d0:4e52:62ff:fe0e:548b	2001:470:6d:4d0:4e52	. ICMPv6	726 Echo (ping) reply id=0x0001, seq=98, hop					
		62 7.700828	2001:470:6d:4d0:4e52:62ff:fe0e:542b	2001:470:6d:4d0:4e52	ICMPv6	726 Echo (ping) request id=0x0001, seq=99, h					
	14.1	66 7.701461	2001:470:6d:4d0:4e52:62ff:fe0e:548b	2001:470:6d:4d0:4e52	ICMPv6	726 Echo (ping) reply id=0x0001, seq=99, hop					
		76 10.739597	fe80::4e52:62ff:fe0e:548b	2001:470:6d:4d0:4e52	. ICMPv6	86 Neighbor Solicitation for 2001:470:6d:4d.					
	1	82 11.770823	fe80::4e52:62ff:fe0e:548b	2001:470:6d:4d0:4e52	. ICMPv6	86 Neighbor Solicitation for 2001:470:6d:4d.					
		85 12.788102	fe80::4e52:62ff:fe0e:548b	2001:470:6d:4d0:4e52	ICMPv6	86 Neighbor Solicitation for 2001:470:6d:4d.					

Abbildung 21: Sendet 5000 Bytes langen Ping von Windows an Linux



Abbildung 22: Capture der Packets

Welcher Wert taucht im Next-Header-Feld Ihres IPv6 Headers auf?

Hiertaucht der Fragment-Header for IPv6 auf.

Praktikum Rechnernetze

			Capturing from enp0s31f6	×
File Edit View Go Capture Analyze Statistics Telephony Wi	reless <u>T</u> ools <u>H</u> elp			
🖉 🗖 🔊 🕒 🖻 🗙 🗗 🔍 🕲 🖉 👘 🔊				
I ICMPV6	-			
No. Time Source	Destination 2001:470:6d:4d0:4e5	Protocol TCMPv6	Length Info 86 Neighbor: Solicitation for 2001-470-64-440-4452-62ff-fe0a-542h from 4c-52-62-0a-54-8h	
10118 1413.8732847 fe80::fad1:11ff;febd;6612	ff02::1:ff0e:548b	ICMPv6	86 Neighbor Solicitation for 2001;470:00:400:4052:021f;f00:542b from f8:d1:11:bd;66:12	
10119 1413.8733218. 2001:470:6d:4d0:4e52:62ff:fe0e:	fe80::fad1:11ff:feb.	ICMPv6	86 Neighbor Advertisement 2001:470:6d:4d0:4e52:62ff:fe0e:548b (sol, ovr) is at 4c:52:62:0e:54:8b	
10367 1451.5221774_ 2001:470:6d:4d0:4e52:62ff:fe0e:	2001:470:6d:4d0:4e5	ICMPv6	726 Echo (ping) request id=0x0001, seq=96, hop limit=128 (no response found!)	
10308 1451.5222578 2001:470:00:400:4e52:62ff:fe8e		TCMPV6	86 Neighbor Solicitation for 2001;47/0;50:400;4052;62ff;fe0:5420 from 4c:52:62;00:54:80 86 Neighbor Solicitation for 2001;470:60:400;4652;62ff;fe0:5420 from 4c:52:62;60:54:8b	
10378 1453.5727900 2001:470:6d:4d0:4e52:62ff:fe0e:	ff02::1:ff0e:542b	ICMPv6	86 Neighbor Solicitation for 2001:470:66:440:4652:62ff:fe0e:542b from 4c:52:62:62:62:64:8b	
10389 1456.2612538 2001:470:6d:4d0:4e52:62ff:fe0e:	2001:470:6d:4d0:4e5	ICMPv6	86 Neighbor Solicitation for 2001:470:6d:4d0:4e52:62ff:fe0e:548b from 4c:52:62:0e:54:2b	
10390 1456.2613143 2001:470:6d:4d0:4e52:62ff:fe0e:	2001:470:6d:4d0:4e5	ICMPv6	78 Neighbor Advertisement 2001:470:6d:4d0:4e52:62ff:fe0e:548b (sol)	
10394 1456.2770933 2801:470:60:400:4e52:62ff:fe8e: 10398 1456.2770933 2801:470:6d:4d0:4e52:62ff:fe8e:	2001:470:00:400:4e5 2001:470:6d:4d0:4e5	TCMPV6	726 ECHO (ping) request id=8x0001, sed=97, nop limit=128 (reply in 10308) 726 ECho (ning) reply id=8x0001, sed=97, nop limit=124 (request in 10308)	
