

# REGIONALES RECHENZENTRUM ERLANGEN [RRZE]



## IP-FAU-6

## Teil 2 – IPv6 am Endgerät

RRZE Netzwerkausbildung – Praxis der Datenkommunikation  
13.12.2017, Jochen Reinwand, Holger Marquardt, RRZE

**Dieser Vortrag wird aufgezeichnet.**

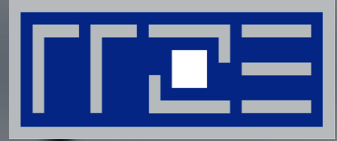
**Die ersten beiden Sitzreihen  
befinden sich im Kameraradius.**

# Gliederung

- Adressen
  - Adresstypen, Adresszuweisung
  - Betriebssysteme, Anwendungen
- Linux / SUSE
  - YaST, Systemtools
- Windows
  - Konfiguration und Diagnose
  - IPv6-Tunnel Teredo
- Datenschutz und Privatsphäre
- Stabilität und Sicherheit



# ADRESSEN



Adresstypen, Adresszuweisung  
Betriebssysteme, Anwendungen

# IPv6-Adresstypen

Blick auf die Schnittstellenkonfiguration eines normalen PC mit IPv6-Zugang („ifconfig“ (Linux/Unix) bzw. „ipconfig“ (Windows))

```
unrz224 : bash
Datei Bearbeiten Ansicht Lesezeichen Einstellungen Hilfe
unrz224@dussel:~> /sbin/ifconfig
eth0      Link encap:Ethernet  Hardware Adresse 00:19:99:51:36:52
          inet  Adresse:131.188.78.217  Bcast:131.188.79.255  Maske:255.255.254.0
          inet6 Adresse: 2001:638:a000:3501:0:19:9951:3652/64  Gültigkeitsbereich:Global
          inet6 Adresse: fe80::219:99ff:fe51:3652/64  Gültigkeitsbereich:Verbindung
          UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
          RX packets:31046399 errors:0 dropped:253 overruns:0 frame:0
          TX packets:13276681 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 Sendewarteschlangenlänge:1000
          RX bytes:17549488352 (16736.4 Mb)  TX bytes:3534562534 (3370.8 Mb)
          Interrupt:16 Speicher:f0300000-f0320000
```

IPv6-  
konfigurierter  
Linux-Rechner

→ Überraschend: **Zwei IPv6-Adressen!**

- › 2001:638:a000:3501:0:19:9951:3652/64 ist die „normale“ Adresse
- › fe80::219:99ff:fe51:3652/64 ist die sog. „Link-Local“-Adresse

# Link-Local-Adressen (fe80::)

- Auch bekannt als „verbindungslokale Adressen“
  - › fangen immer mit fe80: an
  - › vom Betriebssystem automatisch für jedes Interface generiert (meist auf Basis von MAC-Adresse) und mit anderen Netzteilnehmern abgeklärt
  - › „einfach da“, egal ob das restliche Netz IPv6 hat oder nicht
  - › verlassen niemals das Subnetz (keine „normale“ Kommunikation)
  - › sollte man nie ohne Not deaktivieren
- Zweck
  - › Grundlage für das Neighbor Discovery Protocol (NDP)
  - › Das grundlegende Management-Subsystem des IPv6-Protokolls
  - › Entspricht dem „ARP“-Protokoll unter IPv4, kann aber mehr
  - › Bsp: Adress-Resolution, Nachbarkerkennung, Routersuche, Adresskonflikte,...

# Neighbor Discovery Protocol (NDP)

- Basiert auf ICMPv6
- Diagnostische Möglichkeiten am Beispiel Linux
  - funktioniert dank Link-Local-Adressen auch ohne konfiguriertes IPv6
  - ndisc6/rdisc6: <http://www.remlab.net/ndisc6/>
- *„Alle bekannten IPv6-Knoten im Netzwerksegment anzeigen“*
  - > ip -6 neigh
  - Apple: ndp
  - Windows: netsh interface ipv6 show neighbors
- *„MAC-Adresse zu v6-Adresse rausfinden“ (entsp. IPv4 ARP-Lookup)*
  - > ndisc6 2001:638:a000:1021:21::1 eth0
- *„Router im Netz suchen und Netzpräfix geben lassen“*
  - > rdisc6 eth0

# Neighbor Discovery Protocol (NDP)

- „Einen bestimmten Knoten im Netzwerksegment anpingen“

```
> ping6 -I eth0 fe80::2d0:1ff:fef7:ac00
```

Oder:

```
> ping6 fe80::2d0:1ff:fef7:ac00%eth0
```

- „Alle Knoten im gleichen Netzwerksegment anpingen“  
(→ Multicast)

```
> ping6 -I eth0 ff02::1
```

- „Alle Router im gleichen Netzwerksegment anpingen“  
(→ Multicast)

```
> ping6 -I eth0 ff02::2
```



# Adresszuweisung – Manuelle Konfiguration

- IPv4? → IP-Adresse, Netzmaske, Broadcast, Gateway, DNS
- IP-Adresse → Müssen wir definitiv angeben
- Netzmaske → /64 ist Default → Können wir weg lassen
- Broadcast → Ersetzt durch feste Multicast-Adressen
- Gateway → Müssen wir angeben, aber fe80::1 quasi Default
- DNS → Müssen wir wohl angeben...
- Oder?

# Adresszuweisung – Router Advertisement

- IPv6 setzt NDP zwingend voraus! Warum nicht nutzen?  
→ *Router-Advertisement (RA)*
- Router teilt mit, für welche Präfixe er zuständig ist  
→ Netzmaske und Gateway bekannt
- DNS? → RFC 6106 – Aber selten verwendet
- Könnte Router nicht auch IP-Adresse(n) vergeben?
  - Muss er gar nicht können!
  - Aber: Ebenfalls per RA teilt er mit, welche Möglichkeiten es gibt eine Adresse zu erhalten und ob weitere Konfigurationsoptionen vorliegen (Leider etwas uneinheitlich behandelt durch Betriebssysteme!)

# Adresszuweisung – SLAAC

- *Stateless Address AutoConfiguration*, RFC 4862
- Auch auf Basis von NDP
- Globale Adresse wird (ähnlich Link-Local) von Host selbst vergeben und per Multicast-Verfahren verifiziert
  - › MAC-Adresse: 00:19:99:51:36:52
  - › EUI64-Format: 02:19:99:ff:fe:51:36:52, bzw 0219:99ff:fe51:3652
  - › Link-Local-Adresse: fe80::219:99ff:fe51:3652/64
  - › Globale Adresse: <Präfix>:219:99ff:fe51:3652/64
- Probleme
  - *Stateless* → Keine statische Vorgabe von Adressen!
  - Nur begrenzte Menge an Informationsparametern
  - Ungeeignet für „Managed Networks“ (wie FAU)

# Adresszuweisung – DHCPv6

- *Dynamic Host Configuration Protocol*
- „Stateful Address Autoconfiguration“
- Möglichkeiten praktisch äquivalent zu IPv4
- Aber: Keine „Konkurrenz-Optionen“ zu NDP
- Technische Details teils deutlich anders
  - Multicast statt Broadcast ([ff02::1:2]:547)
  - Antworten als Unicast, da Link-Local-Adresse vorhanden
- **Das** „Problem“ von DHCPv6:

Benutzung der MAC-Adresse protokoll-technisch verhindert  
Stattdessen: *DUID (DHCP Unique Identifier)*

# Adresszuweisung – DUID Typen

- Link-Layer-Adresse und Zeit (*DUID-LLT*)

00:01:	00:01:	1e:44:44:b9:	12:34:56:78:9a:bc
DUID-Typ (16)	Hardware-Typ (16)	Zeitstempel (32)	Link-Layer- / MAC-Adresse (variabel)

- Vergabe durch Hersteller (*DUID-EN*)

DUID-Typ (00:02)	Enterprise-Number (32)	Identifizier (variabel)
------------------	------------------------	-------------------------

- Link-Layer-Adresse (*DUID-LL*)
  - Wie DUID-LLT ohne Zeitstempel
  - DUID-Typ: 00:03
- Basierend auf Universally Unique Identifier (*DUID-UUID*)
  - Nachgereichter RFC 6355
  - 16 Bit DUID-Typ (00:04) + 128 Bit UUID

# Adresszuweisung – DUID Eigenschaften

- Soll Gerät identifizieren, nicht Schnittstelle (kein Muss!)
- Persistente Speicherung führt zu „falschen“ DUIDs
  - Hardware-Tausch führt nicht zur Änderung der DUID, OS-Neuinstallation schon (DUID-UUID hilft aber)
  - OS-Updates behalten DUID (alten Typs) bei
  - Klonen von OS führt zu „doppelten“ Geräten
- Anpassen in der Regel leicht möglich
- Größtes Problem: Bisher wichtige MAC-Adresse (DHCPv4, L2-Sicherheitslösungen) wird ignoriert
- Lösung existiert, hängt aber von Netzwerkhardware ab:  
*RFC 6939 - DHCPv6 Client Link-Layer Address Option*

