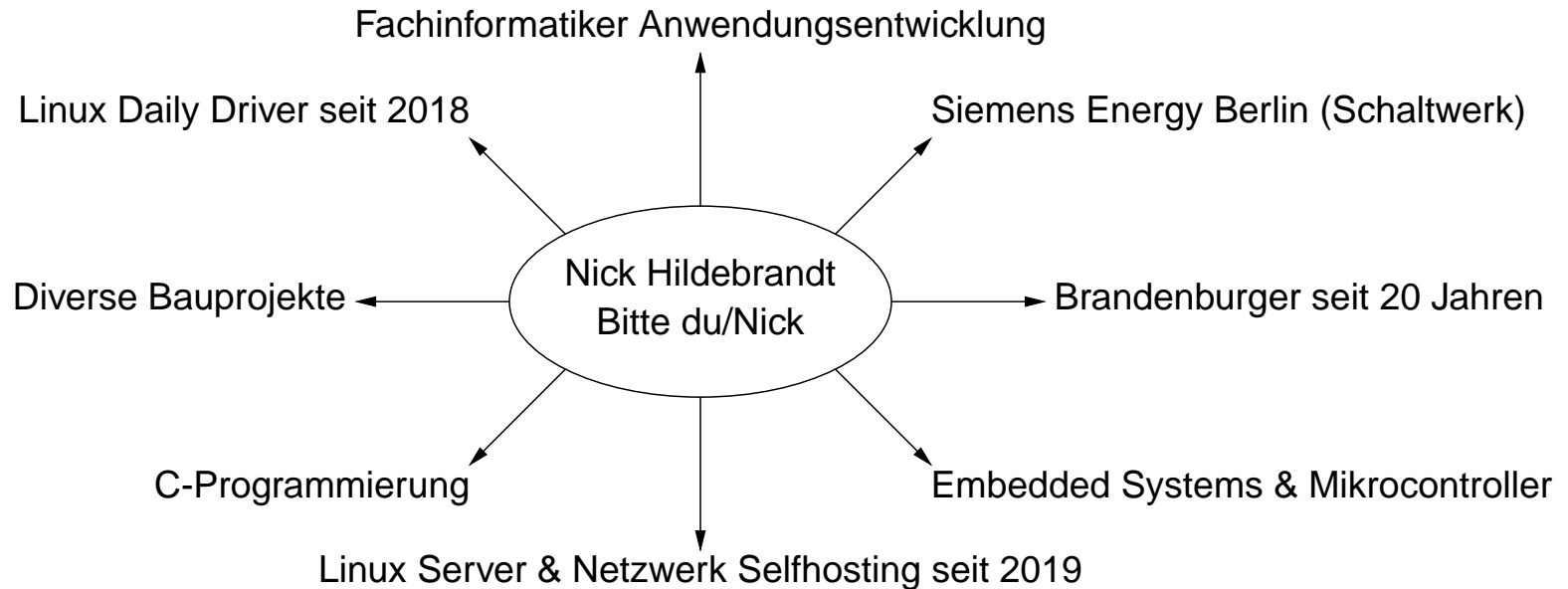


Linux Grundlagen und Projekt Kurs

Distributionen, Desktop, Installation, Kernel, Prozesse, Shell Scripting,
Systemd, Logging, SSH, Netzwerk

Ein bisschen was über mich



Etwas über euch



Was noch wichtig ist

- Bitte immer **SOFORT FRAGEN** wenn etwas unverständlich ist
- Alle Kursdaten sind online: **<https://github.com/nickhildebrandt/Linux-Projekt-Berlin>**
- Meine E-Mail auch für die Zukunft: **nick.hildebrandt@siemens-energy.com**

Wochenüberblick

- **Montag:** Einführung, Distributionen, Desktop, Installation
- **Dienstag:** Linux Grundlagen, Prozesse, Shell Scripting
- **Mittwoch:** Systemd, Logging, SSH, Netzwerk
- **Donnerstag:** Sicherheit, Backups, Virtualisierung, Container

Einführung - Was ist Linux? - Rechercheaufgabe

1. Was ist Linux und was ist GNU?
2. Wie entstand GNU und wie entstand Linux?
3. Was haben GNU und Linux miteinander zu tun?
4. Was sind Distributionen und welche gibt es?
5. Was sind Desktopumgebungen und welche gibt es?
6. Welche UI-Toolkits nutzen die verschiedenen Desktopumgebungen?
7. Was ist ein Display-Server?
8. Wie unterscheiden sich Xorg und Wayland?

[Linux in 100 Sekunden](#)

Was ist Linux?

- Linux ist der **Kern (Kernel)** eines Betriebssystems
- Er steuert die **Hardware** (CPU, Speicher, Geräte)
- Linux selbst ist **kein vollständiges Betriebssystem**
- 1991 von Linus Torvalds entwickelt (später auch Git), als freie Alternative zu Minix (Unix)
- Mit einer E-Mail stellte er sein Projekt vor und startete die Weltweite gemeinsame Entwicklung
- Andere Programme + Linux = komplettes **Betriebssystem**
- Wird benutzt für **PCs, Server, Smartphones (Android) und Embedded-Geräte**

Was ist Unix?

- Ursprünglich in den 1970er Jahren bei **AT&T Bell Labs** entwickelt
- Von **Ken Thompson** und **Dennis Ritchie**, die auch die **C-Programmiersprache** schufen
- **Komplettes Betriebssystem** (monolithisch), nicht nur ein Kernel
- Vor allem genutzt auf Großrechnern und Servern
- Unix selbst gibt es heute nicht mehr von AT&T Teile des Quellcodes wurden veröffentlicht → Grundlage für freie Systeme wie **BSD** Daneben existieren noch kommerzielle Varianten wie **AIX, HP-UX, Solaris**

Linux vs. Unix

Linux	Unix
Open-Source (GPL) In C entwickelt (Kernel + GNU-Tools) Kernel + Zusatzsoftware nötig	Proprietär, kommerziell In C entwickelt (originale Unix-Tools) Komplettes Betriebssystem (monolithisch)

*Linux ist kein Unix, sondern **Unix-like**:
Es hat den Systemaufbau und die Unix-Philosophie übernommen,
wurde aber unabhängig als freier Kernel neu entwickelt.*

Was ist GNU?

- **GNU** = „GNU's Not Unix“ (ein Wortspiel)
- Eine **Sammlung freier Programme** (Compiler, Tools, Shells usw.)
- Ziel: Ein freies Unix-kompatibles Betriebssystem schaffen
- Alle Teile waren da – nur der Kernel fehlte
- Mit dem **Linux-Kernel** zusammen ergibt sich ein komplettes Betriebssystem: **GNU/Linux**
- Wichtig: Ohne GNU-Programme könnte man Linux alleine kaum benutzen

GNU, Freie Software und Open Source

- **Richard Stallman** gründete GNU und die **Free Software Foundation (FSF)** aus Frustration, weil er am MIT einen fehlerhaften Druckertreiber nicht reparieren durfte – der Quellcode war proprietär und nicht zugänglich.
- Die FSF hatte das Ziel, **freie Software** zu schaffen und diese unter der **GNU General Public License (GPL)** zu veröffentlichen.
- **Diese Lizenz garantiert vier Rechte:**
 1. Freiheit, Software auszuführen
 2. Freiheit, den Quellcode zu verstehen
 3. Freiheit, Software zu verändern
 4. Freiheit, Software weiterzugeben
- Mit **Open Source** ist die Quelloffenheit gemeint (ohne die ethische Komponente der Nutzerrechte).

Was ist eine Software Lizenz?

Große Open-Source-Projekte

Linux Kernel	Apache HTTP Server	PostgreSQL
Alle ~7 Min. Verbesserungen Release alle ~6 Monate > 15.000 Entwickler weltweit	Seit 1995 Meistgenutzter Webserver Apache Software Foundation	Ursprung 1986 in Berkeley Stabilität & Funktionsvielfalt Populäre Datenbank

- Jeder kann den Code einsehen und Fehler / Sicherheitslücken beheben (kollektive Kontrolle)
- Schnellere Entwicklung durch Zusammenarbeit und Entkopplung von einzelnen Unternehmen
- Die Existenz der Software hängt nicht vom Überleben eines Unternehmens ab

Wie Linux entwickelt wird – Beispiel für kollaborative Entwicklung

Linux Distributionen im Vergleich

	Debian	Arch Linux	Red Hat Enterprise Linux
Paketformat:	.deb	Paketformat: PKGBUILD	Paketformat: .rpm
Paketmanager:	APT	Paketmanager: pacman	Paketmanager: dnf / yum
Release-Zyklus:	Stable Releases	Rolling Release	Enterprise Releases (LTS)
Nutzungsmodell:	Frei & kostenlos	Frei & kostenlos	Bezahlte Enterprise-Version
Forks:	Ubuntu, Linux Mint	Manjaro (auf Arch-Basis)	CentOS, Fedora

*Distributionen unterscheiden sich vor allem im Release-Zyklus, dem **Paketmanager** und den **Nutzungsbedingungen** (frei oder bezahlt).*

Anwendungsbereiche von Linux

Server

Web-, Datenbank-
Cloud-Systeme

Desktop

Laptops
Workstations

Smartphones

Android

Embedded-Systeme

Smart-Home
IoT-Geräte

Supercomputer

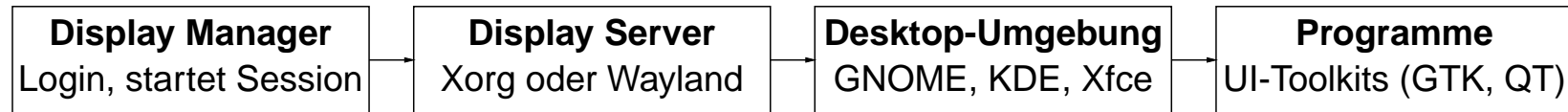
Top-500 Supercomputer

Industrie & Automotive

Roboter
Steuerungen

Warum ausgerechnet Linux?