10408 1457.2944373 2001:470:6d:4d0:4e52:62ff:fe0e:	2001:470:6d:4d0:4e5	ICMPv6	726 Echo (ping) request id=0x0001, seq=98, hop limit=128 (reply in 10412)	
10412 1457.2945242 2001:470:6d:4d0:4e52:62ff:fe0e:	2001:470:6d:4d0:4e5.	ICMPv6	726 Echo (ping) reply id=0x0001, seq=98, hop limit=64 (request in 10408)	
10418 1458.3104434 2001:470:6d:4d0:4e52:62ff:fe0e:	2001:470:6d:4d0:4e5	ICMPv6	726 Echo (ping) request id=8x0001, seq=99, hop limit=128 (reply in 10422)	
10422 1458:3105286_ 2001:476:00:400:4652:0211:1686.	2001:470:00:400:405.	TCMPv6	20 Ecil (ping) (epity 10-0x000), seq-50, hop Limit-04 (request in 10410) 86 Neighbor Solicitation for 2001:470:61:400:4652:62ff:fe0e:542h from 4c:52:62:0e:54:8b	
10434 1462.3727883 fe80::4e52:62ff:fe0e:548b	2001:470:6d:4d0:4e5.	ICMPv6	86 Neighbor Solicitation for 2001:470:6d:4d0:4e52:62ff:fe0e:542b from 4c:52:62:0e:54:8b	
10438 1463.3967877_ fe80::4e52:62ff:fe0e:548b	2001:470:6d:4d0:4e5.	ICMPv6	86 Neighbor Solicitation for 2001:470:6d:4d0:4e52:62ff:fe0e:542b from 4c:52:62:0e:54:8b	
10484 1482.8213891 fe80::fad1:11ff:febd:6612 10581 1488 2233623 fe80::fad1:11ff:febd:6612	ff02::1:ff0e:548b	ICMPv6 TCMPv6	86 Neighbor Solicitation for 2001:4/0:60:400/013539:6017:5868:10882 from f8:d1:11:bd:66:12	*
Frame 10398: 726 bytes on wire (5808 bits), 726 byte	es captured (5808 bits)	on inter	face enp0s31f6, id 0	*
- Ethernet II, Src: FujitsuT_0e:54:8b (4c:52:62:0e:54	:8b), Dst: FujitsuT_0e:	54:2b (4c	:52:62:0e:54:2b)	
 Destination: FujitsuT_0e:54:2b (4c:52:62:0e:54:2b) Addresse: FujitsuT_0e:F4:2b (4c:52:62:0e:F4:2b))			
Address: Pujicsul_de.34.20 (40.52.02.08.54.20)	v unique address (facto	rv defaul	11)	
0 = IG bit: Individ	ual address (unicast)	.,		
 Source: FujitsuT_0e:54:8b (4c:52:62:0e:54:8b) 				
Address: FujitsuT_0e:54:8b (4c:52:62:0e:54:8b)	v unique address (fact	rv defaul	1+)	
	ual address (unicast)	ing acraa		
Type: IPv6 (0x86dd)				
 Internet Protocol Version 6, Src: 2001:470:6d:4d0:4d 	252:62ff:fe0e:548b, Dst	: 2001:47	0:6d:4d0:4e52:62ff:fe0e:542b	
9110 = Version: 6	Class: 0x00 (DSCP: CS0	ECN: NO	at - FCT)	
0000 00 Diffe	rentiated Services Code	point: De	efault (0)	
	cit Congestion Notifica	tion: Not	t ECN-Capable Transport (0)	
1110 1010 1010 1010 0000 = Flow La	bel: 0xeaaa0			
Next Header: Fragment Header for IPv6 (44)				
Hop Limit: 64				
Source Address: 2001:470:6d:4d0:4e52:62ff:fe0e:54	Bb DevE42b			
Source SA MAC: FujitsuT 0e:54:8b (4c:52:62:0e:54	:8b)]			
[Destination SA MAC: FujitsuT_0e:54:2b (4c:52:62:	0e:54:2b)]			
Fragment Header for IPv6				
L4 IPv6 Fragments (5008 bytes): #10395(1448), #10 Toternet Control Message Protocol v6	396(1448), #10397(1448)	, #10398(664)]	
Frame (7/b bytes) Reassempled (PVb (500) NOTES)				v
A Numble des front and the former of th			Designed 11120 Disability of 112 (10.0%)	Destile Def
Next Header (ipvb.nxt), 1 byte			Packets: 11130 - Displayed: 1117 (10.0%)	Profile: Default