# Adresszuweisung – DUID im Betriebssystem

- **Windows: Registry-Eintrag**

```
reg query HKLM\SYSTEM\CurrentControlSet\Services\Tcpip6\Parameters /v Dhcpv6DUID  
reg delete HKLM\SYSTEM\CurrentControlSet\Services\Tcpip6\Parameters /v Dhcpv6DUID
```

Siehe auch: `ipconfig /all`

- **Linux: Leider „uneinheitlich“**

- **NetworkManager (eigentlich ISC dhclient):**

```
/var/lib/NetworkManager/dhclient6-*.lease
```

- **ISC dhclient – Diverse Möglichkeiten:** `/etc/dhclient6.leases`

```
/etc/dhcp/dhclient6.conf /var/lib/dhcp/dhclient6.leases
```

```
/var/lib/dhcp6/dhclient.leases
```

```
/var/lib/dhcp6/dhclient6.eth0.lease ...
```

- **dibbler (Ubuntu/Debian):** `/var/lib/dibbler/client-duid`

- **wicked (openSUSE):** `/var/lib/wicked/duid.xml`

# Adresszuweisung an der FAU

- An der FAU: Kein SLAAC → Statisch oder DHCPv6
  - Kontakt wie bei IPv4: [dhcp@fau.de](mailto:dhcp@fau.de)
- Trivia: Referenzimplementierung ISC dhcpd ist Beispiel für Dienst mit problematischer Implementierung von Dual-Stack



# Übersicht Betriebssysteme

- Nahezu alle aktuellen Betriebssysteme unterstützen IPv6
  - Mac OS X: ab 10.2 enthalten, ab 10.3 per GUI konfigurierbar
  - Verschiedenste UNIX-Varianten (AIX, BSD, HP-UX, Solaris...)
  - Router (Cisco, Juniper)
  - Windows:
    - › ab XP oder Server 2003 mit aktuellem Service Pack
    - › Volle Unterstützung ("*Dual-IP-Layer-Architektur*"):  
Windows Vista, Windows Server 2008 und höher
  - Linux: Grundsystem schon lange IPv6-fähig  
Aber: Konfigurationstools und GUI (Graphical User Interface) des jeweiligen Anbieters (Distribution) wichtig
- Im Folgenden näher betrachtet: Linux und Windows

# Anwendungen

- Die meisten Anwendungen sind mittlerweile IPv6-fähig
- Manchmal ist es durchaus etwas hakelig, z.B. bei Eingabe von URLs wegen nicht eindeutiger „:“
- Dank DNS für den normalen Nutzer auf Anwendungsebene in der Regel transparent
- Aber: Viele Webseiten haben beispielsweise noch keine IPv6-Adresse, da durch den Vorrang von IPv6 zu viele Probleme erwartet werden. Zwei weltweite Aktionen, denen eine Aktion des Heise-Verlags als Vorbild diente:
  - World IPv6 Day (2011, Test, <http://www.worldipv6day.org/>)
  - World IPv6 Launch Day (2012, dauerhafte Umschaltung, <http://www.worldipv6launch.org/>)