Aufbau der Desktopumgebungen unter Linux



- **Display Manager:** Login-Bildschirm, startet den Display-Server und die Desktop-Sitzung
- **Display Server:** Vermittelt zwischen Programmen und Hardware (Xorg = älter, Wayland = moderner, sicherer)
- **GUI-Toolkits:** Bibliotheken wie GTK oder Qt, die grafische Elemente (Fenster, Buttons, Menüs) bereitstellen

Wayland ist eine modernere reine Client Alternative zu X.Org, arbeitet besser mit 3D-Grafikkarten zusammen und verhindert, dass Programme Eingaben anderer ausspähen – schränkt aber Funktionen wie Bildschirmaufnahmen ein.

Linux-Desktops im Vergleich

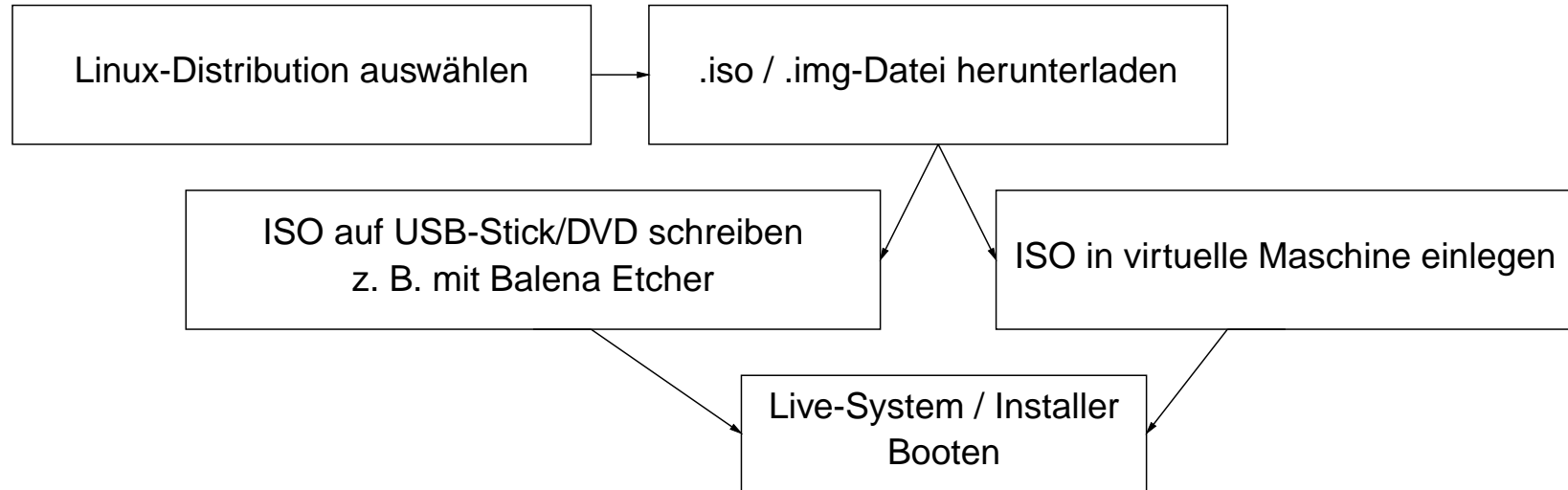
	GNOME (seit 1999)	KDE Plasma (seit 1996)	Xfce (seit 1996)
Toolkit:	GTK 4	Qt 5/6	GTK 2/3
Display-Server:	Wayland	X11 (Wayland im Aufbau)	X11
Charakteristik:	Minimalistisch	Sehr anpassbar	Ressourcenschonend

Alle Desktops lassen sich unter jeder Distribution installieren.

Einige Distributionen sind jedoch auf einen bestimmten Desktop oder eine bestimmte Nutzererfahrung optimiert.

Darüber hinaus existieren viele weitere Desktops und sogenannte Window-Manager, die es ermöglichen, eigene Arbeitsumgebungen zu gestalten oder für Embedded-Systeme zu optimieren.

Linux installieren – Übersicht



Debian installieren

1. Debian-ISO herunterladen – **netinst**, um automatisch immer die aktuellste Version zu installieren
2. Vom Medium starten und **Graphical install** auswählen - Sprache **Deutsch** wählen
3. Netzwerk automatisch konfigurieren - Hostname setzen (**Namen der Maschine**)
4. **Kein Root-Passwort** (Felder leer lassen) - **Name / Passwort für den Benutzer** vergeben – dieser ist dann **gleichzeitig Administrator**
5. Partitionierung: **Geführt** – **gesamte Festplatte verwenden** - **Änderungen auf die Festplatte schreiben**
6. Paketmanager für Deutschland (deb.debian.org) konfigurieren - **GNOME** und **Standard-Systemwerkzeuge** auswählen (Bei einem Server **nur Standard-Systemwerkzeuge**)
7. **Installation des Bootloaders** (GRUB) bestätigen - danach **Neustarten**

Partitionsschema unter Linux

Eine Partition teilt eine Festplatte in Abschnitte, die für verschiedene Zwecke genutzt und mit unterschiedlichen Dateisystemen formatiert werden können.

EFI (FAT32) Notwendig für UEFI-Systeme Enthält den Bootloader Bei BIOS-Boot Optional (ersten 512 Byte)	Swap Auslagerungsspeicher für Rammangel Auch als Swap-Datei (dynamisch - ZRAM) Nicht Essentiell (SSD)
Daten (ext4, Btrfs, ZFS) Enthält System & Benutzerdaten Btrfs/ZFS ermöglichen Datenintegrität & mehrere Festplatten FHS-Ordner können eigene Partitionen sein	

Filesystem Hierarchy Standard (FHS)

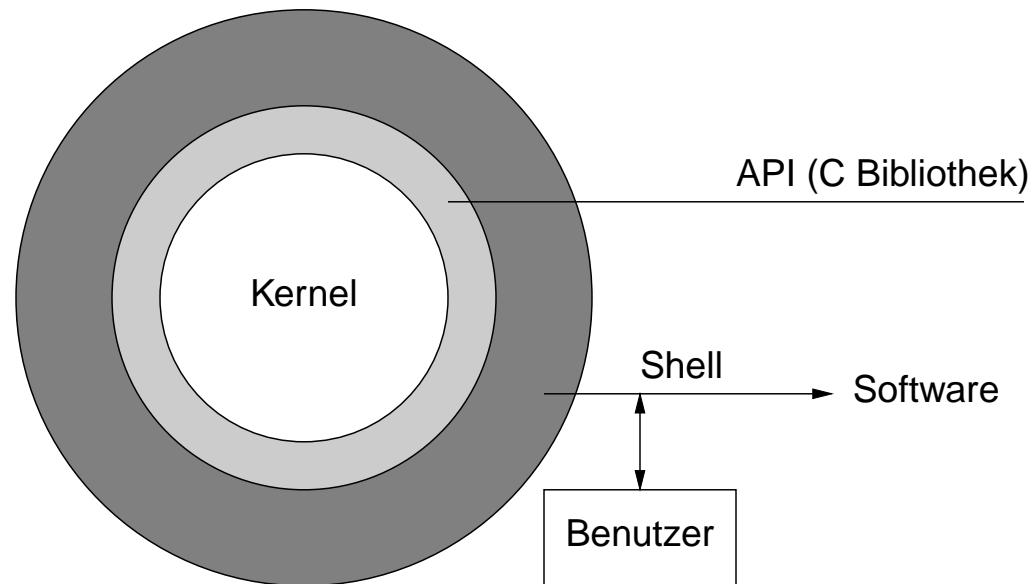
Der Filesystem Hierarchy Standard (FHS) stammt aus der Unix-Welt und legt fest, welche Verzeichnisse ein Betriebssystem besitzen muss und wie sie strukturiert sind.

- Unter Linux werden Pfade mit **/ (Forward Slash)** geschrieben - bei Windows **\ (Backslash)**
- Es gibt **keine Laufwerksbuchstaben** Geräte werden in einen Pfad eingebunden
- Linux, macOS BSD haben eigene Varianten vom FHS entwickelt und dieses erweitert

FHS-Ordner Funktionen

/bin	Wichtige Benutzerprogramme (essenzielle Befehle)
/sbin	Systemprogramme für Administration
/etc	Systemkonfigurationsdateien
/proc /dev /sys	Virtuelle Dateisysteme des Kernels mit Geräten und Prozessen
/var	Veränderliche Daten (Logs, Spools, Caches)
/tmp	Temporäre Dateien
/usr	Anwendungsprogramme und Bibliotheken
/lib	Wichtige Systembibliotheken
/home	Persönliche Verzeichnisse der Benutzer
/boot	Kernel, Bootloader und Startdateien
/mnt /media	Mountpoints für z.B. Festplatten
/opt	Optionale Zusatzsoftware
/root	Home-Verzeichnis des Administrators (root)

Was ist eine Shell?



Sh, Bash und Zsh

Eigenschaft	sh	bash	zsh
Standard auf	Unix, BSD, POSIX	Linux, älteres macOS	macOS, Linux, BSD
POSIX-kompatibel	Ja	Teilweise	Nein
sh-kompatibel	Ja	Ja (größtenteils)	Teilweise
Skripting	Grundlegend	Erweiterte Funktionen	Noch mächtiger
Autovervollständigung	Einfach	Besser	Sehr fortgeschritten
Globbing	Basis ('*', '?')	Erweitert ('**', '@()')	Sehr mächtig ('<1-100>')

Sh wurde durch POSIX standardisiert und z. B. in dash implementiert, während Bash, zsh und fish mehr Funktionen bieten, aber nicht dem Standard folgen.

Bash und sh sind der Standard auf Servern, Embedded- und Netzwerkgeräten.

Was ist eigentlich POSIX?

Portable Operating System Interface
X = Unix

POSIX ist ein Standard für die Umsetzung eines Unix- oder unixähnlichen Betriebssystems, der von der IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) seit 1988 entwickelt wird; er spezifiziert z. B. Shell-Syntax, Dateisystem- und Prozessverwaltung, um die Portabilität von Software zwischen verschiedenen Unix-Systemen zu gewährleisten.