Abbildung 23: Details eines gecaptureten Packets

Welche Bedeutung haben die unterschiedlichen Felder des Fragmentation Headers, oder anders gefragt; wie setzt IPv6 die Pakete wieder zusammen?

Next Header: Das Next-Header Feld gibt den Typ des darauffolgenden Headers an. In diesem Fall ist der folgende Header ein ICMPv6 Header.

Reserved octet: Das Reserved Octet ist im Moment auf 0 gesetzt und für die eventuelle zukünftige Nutzung reserviert.

Fragment Offset: Das Fragment Offset gibt die Startposition der Daten im Fragment in Relation zum ursprünglichen Packet an.

More Fragment: More Fragments besteht aus einem einzelnen Bit, welches angibt, ob nach dem jetzigen Fragment weitere Fragmente folgen.

Identification Number: Die Identifikationsnummer ist unter allen Fragmenten eines Packets die gleiche.

Zusammengesetzt werden die einzelnen Pakete wieder, indem alle Fragmente mit gleichem IP-Header nach ihrem Fragment Offset geordnet wieder zusammengesetzt werden.

			Capturing from enp0s31f6	×
File Edit View Go Capture Analyze Statistic	cs Telephon <u>y W</u> ireless <u>T</u> ools <u>H</u> elp			
📶 📕 🔬 🐵 🗎 🗎 🗙 🙆 🔍 🧇 -	» % k % 📜 🔲 e e e I	Ē		
icmpv6				*
Icomput Source 10088 1403.2307894. Fe80: 1452:027f: 1318 1413.8732847. Fe80: 1452:027f: 1318 1413.8732847. Fe80: 1462:027f: 1318 1413.8732847. Fe80: 1461:11ff; 1318 1413.8732847. Fe80: 1470:01409. 13087 1455.521774. 2001:470:01409. 13087 1455.521774. 2001:470:01409. 13088 1456.521738. 2001:470:01409. 13088 1456.521738. 2001:470:01409. 13088 1456.5273892. 2001:470:01409. 13088 1456.5773982. 2001:470:01409. 13088 1456.5773982. 2001:470:01409. 13088 1456.5773982. 2001:470:01409. 13088 1456.3773982. 2001:470:01409. 13088 1456.3773982. 2001:470:01409. 13088 1456.3773982. 2001:470:01409. 13088 1456.3807397. Fe80: 4452:027ff: 13088 1456.3807397. Fe80: 4452:027ff: 13088 1452.3807397. Fe80: 4452:027ff: 13088 1452.577393. 1000: 4452:026ff: 13088 1452.577393. 1000: 4452:046ff. 1000: 4451.577393. 1000: 4452:046ff. 1000: 4451.577393. 1000: 4451.5773 Note: 1400: 4451.577393. 1000: 4451.5773 Note: 1400: 4461.577393. 1000: 4451.5773 Note: 1401: 4461.577393. 1000: 4451.5773 Note: 1401: 4461.577393. 1000: 4461.4933.577393. 1000: 4451.57733 Note: 1401: 4461.577393. 1000: 4461.4933.577333 Note: 1401: 4451.5773 Note: 1401: 4451.57733 Note: 1401: 4451.577333 Note: 1401: 4451.577333 Note: 1401: 4451.577333 Note: 1401: 4451.577333 Note: 1401: 4451.577333	Destination feb:548b 2001:470:60:400:40 feb:60:21 1:1710:5340 feb:60:22 1:1710:5340 feb:60:21 1:1710:5340 feb:60:21 1:1710:5340 feb:60:21 1:1710:5340 feb:60:21 1:1710:5340 feb:20:21:11:170:5320 1:160:5320 feb:20:21:11:170:5320 1:06:340:400:40 feb:20:21:11:170:5320 2:00:1470:501:400:40 feb:20:20:11:160:20:20:1470:501:400:40 400:20:1470:501:400:40 feb:20:20:11:160:20:20:1470:501:400:40 400:20:1470:501:400:40 feb:20:20:11:160:20:1470:501:400:40 400:20:1470:501:400:40 feb:20:20:11:160:20:1470:501:400:40 400:20:1470:501:400:40 feb:20:20:11:160:20:1470:501:400:40 400:20:1470:501:400:40 feb:20:20:11:160:20:400:40 400:20:400:40 feb:20:20:17:160:20:400:40 400:400:400:400:400:400:400:400:400:400	Protocol ICMPvG	Length Info 80 Neighbor Solicitation for 2001:470:60:440-4652:02ff:fe0e:542b from 4c:52:02:00:54:8b 80 Neighbor Solicitation for 2001:470:60:440-4652:02ff:fe0e:542b from form form form form form 728 Eche (ning) request lideX00001, seep30, hop limit=128 (or response Found) 80 Neighbor Solicitation for 2001:470:60:440-4652:02ff:fe0e:542b from 4c:52:02:00:54:8b 80 Neighbor Solicitation for 2001:470:60:400-4652:02ff:fe0e:540 from 4c:52:02:00:54:8b 728 Eche (ning) reput 4d=00001, seeq37, hop limit=24 (request in 3034) 728 Eche (ning) reput 4d=00001, seeq39, hop limit=24 (request in 3048) 728 Eche (ning) reput 4d=00001, seeq39, hop limit=24 (request in 3048) 728 Eche (ning) reput 4d=00001, seeq39, hop limit=24 (request in 3048) 728 Eche (ning) reput 4d=00001, seeq39, hop limit=24 (request in 4048) 728 Eche (sing) reput 4d=00001, seeq39, hop limit=24 (request in 3048) 728 Eche (sing) reput 4d=00001, seeq39, hop limit=24 (request in 3048) 728 Eche (sing) reput 4d=00001, seeq39, hop limit=24 (request in 3048) 728 Eche (sing) reput 4d=00001, seeq30, hop limit=24 (request in 3048) 728 Eche (sing) reput 4d=00001, seeq30, hop limit=24 (request in 3048) 728 Eche (sing) reput 4d=00001, seeq30, hop limit=24 (request in 3048) 728 Eche (sing) reput 4d=00001, seeq30, hop limit=24 (request in 3048) 728 Eche (sing) reput 4d=00001, seeq30, hop limit=34 (request in 3048) 728 Eche (sing) reput 4d=000001, seeq30, hop limit=34 (request in 3048) 728 Eche (sing) Form 4c:52:02:02:05:54:8b 80 Neighbor Solicitation for 2001:470:64:468-25:02ff:fe0e:542b from 4c:52:02:02:65:48:8b 80 Ne	
0001 0000 1111 = Offset: 543 	8 (4344 bytes) its: 0 ents: No MAR5(1448) #18465(1448) #18487(144	3) #1949	8(861)]	
 Internet Control Message Protocol v6 Type: Echo (ping) request (128) Code: 0 Checksum: 0x5a4e [correct] 	403(1440), #10400(1440), #1040/(144	<i>, *</i> 1040	a(nos)]	
Frame (726 bytes) Keassembled IPV6 (5008 bytes	5)			¥
○ Z Fragment Header for IPv6 (ipv6.fraghdr), 8 b	oytes		Packets: 14961 · Displayed: 1480 (9.9%)	Profile: Default

Abbildung 24: Details des Fragment-Headers

6 Privacy Extension

Tragen Sie weitere Informationen zur "Privacy Extension" (vor allem auch zur Konfiguration unter Windows und Ubuntu) zusammen und versuchen hier im Versuch die Einstellungen für die "Privacy Extension" auf beiden Rechnern (Windows und Ubuntu) zu realisieren.