# LINUX / SUSE

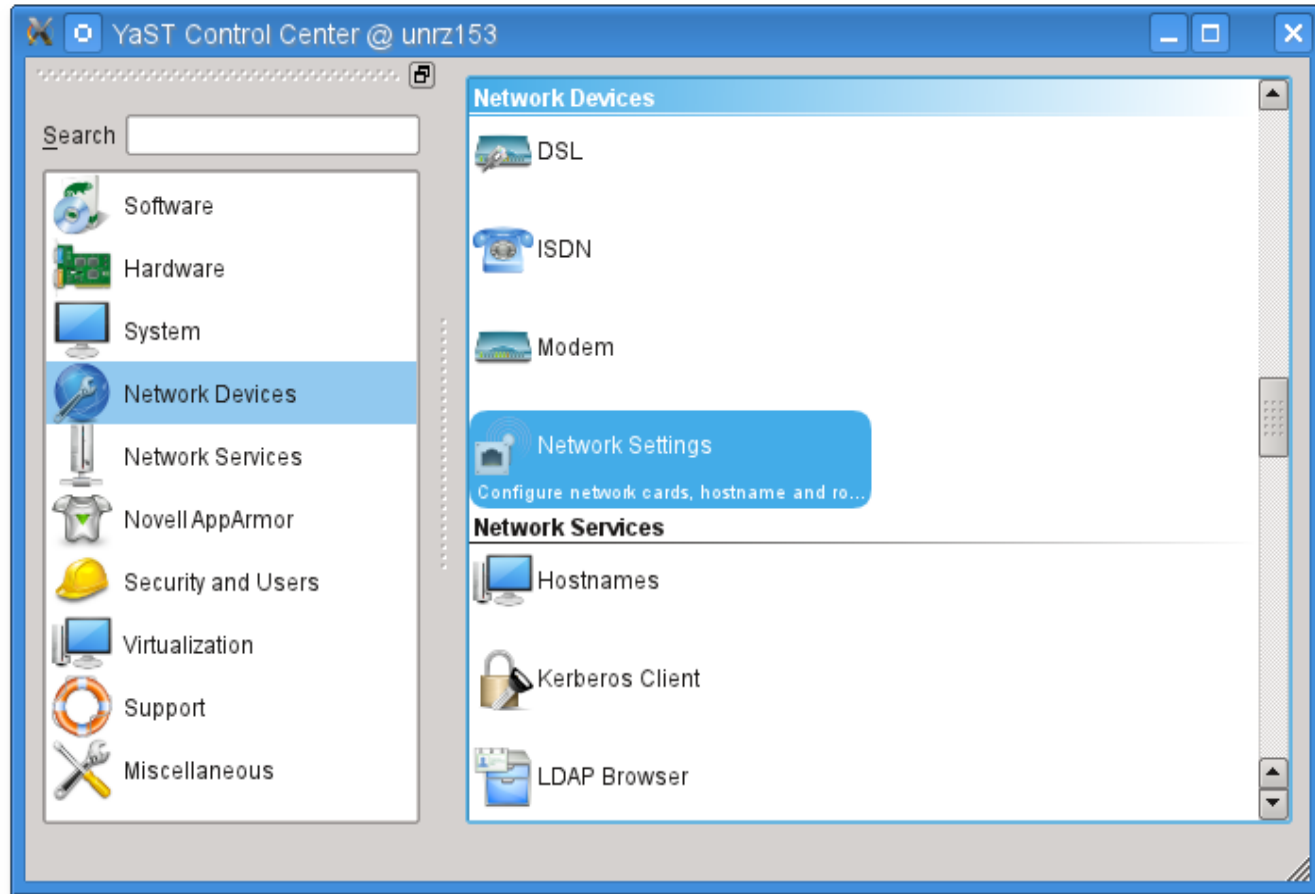


Yast, Systemtools

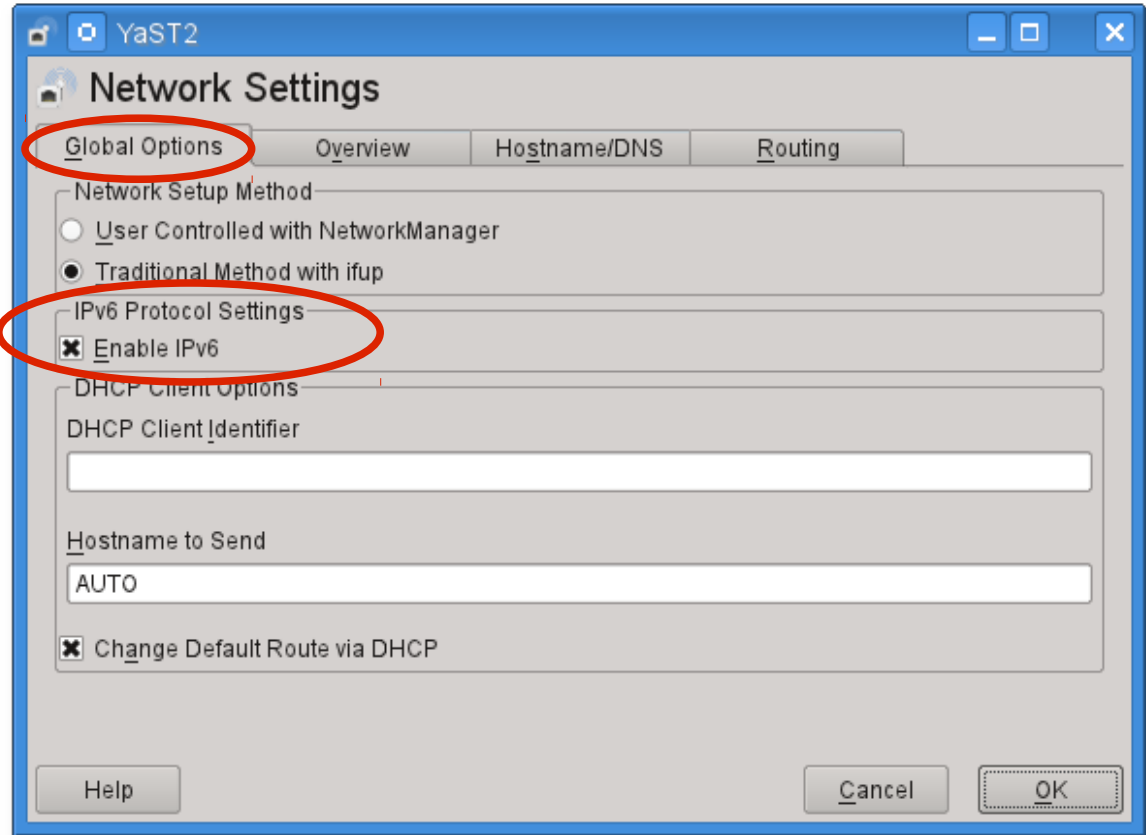
# Linux / SUSE

- Grundlegende Tools unter den meisten Linux-Distributionen identisch und entsprechen denen für IPv4 (ifconfig, route, ip usw.)
- Konfiguration unter SUSE wie gewohnt via YaST2  
IPv4 und IPv6 dabei gleichwertig integriert
- Im Hintergrund als „Zwischenschicht“:  
ifup, NetworkManager, wicd, ...
- Wenn es doch mal Probleme gibt:  
Wie schaltet man IPv6 vollständig ab?
  - Nur durch Entfernen des Kernel-Moduls!
  - Die meisten Distributionen bieten eine Deaktivierung zwar per Mausklick, aber Reboot ist zumeist dennoch notwendig/empfohlen!

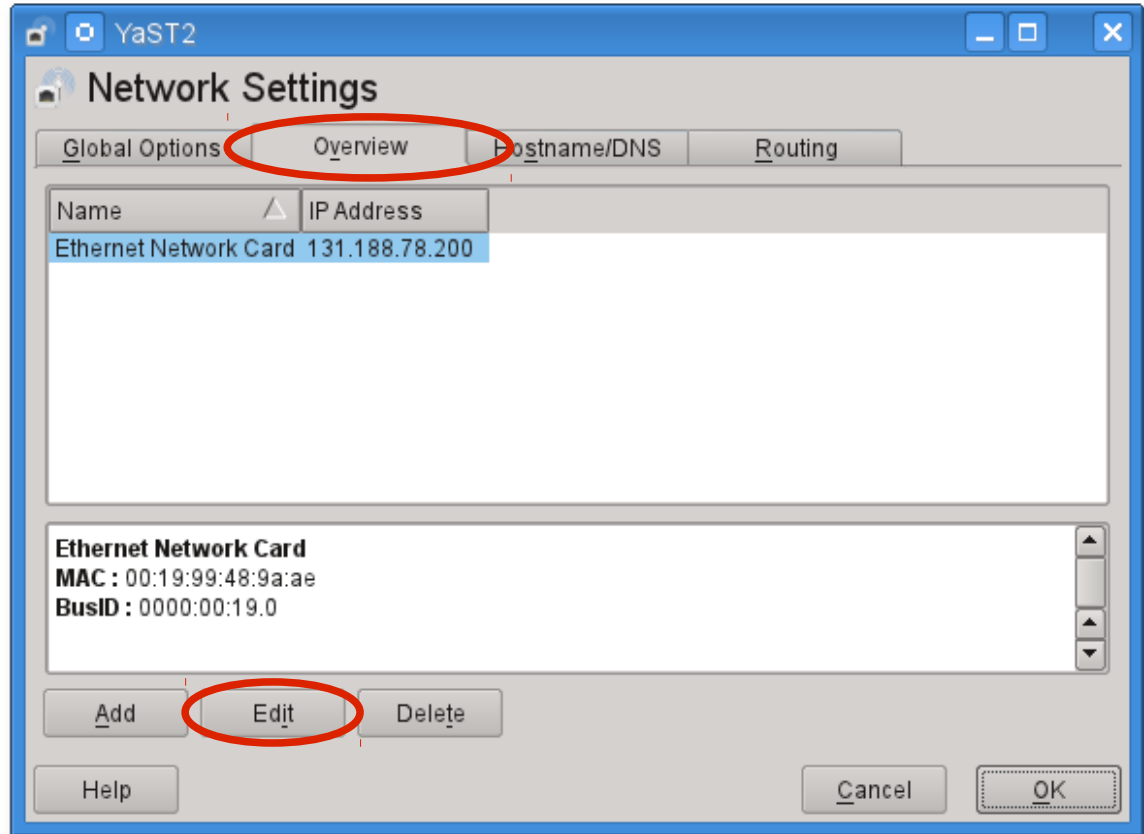
# Linux / SUSE YaST



# Linux / SUSE YaST



# Linux / SUSE YaST



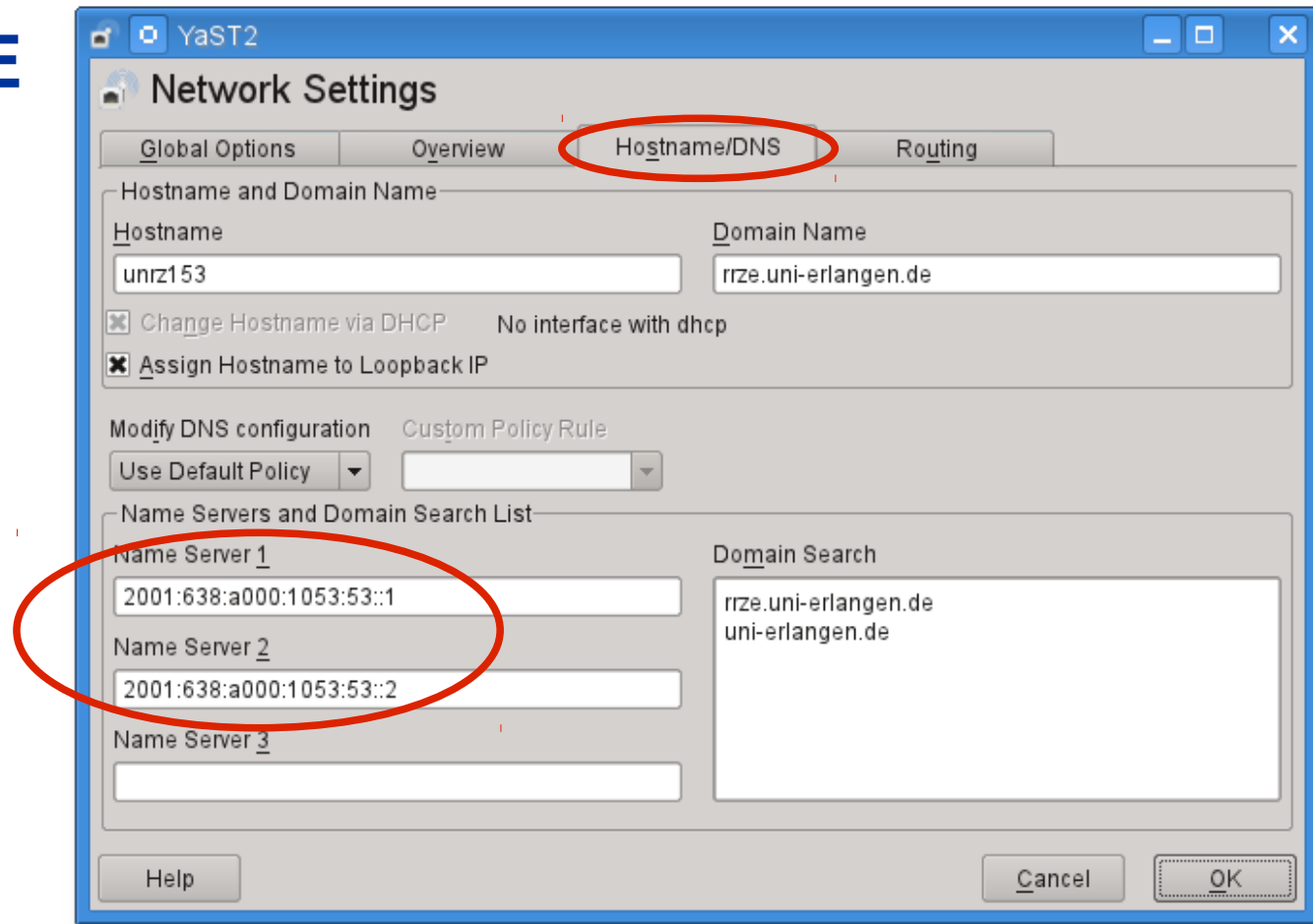
# Linux / SUSE YaST

The screenshot shows the YaST2 Network Card Setup window. The 'Address' tab is selected. The 'Device Type' is 'Ethernet' and the 'Configuration Name' is 'eth0'. The 'Statically assigned IP Address' option is selected. The IP Address is '131.188.78.200', the Subnet Mask is '/23', and the Hostname is 'unrz153.rze.uni-erlangen.de'. In the 'Additional Addresses' section, a table lists an IPv6 address: 2001:638:a000:3501::83bc:4ec8 /64. This row is highlighted with a blue background and circled in red. The table has columns for 'Alias Name', 'IP Address', and 'Netmask'. Below the table are 'Add', 'Edit', and 'Delete' buttons. At the bottom of the window are 'Help', 'Cancel', 'Back', and 'Next' buttons.