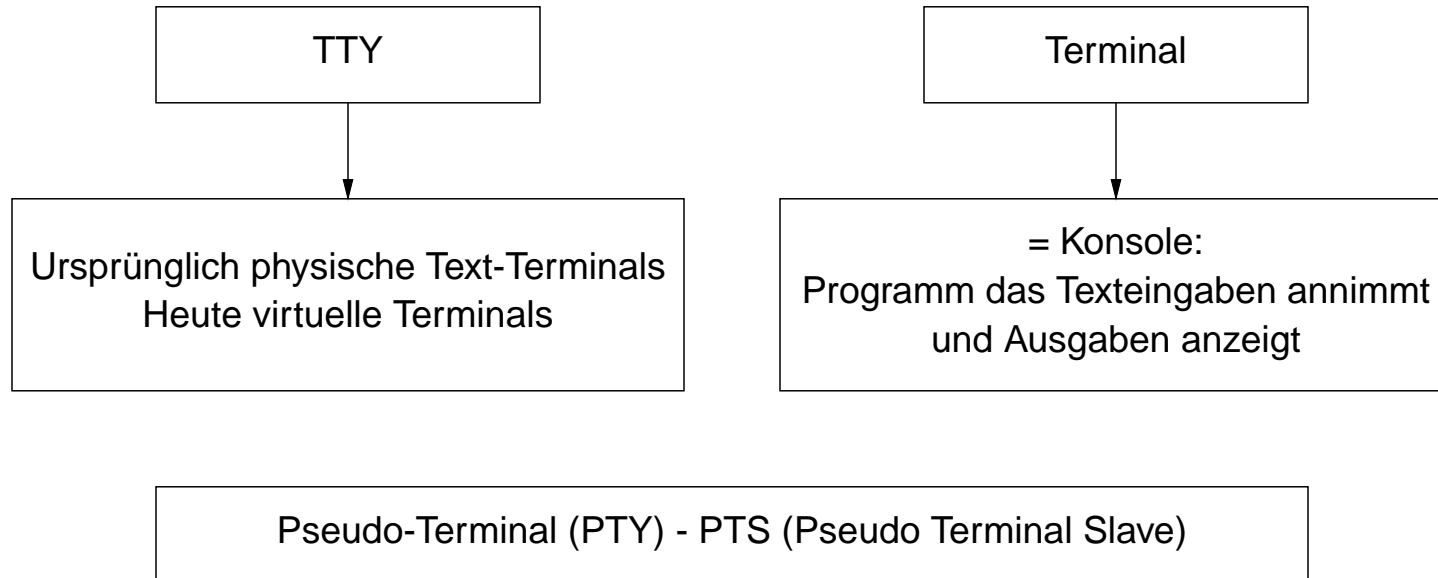
Grafische Terminal-Emulatoren

Ein grafischer Terminal-Emulator ist ein Programm mit Fensteroberfläche, das ein klassisches Text-Terminal nachbildet, in dem man Befehle eingeben und deren Ausgaben direkt angezeigt bekommen kann.

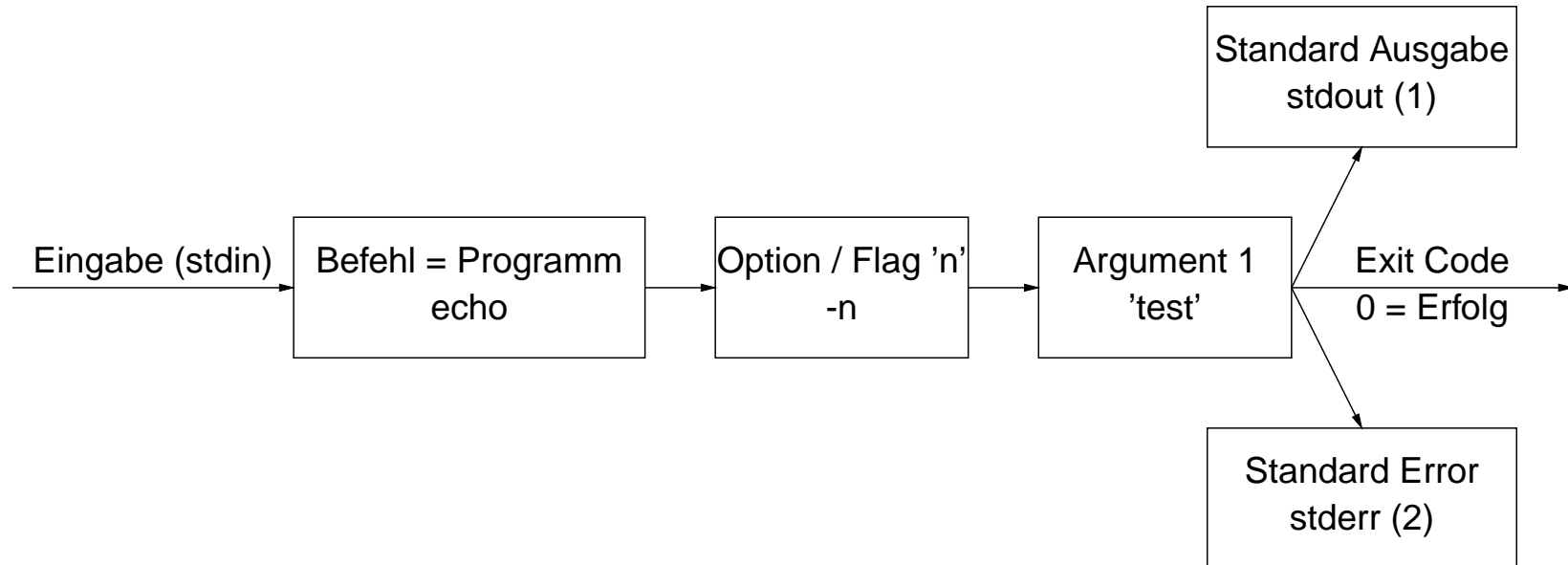
- **GNOME Terminal** (Standard unter GNOME 3)
- **GNOME Console** (moderne, einfache Alternative)
- **Konsole** (Terminal-Emulator der KDE-Plasma-Umgebung)

*Unter GNOME startet man das Terminal über **Aktivitäten - Terminal** (Strg + Alt + T).*

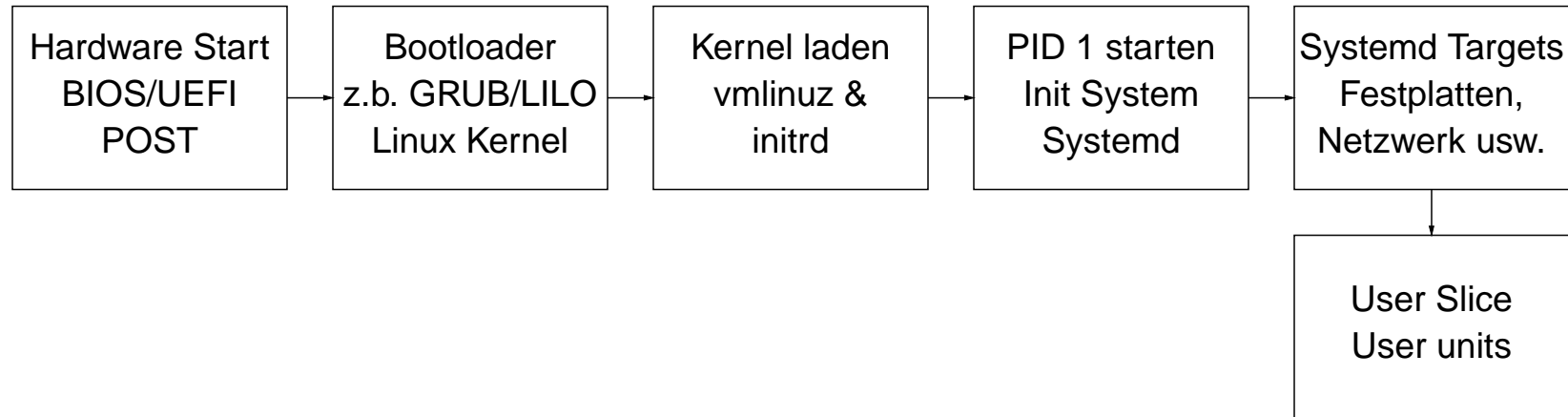
Unterschied Terminal - TTY



Ein Befehl im Detail



Der Linux Bootvorgang



*Das Init System startet für alle Funktionen (WLAN, Display...) das richtige Programm - **einen Prozess***

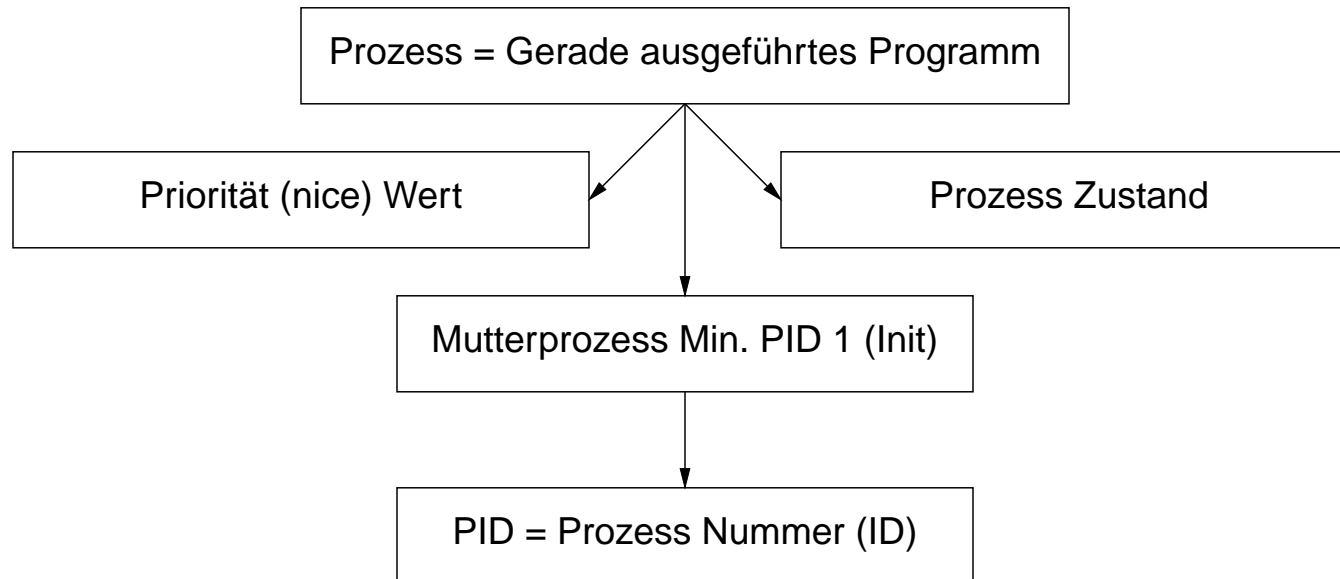
Runlevel und Systemd Targets

Runlevel	Modus	Systemd Target
0	Herunterfahren	poweroff.target
1	Einzelbenutzermodus ohne Netzwerk und GUI	rescue.target
2	Mehrbenutzerbetrieb ohne Netzwerk und GUI	wie rescue.target
3	Mehrbenutzerbetrieb ohne GUI	multi-user.target
4	Nicht definiert	Nicht definiert
5	Mehrbenutzerbetrieb mit GUI	graphical.target
6	Neustart	reboot.target

*Runlevel wurden von **Systemd Targets** abgelöst*

*init und runlevel geht noch: **systemctl isolate** und **systemctl get-default** ist bevorzugt*

Was ist eigentlich ein Prozess?