Privacy Extensions sind dafür da, Rückchluss auf Nutzer:innen schwerer zu machen, indem der Hostanteil der IPv6-Adressen anonymisiert wird. Privacy Extensions entkoppeln Interface Identifier und MAC-Adresse und erzeugen diese nahezu zufällig. Mit diesen periodisch wechselnden Adressen werden dann ausgehende Verbindungen hergestellt, was den Rückschluss auf *einzelne* Nutzer:innen erschwert. Mit Hilfe der Privacy Extensions kann man also nicht mehr einzelne Nutzer:innen identifizieren. Was allerdings trotzdem möglich ist, ist das Identifizieren über den Präfix, welcher allerdings nur Informationen zum Netzwerk bereitstellt. Wenn der Provider den Präfix regelmäßig wechselt, dann kann auch die Identifikation über diesen erschwert werden.

Windows

Unter Windows kann die Privacy Extension mit den zwei folgenden Kommandos aktivert werden:





Abbildung 25: Aktivierung der Privacy Extension

Linux

Mittels sysctl kann die Privacy Extension aktiviert werden:

```
1 # /etc/sysctl.conf
2 net.ipv6.conf.all.use_tempaddr=2
3 net.ipv6.conf.default.use_tempaddr=2
```

```
1 $ sudo sysctl -p
```

Mit welchen IPv6-Adressen sind sie nach dem Aktivieren der Privacy Extension im Internet unterwegs?

Windows



Abbildung 26: IPv6-Adresse nach dem aktivieren der Privacy Extensions

Wie im oberen Screenshot zu sehen ist, surfen wir mit einer anderen IPv6 Adresse, welche von Website-Betreibern nicht mehr auf unseren Host zurückverfolgt werden kann.

Linux

Wir haben hierzu den Dienst ifconfig.io verwendet.

1 \$ curl https://ifconfig.io
2 2001:7c7:2121:8d00:1902:f308:6c8b:acb7

7 Feste IPv6-Addressen

Weisen Sie in dieser Aufgabe ihrem Netzwerkinterface eine feste sinnvolle (heißt: Der Prefix ist weiterhin gültig) IPv6-Adresse zu.

Windows

unterstützt. Wenden Sie sich and IPv6-Einstellungen zu beziehen.	ernfalls an den Netzwerkadministrator, um die geeigneten	
○ IPv6-Adresse automatisch b	eziehen	
Folgende IPv6-Adresse verv	venden:	
IPv6-Adresse:	2003:cd:271d:f879:f4f2:d559:fca9:9fb3	
Subnetzpräfixlänge:	64	
Standardgateway:		
ODNS-Serveradresse automat	tisch beziehen	
Folgende DNS-Serveradress	en verwenden:	
Bevorzugter DNS-Server:	2001:4860:4860::8888	
Alternativer DNS-Server:		
Einstellungen beim Beenden	überprüfen Erweitert.	

Abbildung 27: Setzen der neuen IP

Mit einem Rechtsklick auf das Netzwerkinterface und dann bei IPv6 die Eigenschaften auswählen. Im Menü kann dann eine manuelle IP angegeben werden. Wir erhöhen die Hexadezimalzahl im letzen Hextet um eins.

Mit ipconfig kann dann die neue IP-Adresse gesehen werden.

IPv6-Adresse	
IPv6-Adresse	
Temporäre IPv6-Adresse : 2003:cd:271d:f879:f40e:e875:54f:2a75	
<pre>Verbindungslokale IPv6-Adresse . : fe80::f4f2:d559:fca9:9fb2%6</pre>	
Standardgateway fe80::1%6	

Abbildung 28: Neue IP unter ipconfig

Linux

Im folgenden kann gesehen werden, wie eine neue IPv6-Adresse zum Netzwerkinterface enp0s31f6 hinzugefügt wird. Dafür kann der Befehl sudo ip addr add 2001:470:6d:4d0:4e52:62ff :fe0e:548c/64 dev enp0s31f6 verwendet werden. Die nun hinzugefügte IPv6-Adresse kann dann mit ip a betrachtet werden.

```
1 $ ip a
 2 1: lo: <LOOPBACK, UP, LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue state UNKNOWN
      group default glen 1000
3
       link/loopback 00:00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00
4
       inet 127.0.0.1/8 scope host lo
5
          valid_lft forever preferred_lft forever
6
       inet6 ::1/128 scope host
          valid_lft forever preferred_lft forever
7
  2: enp0s31f6: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc
8
      pfifo_fast state UP group default qlen 1000
9
       link/ether 4c:52:62:0e:54:8b brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
10
       inet6 2001:470:6d:4d0:4e52:62ff:fe0e:548b/64 scope global dynamic
          mngtmpaddr
          valid_lft 86255sec preferred_lft 14255sec
12
       inet6 fe80::4e52:62ff:fe0e:548b/64 scope link
13
          valid_lft forever preferred_lft forever
14 praktikum@rn05:~$ sudo ip addr add 2001:470:6d:4d0:4e52:62ff:fe0e:548c
       /64 dev enp0s31f6
15 praktikum@rn05:~$ ip a
  1: lo: <LOOPBACK, UP, LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue state UNKNOWN
16
       group default glen 1000
       link/loopback 00:00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00
17
       inet 127.0.0.1/8 scope host lo
18
19
          valid_lft forever preferred_lft forever
20
       inet6 ::1/128 scope host
21
          valid_lft forever preferred_lft forever
22 2: enp0s31f6: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc
      pfifo_fast state UP group default qlen 1000
       link/ether 4c:52:62:0e:54:8b brd ff:ff:ff:ff:ff
23
24
       inet6 2001:470:6d:4d0:4e52:62ff:fe0e:548c/64 scope global
          valid_lft forever preferred_lft forever
25
```

```
26 inet6 2001:470:6d:4d0:4e52:62ff:fe0e:548b/64 scope global dynamic
	mngtmpaddr
27 valid_lft 86207sec preferred_lft 14207sec
28 inet6 fe80::4e52:62ff:fe0e:548b/64 scope link
29 valid_lft forever preferred_lft forever
```

Warum sollten Sie jetzt alle übrigen IPv6-Adressen löschen?