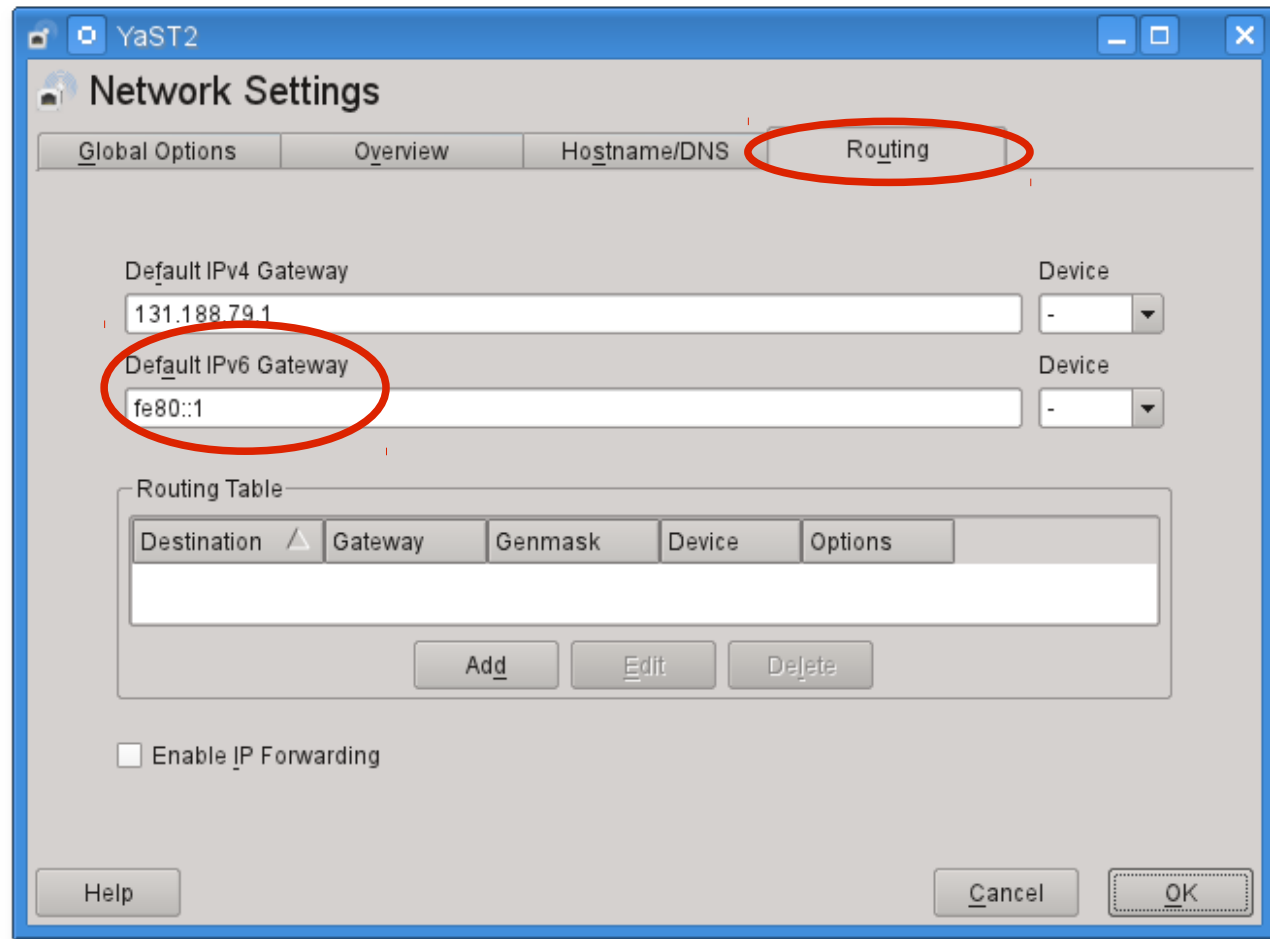
Alias Name	IP Address	Netmask
	2001:638:a000:3501::83bc:4ec8	/64



# Linux / SUSE YaST



# Linux / SUSE YaST



# Linux / SUSE – Systemtools

- Allgemeine Linux-Tools sind weiterhin im Hintergrund
- Oft bedienen sie beide Protokolle gleichzeitig:

```
# ifconfig
```

```
eth0      Link encap:Ethernet  HWaddr 00:19:99:48:9A:AE
          inet  addr:131.188.78.200  Bcast:131.188.79.255  Mask:255.255.254.0
          inet6 addr: 2001:638:a000:3501::83bc:4ec8/64 Scope:Global
          inet6 addr: fe80::219:99ff:fe48:9aae/64 Scope:Link
          UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
          RX packets:22916995 errors:0 dropped:189 overruns:0 frame:0
          TX packets:8749208 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:1000
          RX bytes:14215281746 (13556.7 Mb)  TX bytes:2638188558 (2515.9 Mb)
          Interrupt:23 Memory:d0020000-d0040000
```

- **Merke: Mehrere IP-Adressen pro Interface sind unter IPv4 die Ausnahme und unter IPv6 die Regel!**

# Linux / SUSE – Systemtools

- Manchmal muss man IPv6 explizit anfordern:

```
# route --inet6 -n
```

```
Kernel IPv6 routing table
```

Destination	Next Hop	Flags	Metric	Ref	Use	Iface
2001:638:a000:3501::/64	::	U	256	9643	0	eth0
fe80::/64	::	U	256	0	0	eth0
::/0	fe80::1	UGDA	1024	122194	6	eth0
::1/128	::	U	0	23095	7	lo
2001:638:a000:3501::83bc:4ec8/128	::	U	0	1992198	1	lo
fe80::219:99ff:fe48:9aae/128	::	U	0	35028	1	lo
ff02::1/128	ff02::1	UC	0	1	0	eth0
ff02::fb/128	ff02::fb	UC	0	795	0	eth0
ff00::/8	::	U	256	0	0	eth0

# Linux / SUSE – Systemtools

- Manchmal geschieht Auswahl mit angehängter 6  
Aber: Unterschiedlich implementiert!
- ping und ping6 sind getrennte Programme  
→ Auswahl "von Hand"
- traceroute6 ist Symlink auf traceroute Programm  
→ Ein Programm, das beide Protokolle spricht  
→ IPv6 traceroute sobald IPv6-Adresse vorhanden  
Zusätzlich Parameter -4 und -6 um jeweilige Version zu erzwingen

# Linux / SUSE – Systemtools

```
# traceroute dns1.rrze.uni-erlangen.de
```

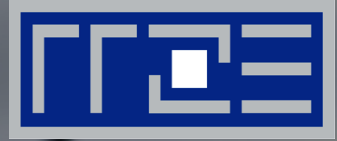
```
traceroute to dns1.rrze.uni-erlangen.de (2001:638:a000:1053:53::1), 30 hops max, 40 byte packets using UDP
 1  sitak.gate.uni-erlangen.de (2001:638:a000:3501::2)  17.168 ms   16.107 ms   14.930 ms
 2  constellation.gate.uni-erlangen.de (2001:638:a000::3336:33)  1.654 ms   1.583 ms   1.279 ms
 3  prime.gate.uni-erlangen.de (2001:638:a000::333b:3b)  0.822 ms   0.776 ms   0.762 ms
 4  dns1.rrze.uni-erlangen.de (2001:638:a000:1053:53::1)  0.336 ms   0.369 ms   0.299 ms
```

```
# traceroute -4 dns1.rrze.uni-erlangen.de
```

```
traceroute to dns1.rrze.uni-erlangen.de (131.188.0.10), 30 hops max, 40 byte packets using UDP
 1  131.188.79.253 (131.188.79.253)  4.622 ms   3.599 ms   2.468 ms
 2  constellation.gate.uni-erlangen.de (131.188.20.201)  1.133 ms   0.742 ms   0.646 ms
 3  prime.gate.uni-erlangen.de (131.188.10.34)  0.462 ms   0.406 ms   0.397 ms
 4  dns1.rrze.uni-erlangen.de (131.188.0.10)  0.208 ms   0.213 ms   0.196 ms
```