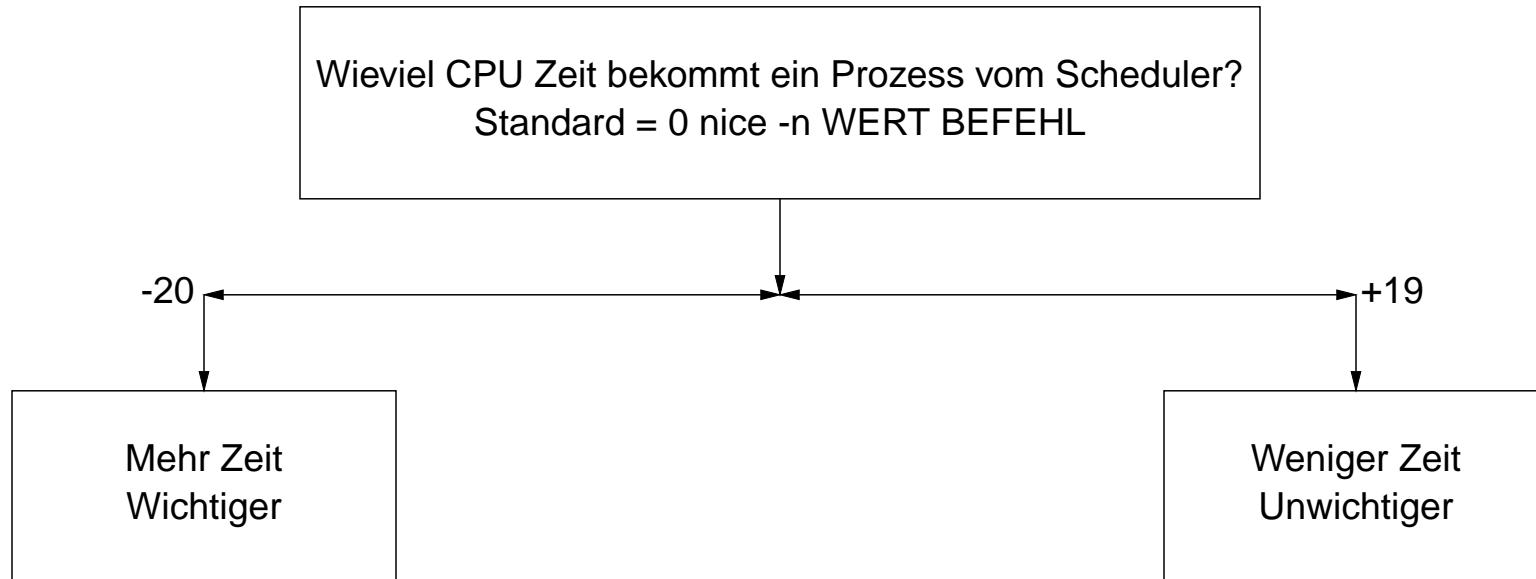
Prozess Zustände

Status	Name	Zustand
R	Running	Prozess läuft und führt Anweisungen aus
S	Schlafend	Prozess wartet auf das Eintreten eines Ereignisses, z.B. auf Benutzereingaben
T	Gestoppt	Prozess wurde durch ein Signal gestoppt und führt keine Anweisungen aus
Z	Zombie	Prozess hat die Ausführung abgeschlossen, wurde nicht von der Mutter getrennt

*Der Zustand kann in htop in der Spalte **S** abgelesen werden*

*Mann kann durch das: **Senden von Signalen** den Zustand verändern*

Prozess Prioritäten (Nice-Wert)



Prozesse anzeigen - top/htop

Ausgabe von top:

PID	USER	PR	NI	VIRT	RES	SHR	S	%CPU	%MEM	TIME+	COMMAND
001	root	20	0	167404	11976	9176	S	0.0	0.1	0:00.39	systemd
006	root	20	0	3504	364	132	S	0.0	0.0	0:02.73	init
088	root	20	0	6608	2616	2372	S	0.0	0.0	0:00.02	cron
139	root	20	0	5496	1036	944	S	0.0	0.0	0:00.00	agetty
140	root	20	0	5872	1000	912	S	0.0	0.0	0:00.00	agetty
156	nick	20	0	168144	2908	0	S	0.0	0.0	0:00.00	(sd-pam)
161	nick	20	0	7196	3428	3136	S	0.0	0.0	0:00.00	bash

Prozesse anzeigen - ps

Ausgabe von ps: Aktuelles TTY bzw. Terminal **Was ist der Unterschied?**

PID	TTY	TIME	CMD
83888	pts/0	00:00:00	bash
84079	pts/0	00:00:00	ps

Ausgabe von ps -u BENUTZERNAME: Alle Benutzer Prozesse

PID	TTY	TIME	CMD
1282	?	00:03:50	pipewire
1286	?	00:06:03	firefox

Ausgabe von ps -aux: Alle Prozesse

USER	PID	%CPU	%MEM	VSZ	RSS	TTY	STAT	START	TIME	COMMAND
root	1	0.0	0.0	167780	9016	?	Ss	Mär09	0:02	/sbin/init
root	2	0.0	0.0	0	0	?	S	Mär09	0:00	[kthreadd]

Vorder- und Hintergrund Prozesse



Hintergrund Prozesse erstellen

Neue Prozesse:

BEFEHL &

Aktive Prozesse:

1. Schlafen legen mit **STRG + Z**
2. Jobs anzeigen mit `jobs`
3. **bg** `JOB_ID` - Hintergrund bzw. **fg** `JOB_ID` - Hintergrund

Beispielausgabe von `jobs`:

```
[1]-  Angehalten           sleep 100
[2]+  Angehalten           sleep 5055
```

PID ermitteln

Manuell nach der Prozess ID (PID) Suchen:

```
ps -u BENUTZERNAME
```

Alle Prozesse mit einem bestimmten Namen anzeigen:

```
pgrep NAME
```

Ausgabe von `pgrep chromium`:

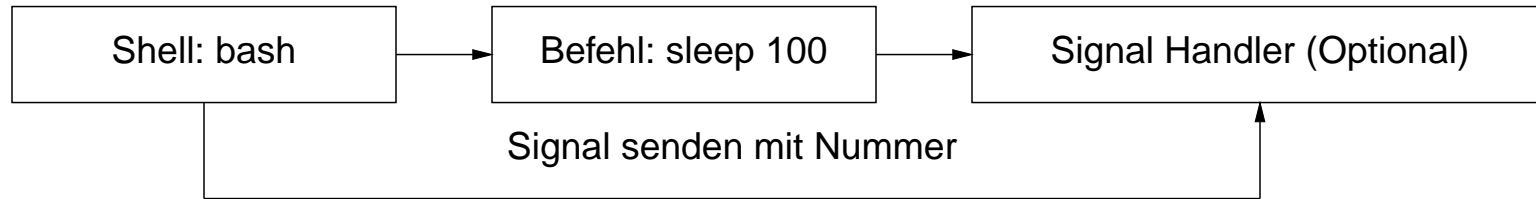
```
314473
```

```
375796
```

```
440524
```

```
440756
```

Prozesse und Signale



Unter Linux besitzt jedes Signal eine eindeutige Nummer. Programme können Signale anhand dieser Nummern abfangen und entsprechend handeln, um beispielsweise beim Beenden noch offene Daten zu speichern und das Programm sauber zu beenden.

Prozesse beenden (killen)

Nummer	Name	Beschreibung
2	SIGINT	Unterbrechung (z.B. mit Strg+C), Programm kann sauber beenden
15	SIGTERM	Standardmäßiges Beenden, erlaubt sauberes beenden
9	SIGKILL	Erzwingt sofortiges Beenden, keine Bereinigung möglich

Einen Prozess mit seiner Prozess ID (PID) beenden:

```
kill -SIGNAL_NUMMER PID
```

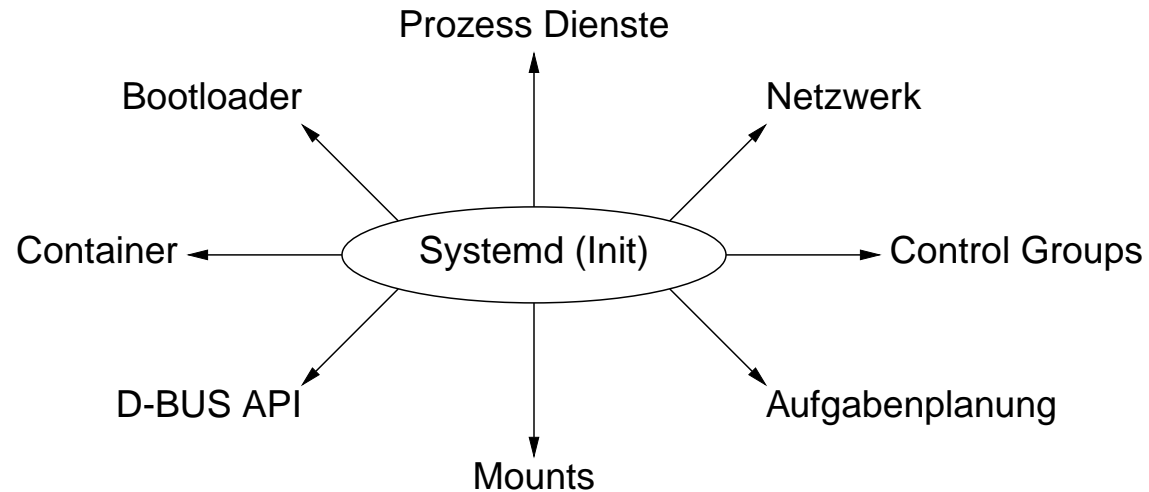
Alle Prozesse mit einem bestimmten Namen beenden:

```
pkill SIGNAL_NUMMER NAME
```