Windows

Mit folgendem Command können die Privacy-Extensions deaktiviert und die damit einhergehenden IPv6-Adressen entfernt werden.

1 netsh **interface** ipv6 set privacy disabled

Nun wird die alte IPv6-Adresse entfernt.

```
1 netsh interface ipv6 delete address interface="WLAN" address=2003:cd
:271d:f879:f4f2:d559:fca9:9fb2 store=active
```

Abbildung 29: Terminal nur noch neue IP

Meine IP-Adresse

Ihre Anfrage kommt von der IP-Adresse:

2003:00cd:271d:f879:f4f2:d559:fca9:9fb3

Ihre Anfrage wurde von einem Proxy bearbeitet. Wahrscheinlich erscheint daher oben dessen Adresse. Der Proxy gibt als IP-Adresse Ihres PC 2003:00cd:271d:f879:f4f2:d559:fca9:9fb3 an.

Abbildung 30: Heise IPv6 Adresse

Linux

Mit sudo ip addr del 2001:470:6d:4d0:4e52:62ff:fe0e:548b/64 dev enp0s31f6 löschen wir die alte IPv6-Adresse aus dem Netzwerkinterface. Mit ip a können wir sehen, dass lediglich die zuvor neu hinzugefügte Global-Unicast-Adresse angezeigt wird.

```
1 $ sudo ip addr del 2001:470:6d:4d0:4e52:62ff:fe0e:548b/64 dev enp0s31f6
2 $ ip a
3 1: lo: <LOOPBACK, UP, LOWER_UP> mtu 65536 gdisc noqueue state UNKNOWN
      group default glen 1000
4
       link/loopback 00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00
5
       inet 127.0.0.1/8 scope host lo
6
          valid_lft forever preferred_lft forever
       inet6 ::1/128 scope host
7
          valid_lft forever preferred_lft forever
8
9 2: enp0s31f6: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc
      pfifo_fast state UP group default glen 1000
       link/ether 4c:52:62:0e:54:8b brd ff:ff:ff:ff:ff
10
       inet6 2001:470:6d:4d0:4e52:62ff:fe0e:548c/64 scope global
11
          valid_lft forever preferred_lft forever
12
13
       inet6 fe80::4e52:62ff:fe0e:548b/64 scope link
14
          valid_lft forever preferred_lft forever
```

Man sollte die übrigen IPv6-Adressen löschen, da es sonst eventuell zu Problemen beim wählen der Source-IP kommen kann.

Reicht das aus?

Wie auch schon oben erwähnt sollten außerdem noch die Privacy Extensions deaktiviert werden. Damit kann sichergestellt werden, dass auch wirklich unsere statisch konfigurierte IPv6-Adresse als Source-IP verwendet wird.

Konfigurieren Sie die statische IPv6-Adresse über /etc/network/interfaces. Was wird dadurch verhindert? (U. U. müssen sie mit ifdown und ifup die Schnittstelle neu starten

```
1 # /etc/network/interfaces
2 auto enp0s31f6
3 allow-hotplug enp0s31f6
4 iface enp0s31f6 inet6 static
5 address 2001:470:6d:4d0:4e52:62ff:fe0e:548c
6 netmask 64
```

```
1 $ sudo ifdown enp0s31f6
2 $ sudo ifup enp0s31f6
3 Waiting for DAD... Done
4 $ ip a
5 1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue state UNKNOWN
group default qlen 1000
6 link/loopback 00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00
```

```
inet 127.0.0.1/8 scope host lo
          valid_lft forever preferred_lft forever
8
9
       inet6 ::1/128 scope host
          valid_lft forever preferred_lft forever
10
11 2: enp0s31f6: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc
      pfifo_fast state UP group default qlen 1000
12
       link/ether 4c:52:62:0e:54:8b brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
13
       inet6 2001:470:6d:4d0:4e52:62ff:fe0e:548c/64 scope global
          valid_lft forever preferred_lft forever
14
15
       inet6 fe80::4e52:62ff:fe0e:548b/64 scope link
16
          valid_lft forever preferred_lft forever
17 $ ping www.kame.net
18 PING www.kame.net(2001:2f0:0:8800:226:2dff:fe0b:4311 (2001:2f0
      :0:8800:226:2dff:fe0b:4311)) 56 data bytes
19 64 bytes from 2001:2f0:0:8800:226:2dff:fe0b:4311 (2001:2f0:0:8800:226:2
      dff:fe0b:4311): icmp_seq=1 ttl=48 time=280 ms
20 64 bytes from 2001:2f0:0:8800:226:2dff:fe0b:4311 (2001:2f0:0:8800:226:2
      dff:fe0b:4311): icmp_seq=2 ttl=48 time=274 ms
21 ^C64 bytes from 2001:2f0:0:8800:226:2dff:fe0b:4311: icmp_seq=3 ttl=48
      time=275 ms
22
23 --- www.kame.net ping statistics ---
24 3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 2003ms
25 rtt min/avg/max/mdev = 274.357/276.472/280.370/2.759 ms
```

Wenn man die statische IPv6-Adresse über /etc/network/interfaces setzt, ist diese auch nach einem reboot konfiguriert. Einfache Anpassungen über ip addr add sind keine persistenten Änderungen.