# WINDOWS



## Konfiguration und Diagnose unter Windows

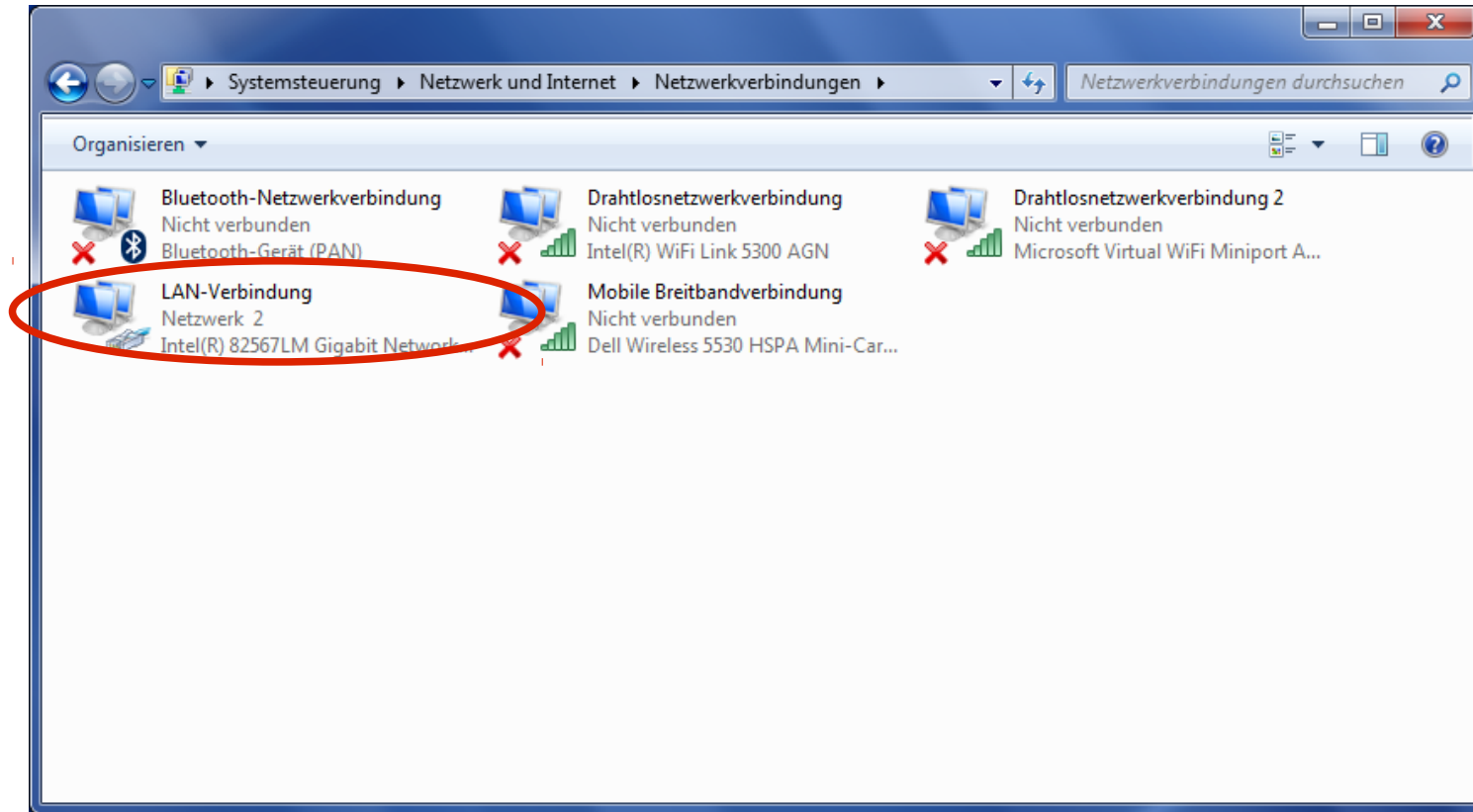
# Windows Konfiguration

- Ab Windows 7 IPv6-Support „vollständig“

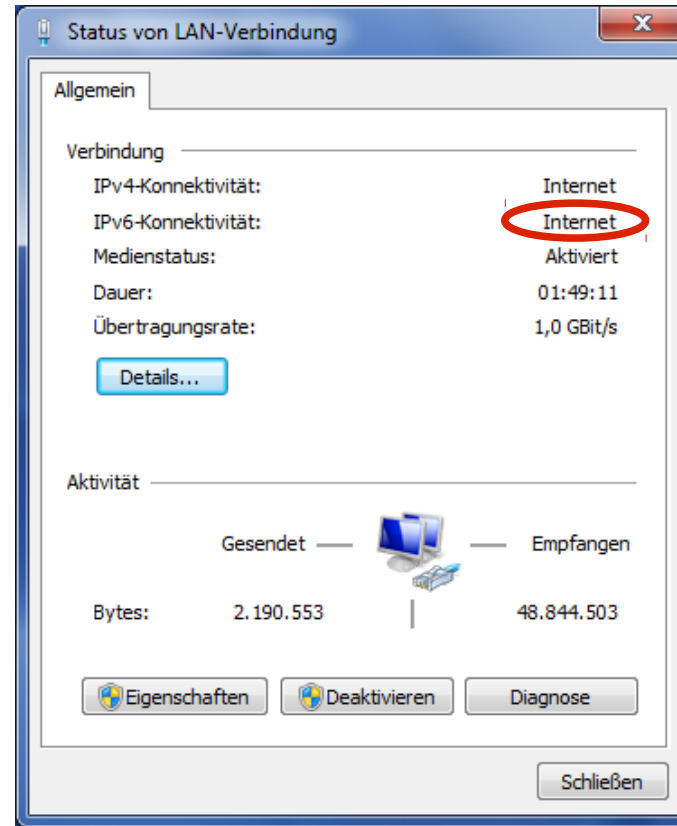
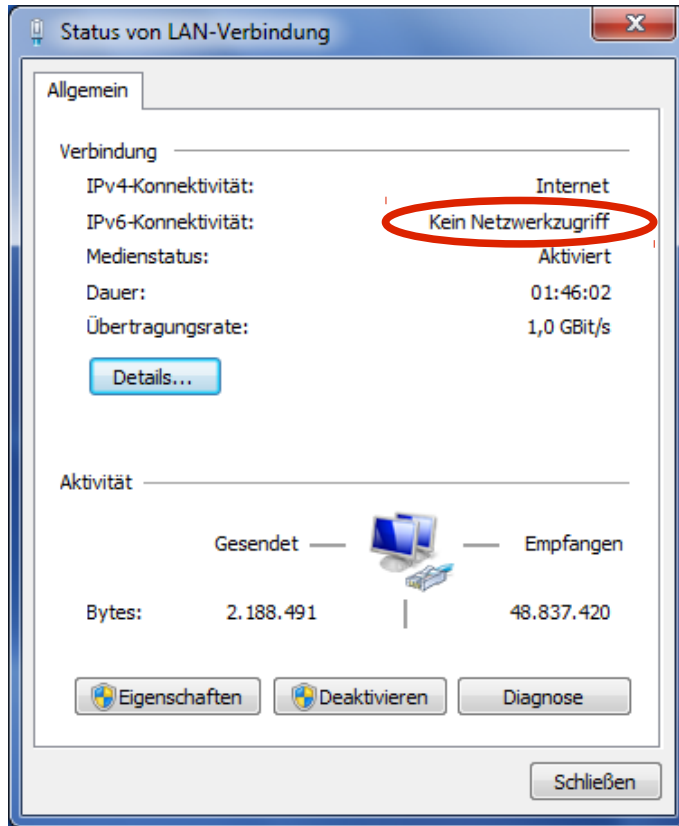
The screenshot shows the Windows 7 Network and Sharing Center. The left sidebar contains the following links: 'Startseite der Systemsteuerung', 'Drahtlosnetzwerke verwalten', 'Adaptoreinstellungen ändern' (circled in red), 'Erweiterte Freigabeeinstellungen ändern', 'Siehe auch', 'Heimnetzgruppe', 'Intel® PROSet/Wireless Tools', 'Internetoptionen', and 'Windows-Firewall'. The main content area displays network status for 'HERMOD (dieser Computer)', 'Netzwerk 2', and 'Internet'. Under 'Netzwerk 2', the 'Zugriffstyp: Verbindungen' section shows 'Internet' and 'LAN-Verbindung' (circled in red). Below this, there are links for 'Neue Verbindung oder neues Netzwerk einrichten', 'Verbindung mit einem Netzwerk herstellen', 'Heimnetzgruppen- und Freigabeoptionen auswählen', and 'Probleme beheben'.



