

# Netzwerk

## Linux-Kurs der Unix-AG

Benjamin Eberle

8. Februar 2016



**UNIX**  
**AG**

TU Kaiserslautern

**RH** Regionales  
Hochschul-  
Rechenzentrum  
Kaiserslautern **RK**

# Netzwerke

- ▶ mehrere miteinander verbundene Geräte (z. B. Computer) bilden ein Netzwerk
- ▶ Verbindung üblicherweise über einen Switch (Ethernet) oder Access-Point (WLAN)
- ▶ Verbindung zwischen Netzen über Router
- ▶ LAN, Local Area Network: lokales Netz (z. B. im Gebäude, Campus)
- ▶ WAN, Wide Area Network: geografisch ausgedehntes Netz (z. B. Internet)

# Adressierung

- ▶ Geräte werden im Netzwerk über ihre IP-Adresse identifiziert
- ▶ IPv4 oder IPv6
- ▶ Geräte im gleichen Netz haben Adressen aus dem gleichen Block
- ▶ Kommunikation mit Adressen aus einem anderen Block über Router

# IPv4

- ▶ Adressen sind 32-Bit-Zahlen, die in viermal acht Bit aufgeteilt werden und durch „.“ getrennt dezimal dargestellt werden
- ▶ Beispiel: 198 . 51 . 100 . 27
- ▶ theoretisch bis zu  $2^{32}$  (ca. 4,3 Mrd.) Adressen
- ▶ viele Adressen reserviert (private Adressen, Dokumentation, Spezialanwendungen)
- ▶ anfangs wurden Adressen sehr großzügig vergeben
- ▶ Folge: faktisch keine freien IPv4-Adressen mehr

# IPv6

- ▶ Nachfolger von IPv4, standardisiert seit Ende der 90er
- ▶ Adressen sind 128-Bit-Zahlen, die in acht mal 16 Bit aufgeteilt werden und durch „:“ getrennt hexadezimal dargestellt werden
- ▶ Beispiel: 2001:db8:1234:5678:21c:25ff:fe7c:d22b
- ▶ theoretisch bis zu  $2^{128}$  (ca.  $3,4 \cdot 10^{38}$ ) Adressen
- ▶ Anmerkung: mehrere aufeinanderfolgende Blöcke von Nullen werden bei IPv6-Adressen durch „::“ ersetzt, also  
2001:db8:1234::27 statt  
2001:db8:1234:0000:0000:0000:0000:27 (nur einmal pro Adresse)

# Netzwerkinterfaces

- ▶ repräsentieren Netzwerkkarten
- ▶ damit ein Rechner unter einer IP-Adresse erreichbar ist, muss diese einem Netzwerk-Interface hinzugefügt werden
- ▶ Ethernet-Interface heißen `ethX` (fortlaufend ab 0 durchnummeriert), WLAN-Interfaces `wlanX` (kann bei manchen Herstellern abweichen: `athX`, `ethX`)
- ▶ Spezial-Interface `lo` (Loopback) erlaubt es, über die IP-Adresse `127.0.0.1` bzw. `::1` auf den lokalen Rechner zuzugreifen
- ▶ Netzwerk-Interfaces haben keine Dateien in `/dev`

# ifconfig

- ▶ zeigt die Konfiguration von Netzwerkinterfaces (IP-Adresse, Subnetzmaske) an und ändert sie
- ▶ `ifconfig` zeigt alle aktiven Netzwerkinterfaces an (mit `-a` auch nicht aktive)
- ▶ `ifconfig eth0` zeigt die Konfiguration von `eth0` an
- ▶ moderne, bevorzugte Alternative: `ip addr show` (kurz: `ip a`)

# Serverdienste

- ▶ Serverdienste (z. B. Webserver) stellen Dienste über das Netzwerk bereit
- ▶ warten dazu auf Verbindungen auf einem bestimmten Port (engl. „listen“)
- ▶ Port vergleichbar mit einer Wohneinheit in einem Mehrfamilienhaus; nur ein Dienst pro Port
- ▶ insg. jeweils 65536 TCP- und UDP-Ports; ein Teil davon fest vergeben (z. B. 80/TCP: HTTP-Webserver, 22/TCP: SSH)
- ▶ Client (z. B. Webbrowser) verbindet sich zum entsprechenden Port der Server-IP-Adresse



# netstat

- ▶ `netstat` kann Netzwerkverbindungen und Serverdienste auflisten
- ▶ Wichtige Optionen:
  - ▶ `-t` : **T**CP-Verbindungen und **S**erver anzeigen
  - ▶ `-u` : **U**DP-Server anzeigen
  - ▶ `-l` : Server statt Verbindungen anzeigen (**l**istening)
  - ▶ `-p` : Names und PID des **P**rogramms mit ausgeben
  - ▶ `-e` : mehr Informationen ausgeben (**e**xtend)
  - ▶ `-n` : nicht versuchen, den Hostname zu IP-Adressen zu ermitteln (Ausgabe erfolgt schneller) (**n**umeric)
- ▶ leicht zu merken: `netstat -tulpen`