Mit welcher IPv6-Adresse sind sie jetzt im Netz unterwegs? Die Seite http://www.heise.de/netze/tools/meineip-adresse gibt Aufschluss.

```
1 $ curl https://ipconfig.io
2 2001:470:6d:4d0:4e52:62ff:fe0e:548c
```

Nach dem setzen einer statischen IP-Adresse sind wir mit der IPv6-Adresse 2001:470:6d:4d0:4 e52:62ff:fe0e:548c unterwegs. Das ist die, die wir zuvor in /etc/network/interfaces konfiguriert haben.

8 Lease-Zeiten

Die Werte für "Maximale bevorzugte Gültigkeitsdauer" und "Maximale Gültigkeitsdauer" setzt man in Windows über die Schlüssel maxpreferredlifetime und maxvalidlifetime, die Zeitangaben in Tagen (d), Stunden (h), Minuten (m) und Sekunden (s) entgegennehmen. Wie sind diese Parameter bei Ihnen gesetzt? Windows

1 netsh **interface** ipv6 show privacy

Parameter für temporäre Adressen		
Temporäre Adresse verwenden Versuch, doppelte Adr. zu entdecken Maximale Gültigkeitsdauer Maximale bevorzugte Gültigkeitsdauer Regenerationszeit Maximale Verzögerungszeit		enabled 3 7d 7d 5s 10m
Verzogerungszeit	•	6m23s

Abbildung 31: Get IPv6 Parameter

Die "Maximale bevorzugte Gültigkeitsdauer" und die "Maximale Gültigkeitsdauer" sind zu Beginn auf 7 Tage gesetzt.

Linux

Mittels sysctl können die Werte abgefragt werden:

```
1 $ sysctl net.ipv6.conf.all.temp_prefered_lft
2 net.ipv6.conf.all.temp_prefered_lft = 86400
3 $ sysctl net.ipv6.conf.all.temp_valid_lft
4 net.ipv6.conf.all.temp_valid_lft = 604800
```

Halbieren Sie die "Maximale bevorzugte Gültigkeitsdauer" auf den Rechnern.

Windows

1 netsh interface ipv6 set privacy maxpreferredlifetime=3d12h

Hiermit können wir maxpreferredlifetime setzen.

Parameter für temporäre Adressen		
Temporäre Adresse verwenden	•	enabled
/ersuch, doppelte Adr. zu entdecken 🔅	•	3
Maximale Gültigkeitsdauer	•	7d
Maximale bevorzugte Gültigkeitsdauer:	•	3d12h
Regenerationszeit	•	5s
Maximale Verzögerungszeit	•	10m
/erzögerungszeit	•	6m23s

Abbildung 32: Set IPv6 Parameter

Linux

Mittels sysctl kann der Wert halbiert werden:

1 net.ipv6.conf.all.temp_prefered_lft = 43200

1 \$ sudo sysctl -p

Verringern Sie ebenso die Zeitspanne, in der Windows über eine temporäre IPv6-Adresse eingehende Pakete empfängt.

Windows

Dies kann mit folgendem Command erreicht werden:

1 netsh **interface** ipv6 set privacy maxvalidlifetime=3d

Linux

Mittels sysctl kann der Wert verringert werden:

```
1 net.ipv6.conf.all.temp_valid_lft = 404800
```

```
1 $ sudo sysctl -p
```

Stellen Sie den Zusammenhang zwischen Preferred Lifetime und Valid Liftime anschaulich dar

Die Preferred Lifetime gibt die Zeitspanne an, in welcher die Adresse frei als source und destination Adresse genutzt werden kann. Nach dem Ablauf dieser Zeit bekommt die Adresse den "deprecated" Status. Im "deprecated" Status kann nur noch mit bestehenden Kommunikationsverbindungen kommuniziert werden. Die Valid Lifetime ist mindestens so groß wie die Preferred Lifetime. Wenn diese abläuft wird die Adresse invalide und kann ab diesem Punkt auch anderen Interfaces zugewiesen werden.

9 **OS-Updates**

Lässt sich eigentlich Windows über IPv6 updaten? Was sagt Wireshark dazu?

Windows

Unter Windows wurde das Update ohne Probleme installiert. Windows Update verfügt über vollen IPv6-Support. (https://serverfault.com/questions/844107/windows-server-update-on-ipv6-only-network). Dies konnte auch mittels Wireshark validiert werden:

🖌 "Ethernet – 🗆	x
File Edit View Go Capture Analyze Statistics Telephony Wireless Tools Help	
📕 pr6	*
No. Time Source Destination Protocol Length Info	← I Settings - U ×
46977 123.572863 c-0001.c-msedge.net fec0::bca3:6035:751 TCP 1514 80 → 55540 [ACK] Seg=272161 Ack=436 Win=65535 Len=1440 [TCP segment of a reass.	
46978 123.572863 c-0001.c-msedge.net fec0::bca3:6035:751 TCP 1514 80 + 55540 [ACK] Seg=273601 Ack=436 Win=65535 Len=1440 [TCP segment of a reass.	Windows Undate
46979 123.572863 c-0001.c-msedge.net fec0::bca3:6035:751 TCP 1514 80 → 55540 [ACK] Seq=275041 Ack=436 Win=65535 Len=1440 [TCP segment of a reass.	Thilden's opdate
46980 123.572863 c-0001.c-msedge.net fec0::bca3:6035:751 TCP 1514 80 → 55540 [ACK] Seq=276481 Ack=436 Win=65535 Len=1440 [TCP segment of a reass.	
46981 123.572863 c-0001.c-msedge.net fec0::bca3:6035:751 TCP 1514 80 → 55540 [ACK] Seq=277921 Ack=436 Win=65535 Len=1440 [TCP segment of a reass.	
46982 123.572863 c-0001.c-msedge.net fec0::bca3:6035:751. TCP 1514 80 → 55540 [ACK] Seq=279361 Ack=436 Win=65535 Len=1440 [TCP segment of a reass.	Undator available
46983 123.572863 c-0001.c-msedge.net fec0::bca3:6035:751 TCP 1514 80 → 55540 [ACK] Seq=280801 Ack=436 Win=65535 Len=1440 [TCP segment of a reass	Dutet available
46984 123.572863 [c-0001.c-msedge.net] fec0::bca3:6035:751 TCP 1514 80 → 55540 [ACK] Seq=282241 Ack=436 Win=65535 Len=1440 [TCP segment of a reass	Last checked: Ioday, 8:44 PM
46985 123.572863 c-0001.c-msedge.net fec0::bca3:6035:751 TCP 1514 80 → 55540 [ACK] Seq=283681 Ack=436 Win=65535 Len=1440 [TCP segment of a reass	
46986 123.572863 c-0001.c-msedge.net fec0::bca3:6035:751TCP 1514 80 → 55540 [ACK] Seq=285121 Ack=436 Win=65535 Len=1440 [TCP segment of a reass.	
46987 123.572863 c+0001.c+msedge.net fec0::bca3:6035:751. TCP 1514 80 → 55540 [ACK] Seq=286561 Ack=436 Win=65535 Len=1440 [TCP segment of a reass.	
46988 123.572863 c-0001.c-msedge.net fec0::bca3:6035:751 TCP 1514 80 → 55540 [ACK] Seq=288001 Ack=436 Win=65535 Len=1440 [TCP segment of a reass.	 2021-11 Cumulative Update for Windows 11 for x64-based Systems (K85007215) Downloading - 4%
46989 123.572863 c-0001.c-msedge.net fec0::bca3:6035:751 TCP 1514 80 → 55540 [ACK] Seq=289441 Ack=436 Win=65535 Len=1440 [TCP segment of a reass.	
46990 123.572912 fec0::bca3:6035:751 c-0001.c-msedge.net TCP 74 55540 + 80 [ACK] Seq=436 Ack=290881 Win=5760 Len=0	
> Frame 46984: 1514 bytes on wire (12112 bits), 1514 bytes captured (12112 bits) on interface \Device\NPF_{E34CA7C5-22CA-48E2-BAD8-03F73619C871}, id 0	2021-11 Cumulative Opdate for JNE1 Framework 3.5 and 4.8 for Windows II for x64 Installing - 0%
Ethernet II, Src: 52:56:00:00:00:00:50 (52:56:00:00:00:50), Dst: felixs-win11vm.local (52:54:00:12:34:56)	(KB5006363)
Y Internet Protocol Version 6, Src: c-0001.c-msedge.net (2a01:111:2003::50), Dst: fec0::bca3:6035:7516:c99f (fec0::bca3:6035:7516:c99f)	
0110 = Version: 6	2021-11 Update for Windows 11 for x64-based Systems (KB5008295) Pending restart
> 0000 0000 Traffic Class: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Not-ECT)	
Payload Length: 1460	
Next Header: TCP (6)	More options
Nop Limit: 255	
Source Address: c-week.c-wsege.net (2001)11122003150(
Descination Address: receiptedations://sinter/ (receiptedations//sinter/)	U Pause updates Pause for 1 week ~
Thansatssion concrete Proceedy, are Porce by, osc Porce SSNW, and 202242, Next No., Cont. 1440	
	Update history >
0010 00 00 05 b4 05 ff 2a 01 01 11 20 03 00 00 00 00 00 00	
	a Advanced options
0050 20 d5 f0 b2 91 99 34 24 22 c5 d1 32 1f 1b 75 12 ·····4\$ "··2··u·	Dalivano entriestation entriesal undatar activa hours, other undata rations
0060 e9 c1 57 0e 3b 34 a1 e3 40 9c 85 85 6c a3 17 07 ·································	Demory optimization, optionin apoleca, acerte nours, orien optione security.
0070 93 61 f2 3a c7 50 38 a6 d6 92 3d 5a 42 46 91 ee a: P8 Z8F	
0000 75 b3 47 99 f1 10 54 72 44 d4 49 51 46 1c b7 58 u·G···Tr M·IQF··X	A & Windows Insider Program
0000 de 01 07 09 05 e2 01 de 01 50 02 10 55 00 e8 de 01 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00	Constraints helider in Organia
00b0 5b d2 4a 8f e6 e8 f3 29 51 7c 78 18 e3 e9 1d fb (-J) g x	decipierten unita on temporario anne recubación new reactines ano opuaces
00c0 db ca d9 6f 6d 5d 64 c2 8d 0d 40 ba 78 01 00 00 ·····························	
80:00 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 8	
00e0 81 e3 92 67 25 d2 57 84 10 ae 9a 5e 0d 75 39 52	Get help
9110 05 00 50 1C 05 0/ TZ 05 /0 40 TD 02 TU CC 51 00	
110 47 29 9b 65 26 89 79 6 b8 2e 65 1c f9 ae 84 2 G+···································	
Source IPv6 Address (av6.src). 15 bytes Profile: Defau	t l

Abbildung 33: Wireshark-Capture eines Windows-Updates

Wie verhält sich Linux im Vergleich dazu? (Anmerkung: Mittels sudo apt-get update und sudo apt-get upgrade im Terminal lässt sich Linux updaten)