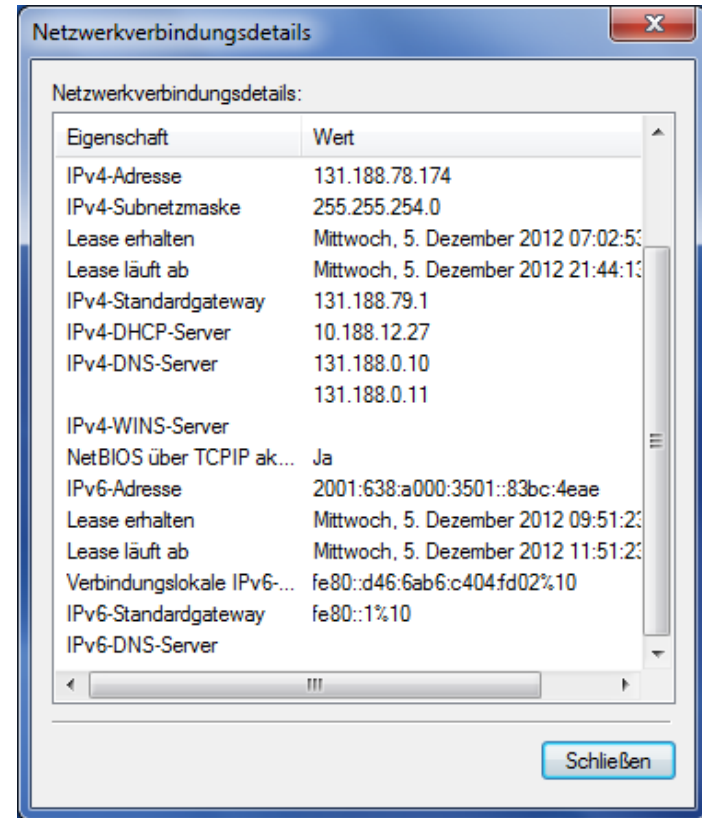
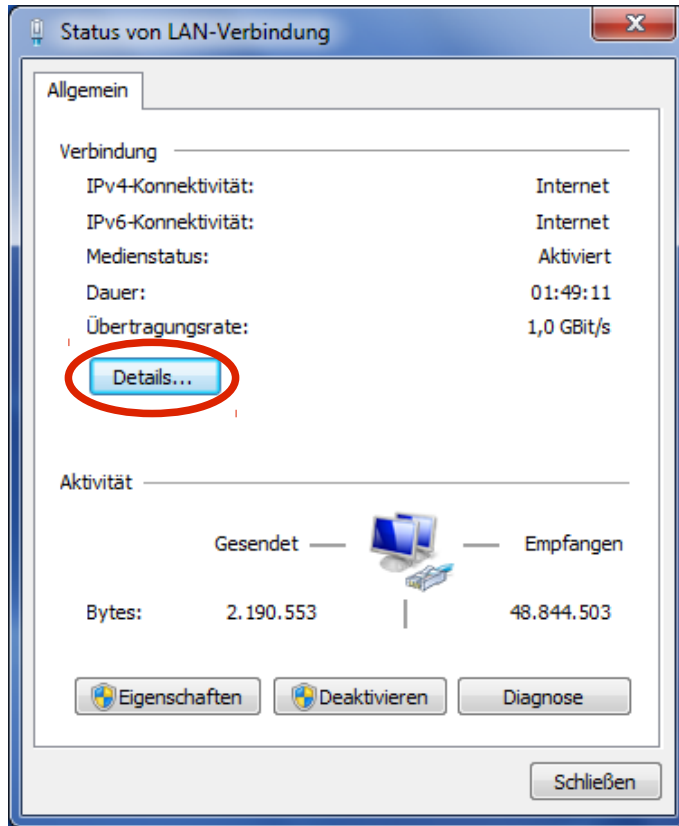
# Windows – Konfiguration



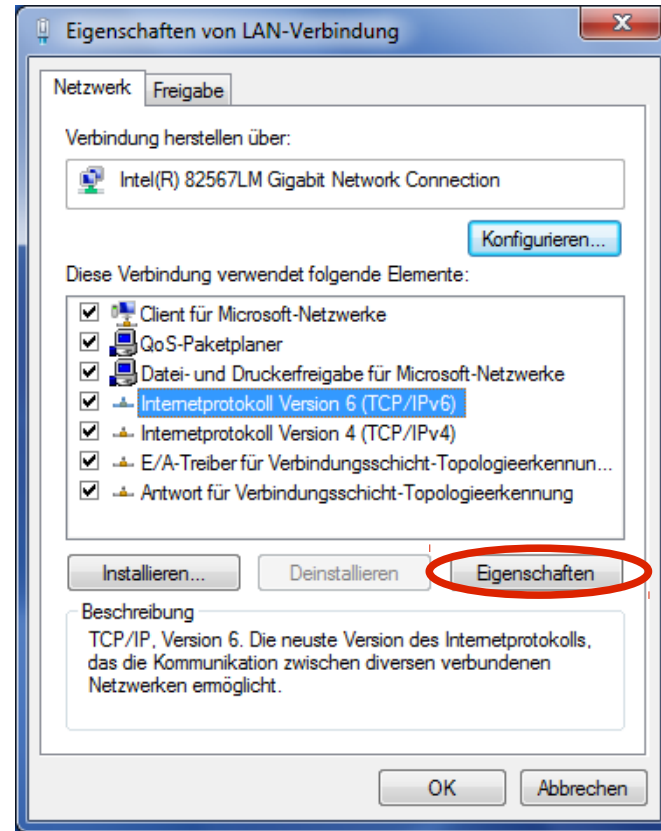
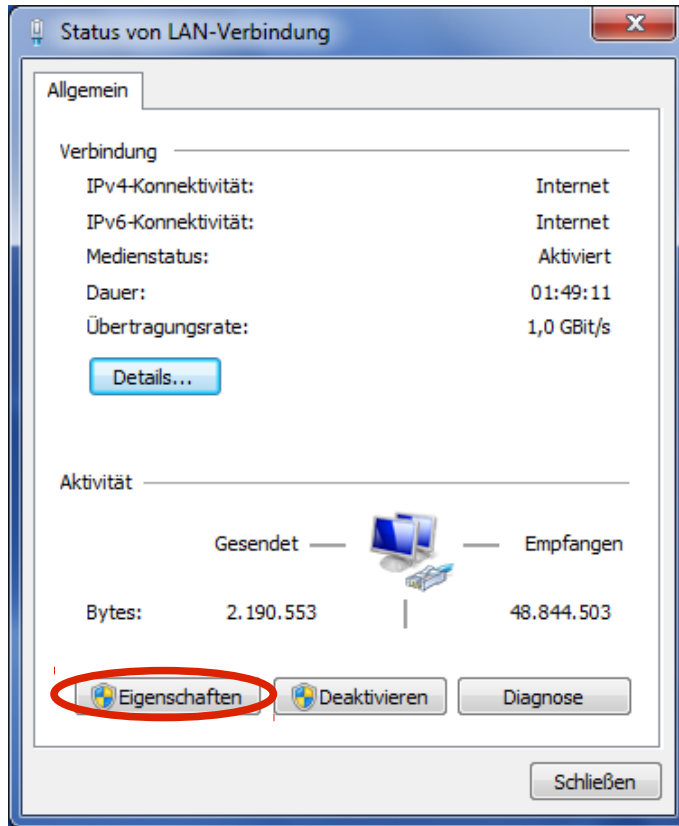
# Windows – Konfiguration