# Routing

- ▶ im Internet sind nicht alle Rechner direkt miteinander verbunden
- ▶ Internet besteht aus vielen Teil-Netzen
- ▶ Rechner in einem Netz können direkt miteinander kommunizieren
- ▶ zwischen zwei Netzen können Pakete über Router ausgetauscht werden

# Routing

- ▶ welche Netze direkt erreicht werden können und welche Netze über welchen Router erreicht werden können, steht in der sog. Routing-Tabelle
- ▶ auf normalen Rechner meistens nur ein Eintrag für das lokale Netz und ein Default-Gateway für alle anderen

# route

- ▶ `route` zeigt die IPv4-Routing-Tabelle an
- ▶ zu jedem Ziel-Netz wird u. a. der nächste Router (Gateway) und das ausgehende Interface angezeigt
- ▶ `0.0.0.0` als Ziel-Netz ist der Eintrag für das Default-Gateway
- ▶ bei direkt erreichbaren Netzen ist `0.0.0.0` als Gateway angegeben
- ▶ `route -6` zeigt die IPv6-Routing-Tabelle an
- ▶ `::` bzw. `::/0` entspricht `0.0.0.0`
- ▶ `route -n` zeigt IP-Adressen statt DNS-Namen an
- ▶ moderne Alternative: `ip route show`

# Domain Name System (DNS)

- ▶ IP-Adressen sind für Menschen schwer zu merken
- ▶ Lösung: Domain-Namen
- ▶ Beispiel: `www.unix-ag.uni-kl.de` statt `131.246.124.83` oder `2001:638:208:ef34:0:ff:fe00:83`
- ▶ DNS wird verwendet um Domain-Namen zu IP-Adressen aufzulösen
- ▶ dazu Anfrage an DNS-Server

# /etc/resolv.conf

- ▶ Konfigurationsdatei, die die verwendeten DNS-Server und den Suchpfad enthält
- ▶ wird versucht, einen Rechnernamen ohne vollständige Domain aufzulösen, wird automatisch die im Suchpfad angegebenen Domain angehängen
- ▶ Suchpfad kann auch mehrere Domains enthalten (werden dann nacheinander ausprobiert)

# Beispiel für /etc/resolv.conf

```
nameserver 198.51.100.15  
nameserver 203.0.113.3  
search example.com
```

- ▶ zur Namensauflösung wird zuerst 198.51.100.15 angefragt, wenn dieser nicht antwortet 203.0.113.3
- ▶ der Suchpfad besteht aus example.com
- ▶ beispielsweise kann statt www.example.com auch einfach www angegeben werden

# host

- ▶ `host` kann zum manuellen Auflösen von Rechnernamen verwendet werden
- ▶ `host www.example.com` zeigt die zur Domain gehörigen IP-Adressen an.



## /etc/hosts

- ▶ in /etc/hosts können eigene Domain-Einträge eingetragen werden
- ▶ z. B. für nur im lokalen Netz verwendete Hostnames oder um IP-Adressen von bestehenden DNS-Einträgen zu überschreiben
- ▶ Einträge gelten nur auf dem lokalen Rechner
- ▶ das Beispiel unten legt fest, dass der Rechner namens „heimserver.example“ oder kurz „heimserver“ unter der IP-Adresse 192.168.4.2 zu erreichen ist

```
192.168.4.2 heimserver.example heimserver
```

# Automatische Netzwerk-Konfiguration

- ▶ mit `ifconfig`, `route` und `/etc/resolv.conf` kann das Netzwerk von Hand konfiguriert werden
- ▶ schon bei wenigen Rechnern aufwendig und fehleranfällig, wird in der Regel nicht gemacht
- ▶ stattdessen: Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP)
- ▶ bei den meisten Betriebssystemen standardmäßig aktiv
- ▶ IPv6-Konfiguration häufig per stateless address autoconfiguration (SLAAC) statt DHCP
- ▶ SLAAC bei allen modernen Betriebssystemen standardmäßig aktiv

# ping und traceroute

- ▶ `ping` sendet Test-Pakete an den angegebenen Rechner und zeigt an, ob eine Antwort ankam und wie schnell
- ▶ es werden solange Pakete gesendet, bis `ping` mit `Ctrl-C` beendet wird
- ▶ erwartet einen Rechnernamen oder eine IP-Adresse als Argument
- ▶ `ping6` verwendet IPv6 statt IPv4
- ▶ `traceroute (-6)` zeigt die Route, die ein Packet zu einem Zielrechner nimmt
- ▶ nützlich um Netzwerkprobleme zu untersuchen

# Spickzettel

## Alle Befehle

Befehl	Optionen
ifconfig	-a
netstat	-t -u, -l, -p, -e, -n
route	-6
dig	(A, AAAA)
ping, ping6	
traceroute	-6