Linux

Das Linux-Update (bzw. Debian-Update; APT wird verwendet) lässt sich auch durchführen. Dies ist natürlich von den verwendeten Spiegelservern und deren IPv6-Fähigkeit abhängig, siehe https://www.debian.org/mirror/list.

```
1 $ sudo ip addr del 141.62.66.5/24 dev enp0s31f6
2 $ sudo apt update
3 Hit:1 http://deb.debian.org/debian bullseye InRelease
4 Hit:2 http://security.debian.org bullseye-security InRelease
5 Get:3 http://deb.debian.org/debian bullseye-updates InRelease [39.4 kB]
6 Hit:4 http://ppa.launchpad.net/ansible/ansible/ubuntu bionic InRelease
7 Fetched 39.4 kB in 5s (7,169 B/s)
```

```
8 Reading package lists... Done
9 Building dependency tree... Done
10 Reading state information... Done
11 1 package can be upgraded. Run 'apt list --upgradable' to see it.
12 $ sudo apt upgrade -y
13 Reading package lists... Done
14 Building dependency tree... Done
15 Reading state information... Done
16 Calculating upgrade... Done
17 The following packages will be upgraded:
18
     tzdata
19 1 upgraded, 0 newly installed, 0 to remove and 0 not upgraded.
20 Need to get 0 B/284 kB of archives.
21 After this operation, 0 B of additional disk space will be used.
22 apt-listchanges: Reading changelogs...
23 Preconfiguring packages ...
24 (Reading database ... 199845 files and directories currently installed
       .)
25 Preparing to unpack .../tzdata_2021a-1+deb11u2_all.deb ...
26 Unpacking tzdata (2021a-1+deb11u2) over (2021a-1+deb11u1) ...
27 Setting up tzdata (2021a-1+deb11u2) ...
28
29 Current default time zone: 'Europe/Berlin'
30 Local time is now: Tue Nov 9 16:52:29 CET 2021.
31 Universal Time is now: Tue Nov 9 15:52:29 UTC 2021.
32 Run 'dpkg-reconfigure tzdata' if you wish to change it.
```

Ein Blick auf Wireshark zeigt, das auch tatsächlich IPv6 verwendet wird (hier mit TLS & einem Spiegelserver der Hochschule Esslingen):

Praktikum Rechnernetze

		*enp0s13f0u1u2u2 ×
<u>File Edit View Go Capture Analyze Statistics Tele</u>	hon <u>y W</u> ireless <u>T</u> ools <u>H</u> elp	
📶 🗖 🖉 🎯 🖿 🖹 🕱 🙆 🔍 🖛 🏓	😫 春 👱 📃 🔲 🍳	
📙 ipv6		×
No. TTL Time Source Destination Protocol Length info 1541. 195.424990355 ThUS.1.8s-esslingen. Felixs-xps13.local TUP 255 https(443) - 58962 [PSH, ACK] Seq=52988411 Ack-1863 Win=43008 Len=2808 [TCP segment of a reassembled PDU] 1541. 1554. 195.424990325 ThUS.1.8s-esslingen. felixs-xps13.local TUP 275 https(443) - 58962 [PSH, ACK] Seq=52988411 Ack-1863 Win=43008 Len=2808 [TCP segment of a reassembled PDU] 1551. 195.424990427 ThUS.1.8s-esslingen. felixs-xps13.local TUP 271 https(443) - 58962 [PSH, ACK] Seq=63912891 Ack-1863 Win=43008 Len=2808 [TCP segment of a reassembled PDU] 1551. 195.42517392 ThUS.1.8s-esslingen. felixs-xps13.local TUP 777 https(443) - 58962 [PSH, ACK] Seq=63912891 Ack-1863 Win=43008 Len=2808 [TCP segment of a reassembled PDU] 1551. 195.42517994 bd866-a4ff-fede-6be4. felixs-xps13.local TUP 777 https(443) - 58962 [CK] Seq=63922991 Ack-1863 Win=43008 Len=7200 [TCP segment of a reassembled PDU] 1554. 195.466142218 ftlix01.hs-esslingen. felixs-xps13.local TUP 774 https(443) _ 58962 [PSH, ACK] Seq=63922991 Ack-1863 Win=43008 Len=7200 [TCP segment of a reassembled PDU] 1554. 195.466142218 ftlix01.hs-esslingen. felixs-xps13.local </td		
Payload length: 4340 Next Header: TCP (6) Hop Linal: 57 Source Address: felixs-xps13.local (2001:7c0:700::10) > bestination Device: felixs-xps13.local (2001:7c7:2121:8000:1902:f308:6c8b:acb7) > [Destination BeoDP: Stuttgart, DE] > Transmission Control Protocol, Src Port: https (443), Dst Port: 58962 (58962), Seg: 63938811, Ack: 1863, Len: 4320 > [d Reassembled TCP Segments (16406 bytes): #154163(2972), #154164(7200), #154165(2880), #154166(3354)] > Transmort Layer Security		
0000 98 fc 84 ef b5 c8 b0 a8 6e 0c ed 1a 86 dd 60	9b · · · · · · n · · · · ` ·	×
$ \begin{array}{c} \begin{array}{c} \begin{array}{c} \begin{array}{c} \begin{array}{c} \begin{array}{c} \begin{array}{c} \begin{array}{c}$	$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	-
Frame (4394 bytes) Reassembled TCP (16406 bytes) Internet Protocol Version 6: Protocol		Packets: 161368 · Displayed: 28049 (17.4%) Profile: Default

Abbildung 34: Wireshark-Capture eines APT-Updates