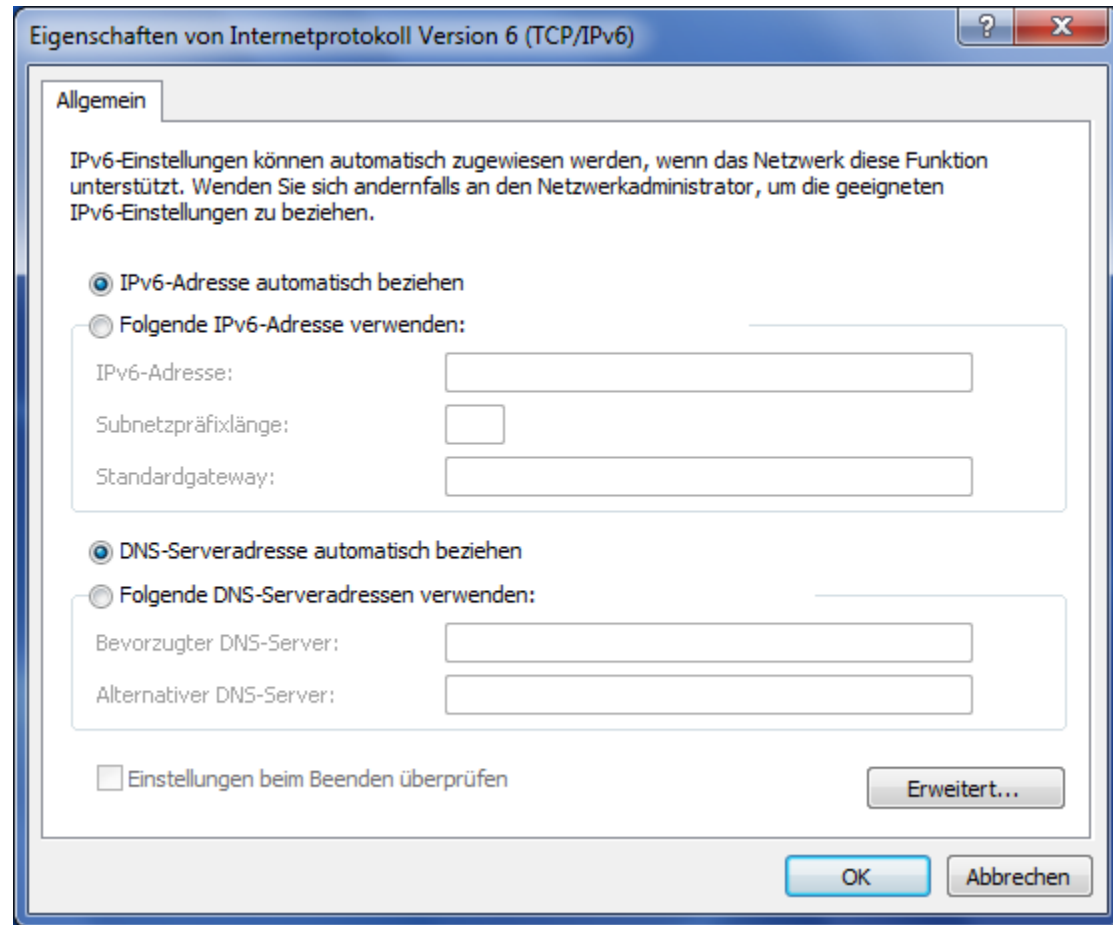
# Windows – Konfiguration



# Windows – Konfiguration



# Windows Konfiguration



# Windows – Kommandozeile

- Konfiguration via `netsh`
  - Unter allen neueren Windows-Versionen vorhanden
  - Ermöglicht die Einstellung **aller** Netzparameter (teilweise über die GUI nicht konfigurierbar!)
  - Tool ähnelt Konfigurationskommandozeilen von Netzwerkequipment (z.B. IOS von Cisco)
  - Flexibel sowohl als „Shell“ als auch direkt von der Windows-Kommandozeile bedienbar
  - Gute Hilfefunktion
- Zusätzlich sind unter Windows die Programme `ipconfig` und `route` vorhanden, die den UNIX-Programmen `ifconfig` und `route` ähneln

# Windows – Kommandozeile

```
> ipconfig
```

```
Ethernetadapter LAN-Verbindung:
```

```
Verbindungsspezifisches DNS-Suffix: rrze.uni-erlangen.de  
IPv6-Adresse. . . . . : 2001:638:a000:3501::83bc:4eae  
Verbindungslokale IPv6-Adresse . : fe80::d46:6ab6:c404:fd02%10  
IPv4-Adresse . . . . . : 131.188.78.174  
Subnetzmaske . . . . . : 255.255.254.0  
Standardgateway . . . . . : fe80::1%10  
                            131.188.79.1
```

# Windows Kommandozeile

```
> netsh interface ipv6 show address
```

```
Schnittstelle 1: Loopback Pseudo-Interface 1
```

```
Adresstyp  DAD-Status  Gültigkeit  Bevorzugt  Adresse  
-----  -
```

```
Andere      Bevorzugt      infinite    infinite    ::1
```

```
Schnittstelle 12: Drahtlosnetzwerkverbindung
```

```
Adresstyp  DAD-Status  Gültigkeit  Bevorzugt  Adresse  
-----  -
```

```
Andere      Verworfen      infinite    infinite    fe80::c09:98c6:cc1f:abde%12
```

```
Schnittstelle 10: LAN-Verbindung
```

```
Adresstyp  DAD-Status  Gültigkeit  Bevorzugt  Adresse  
-----  -
```

```
DHCP      Bevorzugt      1h46m21s      46m21s  2001:638:a000:3501::83bc:4eae
```

```
Andere      Bevorzugt      infinite      infinite  fe80::d46:6ab6:c404:fd02%10
```



# Windows – Diagnose-Tools

```
> tracert www.heise.de
```

Routenverfolgung zu www.heise.de [2a02:2e0:3fe:100::7] über maximal 30 Abschnitte:

```
 1      2 ms      2 ms      1 ms  sitak.gate.uni-erlangen.de [2001:638:a000:3501::2]
 2      1 ms     <1 ms     <1 ms  constellation.gate.uni-erlangen.de [2001:638:a000::3336:33]
 3      3 ms      1 ms     <1 ms  yamato.gate.uni-erlangen.de [2001:638:a000::3133:31]
 4     <1 ms     <1 ms     <1 ms  xr-erl1-te1-3.x-win.dfn.de [2001:638:c:a039::1]
 5      1 ms     <1 ms     <1 ms  cr-erl1-te0-7-0-0.x-win.dfn.de [2001:638:c:c038::1]
 6     11 ms     12 ms     11 ms  cr-tub1-te0-7-0-6.x-win.dfn.de [2001:638:c:c08f::2]
 7     36 ms     16 ms     15 ms  te3-1.c302.f.de.plusline.net [2001:7f8::3012:0:2]
 8     16 ms     16 ms     16 ms  te2-4.c102.f.de.plusline.net [2a02:2e0:10:1:c::2]
 9     15 ms     15 ms     15 ms  te6-2.c13.f.de.plusline.net [2a02:2e0:1::22]
10     15 ms     17 ms     16 ms  www.heise.de [2a02:2e0:3fe:100::7]
```

Ablaufverfolgung beendet.

# Windows – Diagnose-Tools

```
> tracert -4 www.heise.de
```

Routenverfolgung zu www.heise.de [193.99.144.85] über maximal 30 Abschnitte:

```
  1      1 ms    <1 ms     1 ms    131.188.79.253
  2     <1 ms   <1 ms    <1 ms   constellation.gate.uni-erlangen.de [131.188.20.201]
  3      2 ms   <1 ms     1 ms   yamato.gate.uni-erlangen.de [131.188.20.106]
  4     18 ms    5 ms     3 ms   xr-erl1-te1-3.x-win.dfn.de [188.1.234.229]
  5     <1 ms   <1 ms     2 ms   cr-erl1-te0-0-0-0.x-win.dfn.de [188.1.145.113]
  6     11 ms   10 ms    12 ms   cr-tub1-te0-7-0-6.x-win.dfn.de [188.1.145.234]
  7     30 ms   26 ms    26 ms   te3-1.c101.f.de.plusline.net [80.81.192.132]
  8     25 ms   25 ms    25 ms   heise2.f.de.plusline.net [82.98.98.106]
  9     25 ms   26 ms    25 ms   www.heise.de [193.99.144.85]
```

Ablaufverfolgung beendet.

# Gefahr durch den IPv6-Tunnel Teredo?

- *Teredo*: Tunnel-Protokoll zur Migration von IPv4 nach IPv6
- Funktioniert hinter NAT-Routern, die nicht IPv6-fähig sind!
- Entwickelt von Microsoft, Standardisiert per RFCs
- In Windows enthalten, aber auch für andere OS verfügbar (Miredo <http://www.remlab.net/miredo/> )
- „Letzter Ausweg“ (MS), wenn sonst kein IPv6
- Siehe auch <http://heise.de/-221537> und <http://technet.microsoft.com/en-us/library/bb457011.aspx>

# Teredo – Nachteile und Gefahren

- Performance
  - Viel Aufwand im Netz (Tunnel-Verbindungen auf NAT-Router)
  - Vergleichsweise ineffektiv
  - Nicht besonders stabil
- Umgeht "Schutz" durch NAT
  - Rechner weltweit erreichbar!
- Normales Routing wird "umgangen"
- Verkehr wird über fremden Anbieter umgeleitet
  - Problem mit Datenschutz!
- Siehe auch <http://heise.de/-270858>

# Teredo unter Windows

- Teredo-Interface taucht auf bei Ausgabe von  
> netsh interface ipv6 show addresses

- Weitere Informationen zu Teredo:

```
> netsh interface ipv6 show teredo
```

```
Teredo-Parameter
```

```
-----  
Typ : client  
Servername : teredo.ipv6.microsoft.com.  
Clientaktual.-intervall : 30 Sekunden  
Clientport : unspecified  
Status : dormant
```

- **Steht unter Status an Stelle von dormant oder offline der Wert qualified, ist der Tunnel aktiv!**

# Teredo unter Windows

- Deaktivieren auf dem Endsystem
  - › `netsh interface ipv6 set teredo disable`
- Deaktivieren an zentraler Stelle
  - › UDP-Port 3544 auf Router oder Firewall sperren
- Automatische Deaktivierung, wenn
  - das lokale Netz IPv6 spricht ODER
  - die Windows-Firewall abgeschaltet ist ODER
  - das LAN verwaltet wird (Active Directory)
- Ungewisse Zukunft
  - Anscheinend wird Default-Server langfristig deaktiviert: <http://heise.de/-1916499>
  - Aber Teredo für Xbox One nötig: <http://heise.de/-2060590>



# DATENSCHUTZ UND PRIVATSPHÄRE



Eine weltweit eindeutige Adresse und damit  
eindeutig identifizierbar?