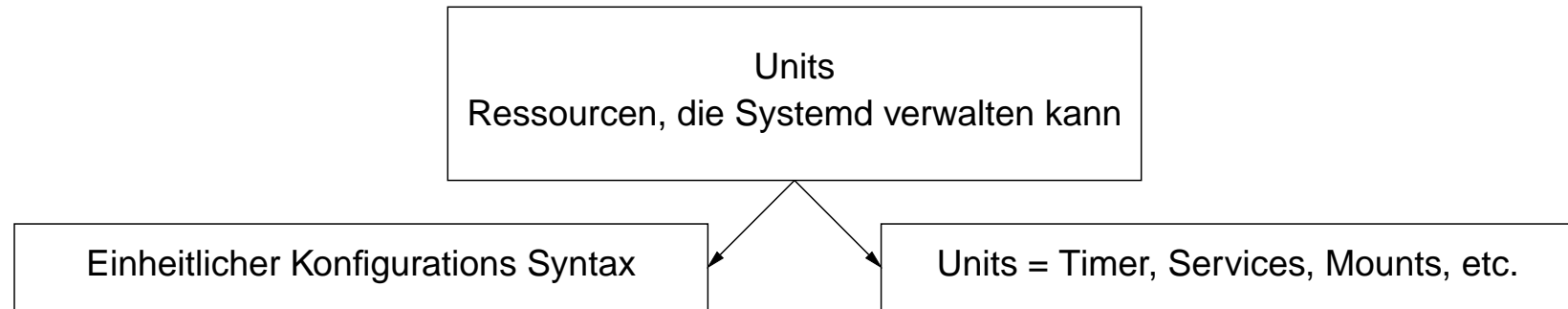
Übungsaufgaben – Prozesse unter Linux

1. Zeige alle laufenden Prozesse mit dem Befehl `top` an
2. Finde die PID deiner Shell mit dem Befehl `pgrep bash` heraus
3. Starte den Befehl `sleep 60` als Hintergrundprozess
4. Starte den Befehl `sleep 30` mit niedriger Priorität mittels `nice -n 10 sleep 30`
5. Starte `sleep 100`, pausiere ihn mit `STRG+Z` und setze ihn dann mit `bg` im Hintergrund fort
6. Erstelle mit `sleep 120` & einen Hintergrundprozess und beende ihn kontrolliert mittels `kill -15 PID`
7. Starte `sleep 300` & und erzwinge mit `kill -9 PID` ein sofortiges Ende dieses Prozesses

Systemd: Prozess- und Applikationsinfrastruktur API



Wie funktioniert Systemd?



Beispiel: Services

```
[Unit]
Description=Mein einfacher Service
After=network.target

[Service]
Type=simple
Restart=on-failure

# Benutzer und Gruppe, unter denen der Prozess läuft
User=nick
Group=nick

# Start- und Stop-Kommandos definieren
ExecStart=/usr/bin/mein_programm --option wert
ExecStop=/usr/bin/mein_programm --stop
```

```
# Systemverzeichnisse sind schreibgeschützt (/usr, /etc, /boot)
ProtectSystem=strict # oder ReadWritePaths=RW-ORDNER
```

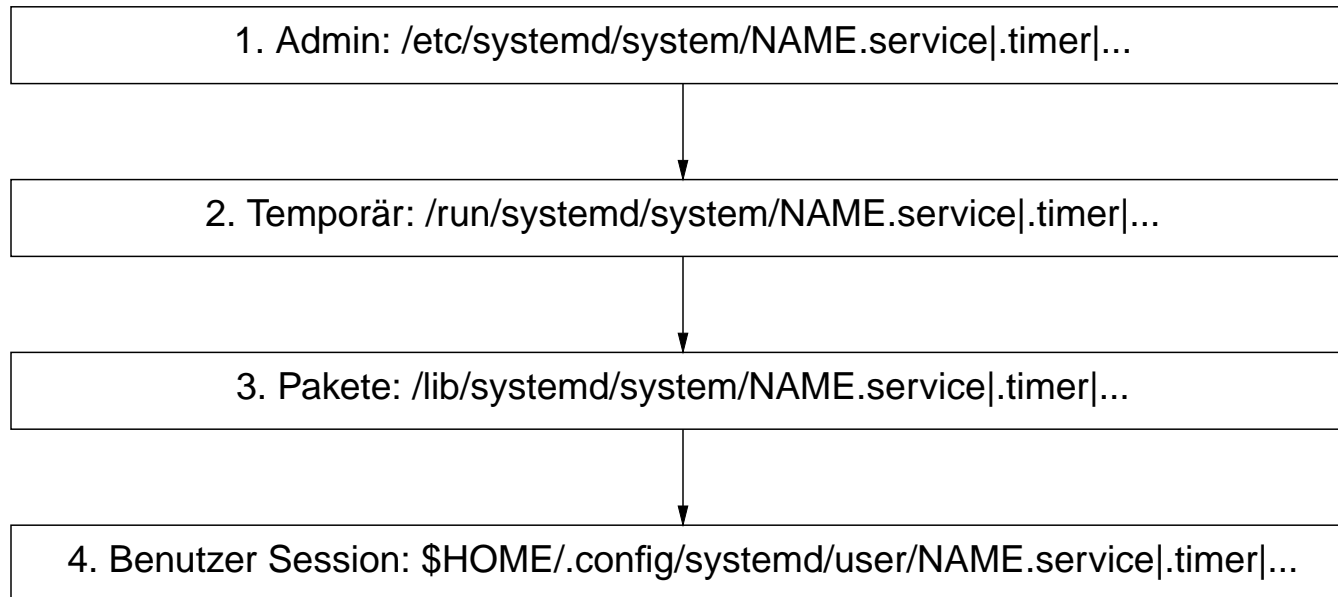
```
# Eigenes /tmp, /dev und Netzwerk
PrivateTmp=yes
PrivateDevices=yes
PrivateNetwork=yes
```

```
# Kein sudo oder doas
NoNewPrivileges=yes
```

```
#CPU und RAM begrenzen
MemoryLimit=500M
CPUQuota=50%
```

```
[Install]
WantedBy=multi-user.target
```

Wo liegen die Konfigurationsdateien?



Wie interagiere ich mit einem Service?

Wenn eine Unit Konfigurationsdatei verändert wurde: Systemd Neustarten

```
# @root
```

```
systemctl daemon-reload
```

Service aktivieren

```
# @root
```

```
systemctl enable NAME.service
```

Service starten

```
# @root
```

```
systemctl start NAME.service
```

Status anzeigen

```
systemctl status NAME.service
```

Übungsaufgabe: Eigener Systemd Service

Erstelle und starte mithilfe der Vorlage in /etc/systemd/system/test.service einen Service für den Befehl sleep infinity

```
[Unit]
Description=Mein einfacher Service

[Service]
Type=simple
ExecStart=/usr/bin/sleep infinity

[Install]
WantedBy=multi-user.target
```

Tipp: Du kannst Dateien mit z.B. nano /etc/systemd/system/test.service bearbeiten

Aufgabenplanung

Mit Cron oder Timer Units kannst du Befehle zu einem bestimmten Zeitpunkt automatisiert ausführen

Systemd Timer Units	Crontab
Steuerung über *.timer und *.service Dateien OnCalendar= für Zeitsteuerung Minimale Genauigkeit: 1 Sekunde Abhängigkeiten über Units möglich Logging erfolgt über journald Aktivierung: systemctl enable/start Status sichtbar mit systemctl list-timers	Steuerung über /etc/crontab oder crontab -e */5 * * * * Syntax für Zeitsteuerung Minimale Genauigkeit: 1 Minute Keine direkten Abhängigkeiten möglich Logging meist in separaten Dateien oder per Mail Automatisch nach Änderung der Crontab aktiv Keine einfache Statusübersicht vorhanden

Crontab erstellen

`crontab -e` # Als Benutzer unter dem der Crontab läuft
Select an editor. To change later, run 'select-editor'.

1. `/bin/nano` <---- **Am besten nano**

[Minute] [Stunde] [Tag(Monat)] [Monat] [Wochentag] BEFEHL # * = Jede

Alle zwei Minuten für 10 Sekunden schlafen

`2 * * * * sleep 10`

@yearly Einmal pro Jahr (0 0 1 1 *)

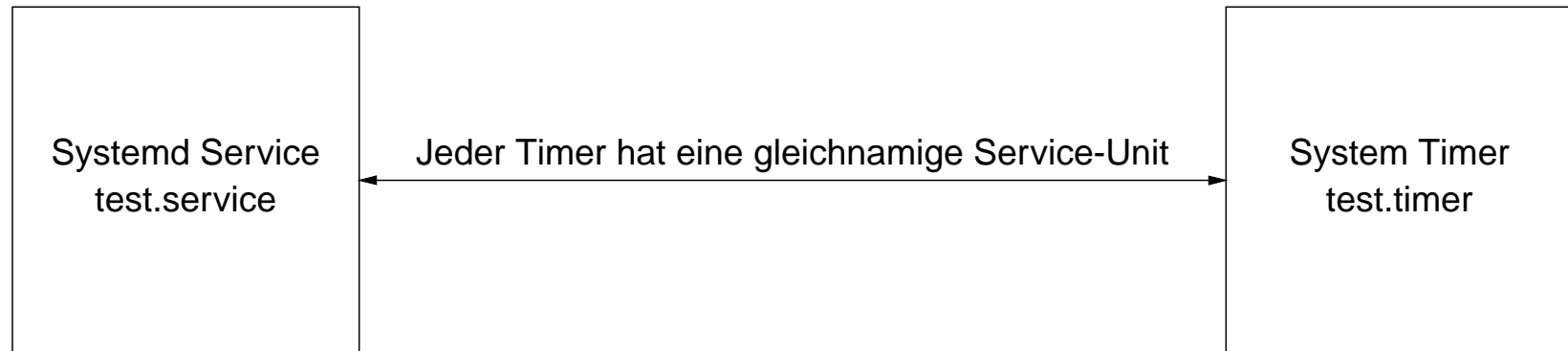
@monthly Einmal pro Monat (0 0 1 * *)