# Datenschutz und Privatsphäre

- FAU: Eindeutige, öffentliche Adressen bei IPv4 weit verbreitet. Private IPv4-Adressen bekommen idR *Unique Local Unicast Adressen (ULA)* beiseite gestellt:  
Global vorgesehen: fc00::/7 (mit „Kollisionsvermeidung“)  
FAU: fd00:638:a000::/56
  - Typischer privater Anschluss: Netzwerkpräfix ähnelt bisheriger IPv4-Adresse, die üblicherweise bei Internetzugang verwendet wird (NAT) → Dynamische Adresspräfixe
- Bzgl Datenschutz sind Veränderungen geringer, als auf den ersten Blick meist vermutet

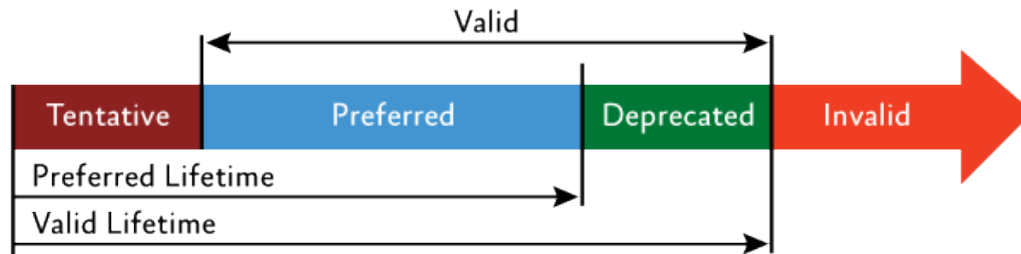


# Datenschutz und Privatsphäre

- IPv6 (mit statischen Adressen!) könnte sogar zur Erhöhung des Datenschutzes genutzt werden  
Siehe <http://heise.de/-1375692>
- Zukunft der Privatsphäre bei privaten Anschlüssen über Internet Service Provider (ISP) bleibt (nicht nur bzgl IPv6) ein spannendes Thema

# Privacy Extensions

- **Neues Problem:** Host-Teil der IPv6-Adresse (Interface Identifier) enthält bei Autoconfiguration die MAC-Adresse → Eindeutige Identifikation „überall“ möglich
- Verschärfung durch zunehmend „private“ Geräte (z.B. Smartphones)
- Lösung: Privacy Extensions (RFC 4941, ersetzt 3041) → Temporäre, zufällige Adressen



# Privacy Extensions – Betriebssysteme

- Windows (Desktop): Ab XP vorhanden und standardmäßig aktiviert
  - Zusätzlich MAC per Default nicht in statischer/nicht temporärer IP-Adresse
  - <http://technet.microsoft.com/en-us/magazine/2007.08.cableguy.aspx>
- Linux: Im Kernel vorhanden, nicht per Default aktiviert
  - Aufgabe der jeweiligen Distribution
  - Ubuntu ab 12.04, openSUSE ab 12.1
- Mac OS X: Ab 10.7 per Default aktiviert
- iOS (ab 4.3), Android (ab 4.0): per Default aktiviert, nicht deaktivierbar!  
In vorherigen Versionen nur nach Jailbreak/Rooten aktivierbar
- Siehe auch <http://heise.de/-1204783>



# STABILITÄT UND SICHERHEIT



Probleme durch und mit IPv6  
im täglichen Einsatz

# Stabilität

- Dual-Stack (IPv6 und IPv4) schon oft gegeben
- Dank Link-Local oft schon IPv6 im lokalen Netz verwendet
- Klassisches Problem: IPv6 funktioniert nicht richtig
  - Relativ wenig Einschränkungen bemerkbar (Trägheit)
  - Zuordnung der Fehlerbilder erschwert
- Durchaus möglich: Kein DHCPv4, aber IPv6 SLAAC
  - Es funktioniert nur IPv6!
  - Zuordnung der Fehlerbilder ebenfalls erschwert
- IPv6-fähige Hosts können (versehentlich) IPv6- und sogar IPv4-Netzwerke massiv stören
  - *Rogue Router Advertisements*: Windows mit Internet-Connection-Sharing und 6to4-Tunnel werden zu IPv6-Router und „bieten ihre Dienste an“

# Stabilität

- IPv6 immer im Hinterkopf behalten, wenn Probleme auftauchen!
- Test mit Browsern möglich:  
<http://test-ipv6.com/>  
<http://www.heise.de/netze/tools/ip/>  
<http://www.bieringer.de/>

# Sicherheit

- IPv6 ist relativ neu → Viele **Bugs** lauern da draußen!  
Auch „alte Bekannte“ wie der *Ping of Death* aus Windows 95:  
<https://technet.microsoft.com/library/security/ms13-065>
- Server statische, Clients größtenteils dynamische Adressen. Wie bisher.  
IPv6 bringt „nur“ mehr Flexibilität!
- Probleme mit Firewalls
  - Dynamische Adressvergabe
  - Mehrere IP-Adressen pro InterfaceAber: Firewalls heute oft „unabhängig“ von der IP-Adresse  
Dennoch: Feature- und Performance-Probleme mit IPv6
- Sonstige Sicherheitsaspekte meist weder besser noch schlechter als bei IPv4 (<https://www.thc.org/thc-ipv6/>)

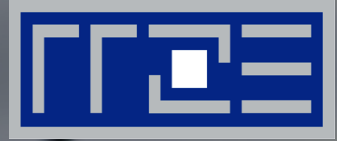
# IPv6 an der FAU

- Wesentliches bereits in Teil 1 zu finden
- Weitere Informationsquellen
  - Webseiten des RRZE  
<http://www.rrze.fau.de/infrastruktur/kommunikationsnetz/ipv6.shtml>
  - Benutzerinformationen (BI) 89 (11/2013), S. 23ff





# ORGANISATORISCHES



- Die Vorträge im Überblick
- Andere Vortragsreihen des RRZE
- Ablageorte Vortragsfolien
- RRZE-Veranstaltungskalender / Mailingliste abonnieren
- Themenvorschläge und Anregungen

# Weitere Vorträge im Rahmen der „Netzwerkausbildung“

Immer mittwochs (ab 14 c.t.)  
in Raum 2.049 am RRZE

18.10.2017 – Modelle, Begriffe, Mechanismen

25.10.2017 – Lokale Netze: Switching, Routing, Strukturierung

08.11.2017 – Troubleshooting von WLAN- und VPN-Problemen

15.11.2017 – TCP-/IP-Troubleshooting

29.11.2017 – Handeln mit Adressen – ARP, DHCP, DNS

06.12.2017 – IP-FAU-6 (Teil 1)

**13.12.2017 – IP-FAU-6 (Teil 2)**

10.01.2018 – Elementare Sicherheitsmaßnahmen: Firewall und Netzzugriff

17.01.2018 – Anschluss von Wohnheimnetzen

24.01.2018 – Traffic Engineering: Proxy, NAT

31.01.2018 – Routingprotokolle

07.02.2018 – E-Mail-Grundlagen

# Andere Vortragsreihen des RRZE

## Campustreffen „IT-Dienste des RRZE und der FAU“

- immer donnerstags ab 15 Uhr c.t.
- vermittelt Informationen zu den Dienstleistungen des RRZE
- befasst sich mit neuer Hard- & Software, Update-Verfahren sowie Lizenzfragen
- ermöglicht den Erfahrungsaustausch mit Spezialisten

## Systemausbildung „Grundlagen und Aspekte von Betriebssystemen und System-nahen Diensten“

- immer mittwochs ab 14 Uhr c.t. (in den Sommersemestern)
- Ergänzung zur Netzwerkausbildung “Praxis der Datenkommunikation”
- führt in den grundsätzlichen Aufbau eines Systems sowie eingesetzte Techniken und Komponenten ein
- richtet sich primär an alle Interessierten (Studierende & Beschäftigte)

# Vortragsfolien und Vortragsaufzeichnung

Die Vortragsfolien werden nach der Veranstaltung auf der Webseite des RRZE abgelegt:

[www.rrze.fau.de/ausbildung-schulung/veranstaltungsreihen/netzwerkausbildung/](http://www.rrze.fau.de/ausbildung-schulung/veranstaltungsreihen/netzwerkausbildung/)

Die meisten Vorträge des RRZE werden aufgezeichnet und können nach der Veranstaltung vom Videoportal der FAU heruntergeladen werden:

[www.fau.tv](http://www.fau.tv)

# RRZE-Veranstaltungskalender und Mailinglisten

- Kalender abonnieren oder bookmarken
  - Alle Infos hierzu stehen auf der Webseite des RRZE unter:  
[www.rrze.fau.de/veranstaltungen/veranstaltungskalender/](http://www.rrze.fau.de/veranstaltungen/veranstaltungskalender/)
- Mailingliste abonnieren
  - Wöchentliche Terminhinweise werden zusätzlich an die Mailingliste [RRZE-Aktuelles](#) gesendet.
  - Auch diese Liste kann man abonnieren:  
<https://lists.fau.de/mailman/listinfo/rrze-aktuelles>

# Themenvorschläge und Anregungen

Themenvorschläge und Anregungen nehmen wir gerne entgegen!

Bitte schreiben Sie uns einfach eine E-Mail an:  
[rrze-zentrale@fau.de](mailto:rrze-zentrale@fau.de) (Betreff: Netzwerkausbildung)

# REGIONALES RECHENZENTRUM ERLANGEN [RRZE]



## Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Regionales RechenZentrum Erlangen [RRZE]

Martensstraße 1, 91058 Erlangen

<http://www.rrze.fau.de>