@weekly Einmal pro Woche (0 0 * * 0)

@daily Einmal pro Tag (0 0 * * *)

@hourly Einmal pro Stunde (0 * * * *)

Systemd Timer Units



Systemd Timer Service erstellen

```
# @root
nano /etc/systemd/system/test.service
[Unit]
Description=test ausgeben

[Service]
Type=oneshot
ExecStart=/usr/bin/echo "test"
```

Systemd Timer Unit erstellen

```
# @root
nano /etc/systemd/system/test.timer
[Unit]
Description=Starte den Systemd Service test.service alle 10 Minuten

[Timer]
# OnCalendar=daily # Jeden Tag um 00:00 Uhr
# OnCalendar=hourly # Jede volle Stunde
# OnCalendar=2025-12-24 18:00:00 # Einmalig am 24. Dezember 2025 um 18:00 Uhr
# OnCalendar=Fri 13:00:00 # Jeden Freitag um 13:00 Uhr
OnCalendar=*:0/10:*
Persistent=true

[Install]
WantedBy=timers.target
```

Wie interagiere ich mit einem Timer?

Alle Timer anzeigen

@root

systemctl list-timers

Wenn eine Unit Konfigurationsdatei verändert wurde: Systemd Neustarten

@root

systemctl daemon-reload

Timer aktivieren

@root

systemctl enable NAME.timer

systemctl start NAME.timer

Übungsaufgabe: Aufgabenplanung

1. Erstelle mit dem Befehl 'crontab -e' eine Crontab für den Root-Benutzer, die jede Stunde den Befehl 'echo "Hallo Welt"' ausführt.
2. Erstelle einen systemd-Service in der Datei '/etc/systemd/system/test.service', der den Befehl 'echo "Hallo Welt"' als oneshot ausführt. Erstelle anschließend die gleichnamige Timer-Unit in der Datei '/etc/systemd/system/test.timer' und Sorge dafür, dass der Timer jede Stunde ausgeführt wird. Aktiviere danach nur den Timer und lasse dir anschließend alle aktiven Timer auf dem System anzeigen.

```
# Wichtige Befehle @root
crontab -e
systemctl list-timers
systemctl daemon-reload
systemctl enable NAME.timer
systemctl eingabe NAME.timer
```

Was ist ein Shell Skript?

Ein Shell-Skript ist eine Aneinanderreihung von Shell-Befehlen in einer Textdatei, die von der Shell interpretiert ein neues Programm ergibt.

```
#!/bin/bash <-- Shebang = Welche Shell  
# Datei: test.sh <-- Kommentar  
echo "Hallo Welt" <-- Befehl
```

Shell Skripte werden zur Automatisierung und Beschreibung von z.B. Server Konfiguration genutzt

Bevor wir das Skript ausführen ('./NAME'), muss es mit 'chmod +x NAME' ausführbar gemacht werden

Variablen

```
#!/bin/bash
```

```
# Zeichenkette (String = Standard)
text="Hallo Bash"
echo "Text: ${text}"
```

```
# Ganze Zahl (Integer) => (declare -i)
zahl=42
echo "Text: ${zahl}"
```

```
# Array (declare -a)
arr=("Apfel" "Birne" "Kirsche")
echo "Array: ${arr[0]}, ${arr[1]}, ${arr[2]}"
```


Ausgabe von Befehlen in Variablen

```
#!/bin/bash
```

```
# String zuweisen
```

```
datum=$(echo "Inhalt")
```

```
echo "Datum: ${datum}"
```

```
# Array (Pro Zeile / Tab)
```

```
dateien=$(ls)
```

```
echo "Datei: ${dateien[0]}"
```

Sichere Interpolation von Variablen und Befehlen

*Ohne Anführungszeichen werden Variablen mit Leerzeichen in mehrere Teile
Variablen in geschweiften Klammern schützen zusätzlich vor falscher
Interpretation bei zusammengesetzten Namen wie \${user}name*

```
#!/bin/bash
```

```
# Bei Befehlen  
echo "$(hostname)"
```

```
# Bei Variablen (statt $name)  
name="Max Mustermann"  
echo "${Max Mustermann}"
```

Umgebungsvariablen

Umgebungsvariablen enthalten Informationen über den aktuellen Zustand des Systems und der Benutzerumgebung.

Variable	Bedeutung
<code>\${PATH}</code>	Suchpfad für ausführbare Programme
<code>\${HOME}</code>	Pfad zum Home-Verzeichnis des aktuellen Benutzers
<code>\${USER}</code>	Aktuell angemeldeter Benutzername
<code>\${SHELL}</code>	Pfad zur verwendeten Login-Shell (z.B. /bin/bash)
<code>\${PWD}</code>	Aktuelles Arbeitsverzeichnis
<code>\${OLDPWD}</code>	Vorheriges Arbeitsverzeichnis (z.B. nach 'cd -')
<code>\${LANG}</code>	Standardsprache und Zeichensatz (z.B. en_US.UTF-8)
<code>\${LC_ALL}</code>	Überschreibt alle LC_* Sprach-/Regionseinstellungen
<code>\${DISPLAY}</code>	X11 Display-Nummer (z.B. :0 für grafische Sitzungen)
<code>\${XDG_SESSION_TYPE}</code>	Typ der aktuellen Sitzung (z.B. tty, x11, wayland)

Nutzereingaben: stdin

```
#!/bin/bash
echo "Name?:"
read eingabe
echo "Sie sind: ${eingabe}"

# Aufruf
# Über eine Pipe
echo "Hallo Welt" | skript.sh <-- Name der skript Datei
# oder einfach über die Tastatur antworten + ENTER
```

Eine Unix-Pipe (|) leitet die Ausgabe eines Befehls als Eingabe (stdin) an einen anderen Befehl weiter.

Ausgaben: stdout und stderr

```
#!/bin/bash
```

```
# Normale Info Ausgabe  
echo "Test"
```

```
# Fehler ausgeben  
# 1 (stdout) = Ausgabe von echo nehmen und nach 2 (stderr) umleiten  
echo "Error!!!" 1>&2
```

Die Trennung von stdout und stderr erleichtert Fehleranalyse, Logging und gezielte Umleitungen

Ausgaben an Dateien

```
#!/bin/bash
```

```
# Dateiinhalt überschreiben
```

```
echo "Test" > datei
```

```
# Dateiinhalt behalten und Text hinzufügen
```

```
echo "Test2" >> datei
```

Das Umleiten von Ausgaben in Dateien ist nützlich für Logging, da es Prozesse dokumentiert und die Fehlersuche erleichtert.

Das Nichts - /dev/null

/dev/null - Void des Kernels – alles, was hier landet, verschwindet

```
# Ausgabe verstecken
echo "Ich bin nicht zu sehen" > /dev/null

# Fehler nicht ausgeben
find / -name datei 2>/dev/null
```

Übungsaufgabe: Benutzer-Log

Schreibe ein Bash-Skript, das:

1. Den Benutzer nach seinem Namen fragt und die Eingabe in einer Variablen speichert
2. Das aktuelle Datum und die Uhrzeit speichert
3. Diese Informationen in eine Datei schreibt, und den Benutzer freundlich begrüßt

```
$ ./benutzerlog.sh
Wie heißt du?
> Alex
Hallo Alex! Deine Anmeldung wurde gespeichert.

$ cat benutzerlog.txt
Alex hat sich am 2025-03-20 um 14:35:12 angemeldet.
```


If Kontrollstruktur und Fehlerauswertung

```
#!/bin/bash

# Sleep ohne Zeit verursacht einen Fehler
sleep

# Den Rückgabewert kann man über ${?} auslesen
echo ${?} # = 1 (Fehler) 0 wäre OK

# Mit if überprüfen
if $(sleep); then
    echo "Alles Okay"
else
    echo "NEIN!"
fi
```

Im Fehlerfall Skript abbrechen

Standardmäßig führt ein Bash-Skript alle Befehle bis zum Ende aus, auch wenn einer davon mit einem Fehler (Statuscode $\neq 0$) endet. Um das zu verhindern, kann am Anfang des Skripts folgende Option gesetzt werden

```
#!/bin/bash
```

```
# Skript abbrechen, wenn ein Befehl fehlschlägt (Exit-Code  $\neq 0$ )  
set -e
```

```
# Fehler, wenn auf eine nicht gesetzte Variable zugegriffen wird  
set -u
```

```
# Fehler, wenn ein Befehl in einer Pipeline fehlschlägt  
set -o pipefail
```

If Kontrollstruktur Vergleiche

```
if [[ ${?} == 1 ]]; then  
    echo "Error"  
fi
```

Vergleich	Boolisch	Arithmetisch
Gleich	<code>\$a == \$b</code>	<code>\$a -eq \$b</code>
Ungleich	<code>\$a != \$b</code>	<code>\$a -ne \$b</code>
Größer als	<code>\$a > \$b</code>	<code>\$a -gt \$b</code>
Größer oder gleich	<code>\$a >= \$b</code>	<code>\$a -ge \$b</code>
Kleiner als	<code>\$a < \$b</code>	<code>\$a -lt \$b</code>
Kleiner oder gleich	<code>\$a <= \$b</code>	<code>\$a -le \$b</code>
Logisches UND	<code>\$a -gt 0 && \$b -gt 0</code>	<code>\$a -gt 0 -a \$b -gt 0</code>
Logisches ODER	<code>\$a -gt 0 \$b -gt 0</code>	<code>\$a -gt 0 -o \$b -gt 0</code>

Switch-Case für Argumente

`${0}` = Programm Name => `test.sh`

`${1}` = Ersten Argument usw.

`${*}` = Alle Argumente

`${#}` = Anzahl der Argumente

```
case ${1} in
    hallo)
        echo "Hallo"
        ;;
    *)
        echo "Wenn nichts zutrifft"
        ;;
esac
```

While Schleife

Solange die Bedingung der while-Schleife true ist, werden die Befehle in ihr ausgeführt.

```
while [[ ${1} ]]; do # Eine Variable ist true wenn sie nicht leer ist
    echo ${1}
    shift # shift verschiebt die Positionsparameter ${1}, ${2}, ... nach links
           # ${1} => ${2} usw.
done
```

For Schleife

For-Schleifen dienen dazu, über Listen (z.B. von Dateien) zu iterieren oder eine Aktion mehrfach auszuführen.

```
# ls * - Alle Dateien im aktuellen Ordner ausgeben
for DATEI in "$(ls *)"; do
    echo "Datei gefunden: ${DATEI}"
done
```

Übungsaufgabe: Interaktives Skript mit Argumenten

1. Brich das Skript bei Fehlern, nicht gesetzten Variablen oder Pipe-Fehlern ab
2. Frage den Benutzer nach seinem Namen mit read
3. Speichere das aktuelle Datum, die Uhrzeit und den Hostnamen in Variablen
4. Begrüße den Benutzer mit einer Nachricht wie „Hallo NAME auf HOST!“
5. Schreibe Name, Datum, Uhrzeit und Hostname in eine Logdatei
6. Gib bei Benutzernamen azubi zusätzlich Umgebungsvariablen wie \$HOME und \$SHELL aus
7. Erstelle ein Array mit drei zufälligen Hinweisen und gib sie mit einer for-Schleife aus
8. Verarbeite alle übergebenen Argumente (\$1, \$2, ...) mit einer while-Schleife und shift
9. Nutze case, um bei Argumenten wie --debug oder --help passende Ausgaben zu machen

Übungsaufgabe: Eigenes Bash Skript

Wähle eine der folgenden Aufgaben oder eine eigene Idee:

1. Überlege dir ein Skript, das regelmäßig (z.B. alle 10 Sekunden oder via Cron) deinen Rechner überwacht: z.B. wie viele Prozesse du hast, was gerade besonders viel CPU verbraucht, oder wie viele Tabs Firefox offen hat. Lass dir die Infos cool anzeigen – vielleicht mit Farben oder Emojis. Vielleicht schreibst du sie auch in ein Logfile.
2. Schreib ein interaktives Bash-Textadventure mit Verzweigungen (read, case, if). Am Anfang wird ein „Prozessname“ genannt (z.B. Schattenprozess X), den man sich merken muss. Im Laufe der Geschichte triffst du Entscheidungen (links, rechts, kämpfen, fliehen ...), und am Ende musst du den richtigen Namen eingeben, um den Endboss zu besiegen.
3. Du bist Linux-Admin und dein Rechner wird von Chaosprozessen überrannt. Bau dir ein Bash-Skript + systemd-Service, das beim Booten oder einmal täglich automatisch alte Prozesse killt, unnötige Logdateien löscht, oder dich warnt, wenn etwas „unordentlich“ ist.

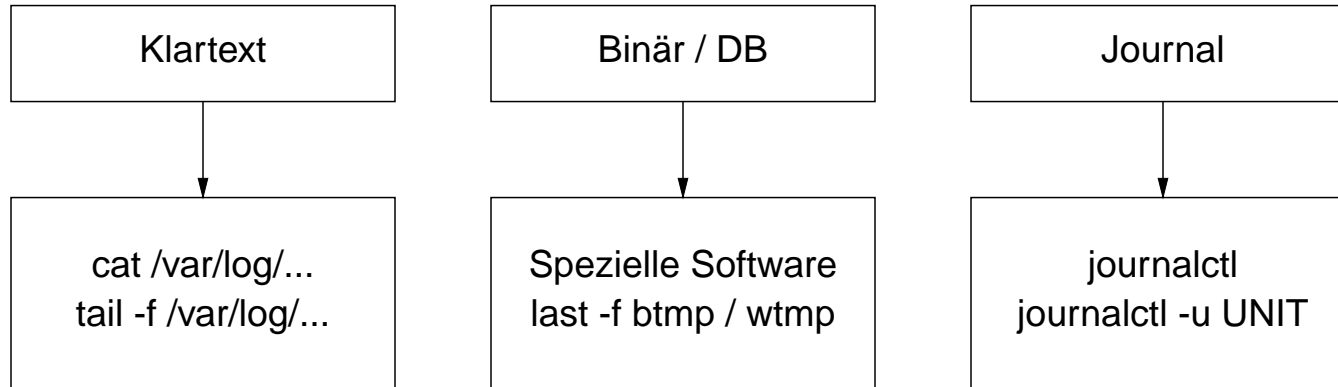
Bearbeitungshinweis

- **Googeln und KI** sind ausdrücklich erwünscht
- Ihr könnt mir jederzeit alle **Fragen stellen** – ich helfe gerne
- Bringt **eigene Ideen** ein und probiert viel aus
- Das Skript sollte später um **Logging und Netzwerkbefehle** erweitert werden können
- Die **nächsten Nachmittage** stehen dafür zur Verfügung

Logging

Logging ist das automatische Aufzeichnen von Ereignissen, Abläufen oder Fehlern in einem System, um deren Verhalten nachvollziehen und analysieren zu können.

Log Dateien befinden sich in /log



Die wichtigsten Logdateien

Logdatei (mit Pfad)	Zweck
/var/log/syslog	Allgemeine Systemmeldungen (Dienste, Kernel, Cron, Netzwerk)
/var/log/auth.log	Authentifizierungsversuche, sudo, ssh-Logins
/var/log/wtmp	Binärlog: Anmeldungen, Neustarts, Runlevel-Änderungen
/var/log/btmp	Binärlog: Fehlgeschlagene Loginversuche
/var/log/lastlog	Binärlog: Letzte erfolgreiche Anmeldung jedes Nutzers
/var/log/faillog	Binärlog: Fehlgeschlagene Logins pro Benutzer
/var/log/apt/history.log	Chronik von Paketinstallationen über apt
/var/log/apt/term.log	Terminalausgaben von apt

Viele Logdateien enthalten ähnliche Informationen. Je nach Quelle – etwa Kernel, Hardware oder Systemdienste – unterscheiden sie sich vor allem im Detailgrad und Kontext der protokollierten Ereignisse.

Übungsaufgabe: Logs auslesen und durchsuchen

1. Lies mit `journalctl -b` das Log des aktuellen Bootvorgangs aus und beschreibe, was angezeigt wird.
2. Zeige mit `journalctl -k` alle Kernelmeldungen an und erkläre, woran du sie erkennst.
3. Finde mit `journalctl -u ssh` alle Logeinträge des SSH-Dienstes.
4. Durchsuche mit `journalctl | grep -i failed` das Journal nach fehlgeschlagenen Aktionen.
5. Zeige mit `systemctl list-units --failed` alle fehlgeschlagenen systemd-Units an.

Logs automatisch Löschen

Wenn wir Logs nicht automatisch rotieren (also alte Logs löschen oder archivieren), wird unser System irgendwann aufgrund von zu wenig Speicher nichtmehr funktionieren

logrotate = Service, der alte Logs rotiert

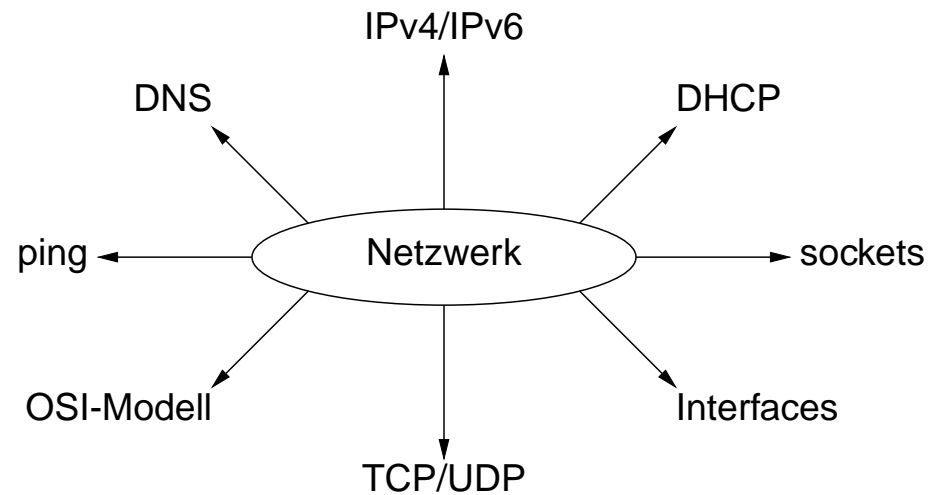
```
# @root - Alle Befehle
apt install logrotate # (systemctl status logrotate) = sollte laufen

nano /etc/logrotate.conf # (systemctl restart logrotate)
# rotate log files weekly
weekly
# keep 4 weeks worth of backlogs
rotate 4
# create new (empty) log files after rotating old ones
create
```

Erste Hilfe bei Fehlern unter Linux

1. Zeige aktuelle Systemfehler mit `journalctl -xe` oder `journalctl -u SERVICE` an
2. Durchsuche Logdateien mit `grep -r -f error warning /var/log` nach Fehlern
3. Starte Programme mit `--debug` oder `-vv`, um mehr Details zu sehen.
4. Prüfe Dienste mit `systemctl status dienstname`.
5. Zeige Dateiberechtigungen mit `ls -l /pfad/zur/datei` an.
6. Teste die Netzwerkverbindung mit `ping -c 4 1.1.1.1`.
7. Suche Hardwarefehler mit `dmesg | grep -i error`.

Netzwerkgrundlagen



Statusinformationen anzeigen

```
# Aktuelle IP-Adressen (IPv4 und IPv6) für alle Interfaces anzeigen  
ip address show
```

```
# Routing-Tabelle inklusive Metric anzeigen  
ip route show
```

```
# Aktive Netzwerkverbindungen und Ports (ähnlich wie netstat)  
ss -tulnp # ss = Moderne Alternative zu netstat
```

```
# Verbindung Schließen  
kill (-9) PID_AUS_SS
```


Netzwerkverbindung Testen

Wenn man einen Ping über das Netzwerk senden kann und der Zielrechner eine Antwort zurückschickt, zeigt das, dass die Konfiguration korrekt funktioniert. ICMP (Ping) wird in manchen Netzwerken blockiert – in solchen Fällen kann man sich damit behelfen, eine Webseite per HTTP herunterzuladen.

```
# ICMP Ping senden  
ping google.de  
ping 1.1.1.1
```

```
# HTTP Request (Webseite Herunterladen)  
wget google.de
```

Hostname Konfiguration

Der Hostname gibt den Namen des Rechners innerhalb des lokalen Netzwerks an

```
# @root
nano /etc/hostname
MEIN_NAME

# Hostname anzeigen
hostname

# Hostname für Netzwerke anzeigen
getent hosts
```

DNS Server Konfiguration

```
# @root
nano /etc/resolv.conf
nameserver 1.1.1.1
nameserver 8.8.8.8

# DNS Server Testen
dig google.de

# IP adresse für Domain
nslookup google.dein

# Reverse-lookup - Domain für IP
host 1.1.1.1
```

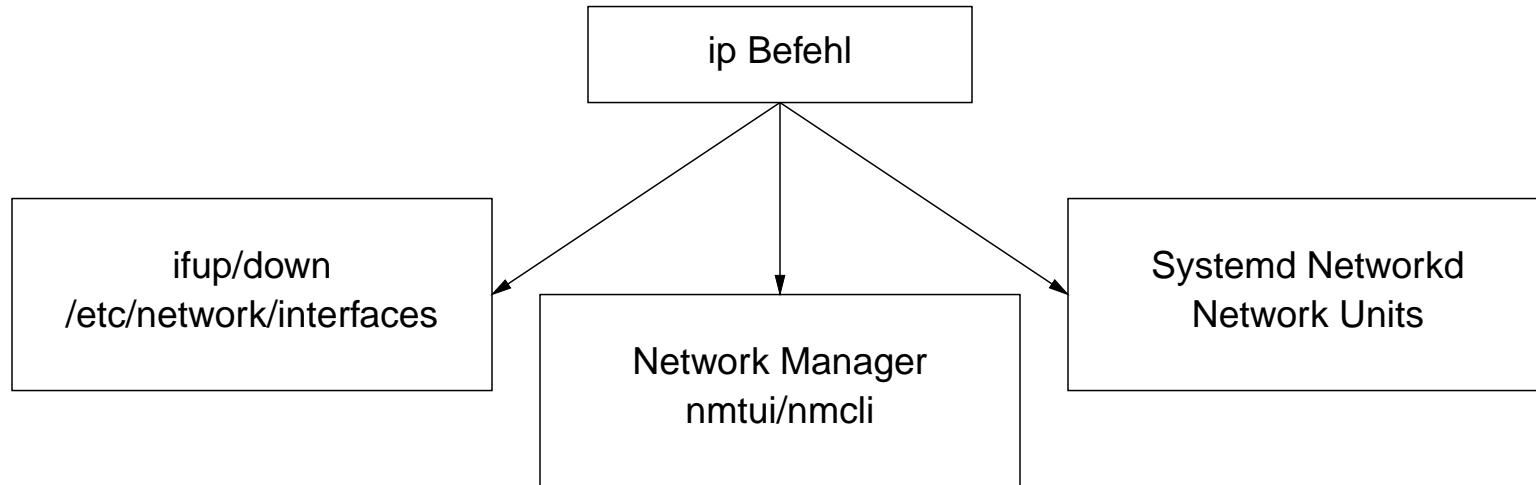
Statische Hostname Auflösung

Wenn dem DNS-Server der Name, z.B. 'vpn', eines lokalen Rechners nicht bekannt ist, kann man in der Hosts-Datei für jede IP-Adresse einen Hostnamen und eine Domain-Konfiguration eintragen und so auch im lokalen Netzwerk Namen anstelle von IP-Adressen verwenden – ganz ohne eigenen DNS-Server.

```
# @root
nano /etc/hosts

127.0.0.1      localhost
127.0.1.1      pc-nh2.ts13.lan pc-nh2
::1           localhost ip6-localhost ip6-loopback
ff02::1       ip6-allnodes
ff02::2       ip6-allrouters
```

Netzwerk Frontends



ifup/down IPv4 über DHCP (Standard)

```
# @root
nano /etc/network/interfaces

auto lo
iface lo inet loopback

auto eth0
iface eth0 inet dhcp

# Netzwerk Neustarten und Konfiguration einlesen
systemctl restart networking.service
```

ifup/down IPv4 über feste IP

```
# @root
nano /etc/network/interfaces

auto lo
iface lo inet loopback

auto eth0
iface eth0 inet static
    address 192.168.1.10
    netmask 255.255.255.0

# Netzwerk Neustarten und Konfiguration einlesen
systemctl restart networking.service
```

Interfaces an- und ausschalten

Wenn das Netzwerkinterface heruntergefahren wird, sind keine Verbindungen mehr möglich. Wird es gestartet, wird die aktuelle Konfiguration aus /etc/network/interfaces geladen.

```
# @root
```

```
# Interface anschalten  
ifup INTERFACENAME
```

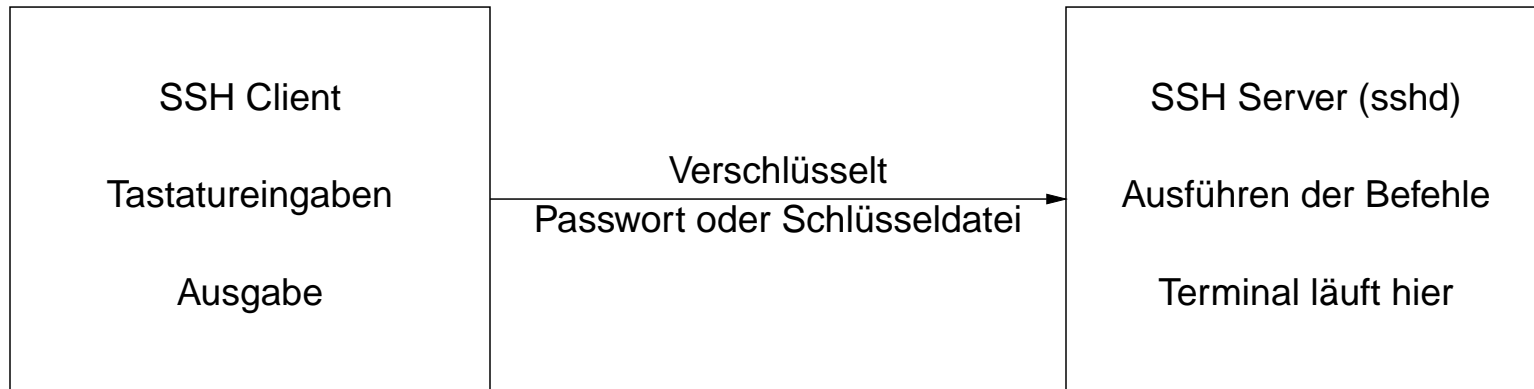
```
# Interface ausschalten  
ifdown INTERFACENAME
```


Übungsaufgabe: Netzwerkbefehle

1. Zeige die aktuellen IP-Adressen (IPv4 und IPv6) und Routing-Tabelle an
2. Liste alle aktiven Netzwerkverbindungen und zugehörige Ports auf
3. Prüfe die Erreichbarkeit von google.de per ICMP (Ping) und HTTP
4. Ändere den Hostnamen des Systems dauerhaft in /etc/hostname und zeige in an
5. Trage den DNS-Server 1.1.1.1 in die Resolver-Konfiguration ein
6. Ermittle die IP-Adresse einer Domain per nslookup und führe einen Reverse-Lookup durch
7. Löse die IP-Adresse deines Banknachbarn über den Hostnamen nachbar.sepe.local auf
8. Konfiguriere ein Interface mit statischer IP und danach wieder mit DHCP in der interfaces-Datei
9. Aktiviere und Deaktiviere ein Netzwerkinterface manuell

SSH - Die Idee

SSH steht für Secure Shell und ermöglicht die sichere, verschlüsselte Fernsteuerung und Datenübertragung zwischen Computern über ein Netzwerk



SSH Server installieren

Das Paket openssh-server bringt nur den SSH-Server mit. Möchte man auch auf andere Computer per SSH zugreifen, muss zusätzlich das Paket openssh-client installiert werden.

```
# @root
```

```
apt install openssh-server
```

```
systemctl enable sshd
```

```
systemctl start sshd
```

```
systemctl status sshd
```

SSH Server konfigurieren

```
# @root
nano /etc/ssh/sshd_config # (systemctl restart sshd)
Port 22
ListenAddress 0.0.0.0

# Authentication:
PermitRootLogin prohibit-password
StrictModes yes
MaxAuthTries 3
MaxSessions 2
PubkeyAuthentication yes

PermitTunnel no
X11Forwarding no
```

SSH Verbindung aufbauen und Dateien kopieren

```
# Mit dem SSH Server Terminal verbinden  
ssh ZIEL_BENUTZER@ZIEL_HOST
```

```
# Dateien vom Client zum Server kopieren  
scp DATEI ZIEL_BENUTZER@ZIEL_HOST:/PFAD
```

```
# Ordner vom Client zum Server kopieren  
scp -r DATEI ZIEL_BENUTZER@ZIEL_HOST:/PFAD
```

```
# Dateien vom Server zum Client kopieren  
scp ZIEL_BENUTZER@ZIEL_HOST:/PFAD SPEICHERORT
```

```
# Ordner vom Server zum Client kopieren  
scp -r ZIEL_BENUTZER@ZIEL_HOST:/PFAD SPEICHERORT
```

Übungsaufgabe: SSH

1. Installiere über apt das Paket openssh-server und stelle sicher, dass der SSH-Dienst über systemd gestartet wird und läuft
2. Konfiguriere den SSH-Server so, dass Root-Verbindungen erlaubt sind und maximal 3 fehlgeschlagene Anmeldeversuche sowie höchstens 2 gleichzeitige Verbindungen zugelassen werden.
3. Schließe dich mit einem Partner zusammen und versucht, euch gegenseitig per SSH auf dem jeweils anderen Computer anzumelden und Befehle auszuführen.
4. Kopiert anschließend Dateien und Ordner per scp von einem Computer auf den anderen