

Betriebssysteme

Rechnerarchitekturen und Betriebssysteme

Im Studiengang 5CS, Informatik

Referent: Hendrik Siegmund

Themenübersicht

Inhalte, Umfang und Ablauf

1 Rechnerarchitektur

- Grundlagen
 - EVA-Prinzip, Von-Neumann-Architektur
- Zentrale Komponenten IBM-PC, Intel-kompatible Prozessoren
 - Optimierung
- RISC-Prozessoren und ARM
- Zukunft?
- Weitere Hardware
 - Eingabegeräte
 - Festplatten, RAID, SSD, SMART
 - Monitore

Themenübersicht

Inhalte, Umfang und Ablauf

2 Betriebssysteme

- Einführung:
 - Definition Betriebssysteme, Geschichte, Klassen, Aufgaben und Konzepte
- Aufgaben im Detail:
 - Threads und Prozesse
 - Speicherverwaltung
 - Dateisysteme
 - Ein- und Ausgabe
 - Multiprozessorsysteme
 - Virtualisierung

Praxis: Umgang mit Linux und Windows Server 2019

Das Modul – Ablauf

- Präsenzveranstaltung mit 60 Stunden Umfang, Vorlesung und Übung
- Aktuell aufgeteilt auf zwei Gruppen, abwechselnd je eine Gruppe Präsenz und eine Gruppe Selbststudium
- Präsenzteil mit umfangreicher Wiederholung zum selbst erarbeiteten Inhalt
- Übungen in Präsenz, ca. 15 Stunden
 - Praxis: Installation, Konfiguration und Nutzung von Linux und Windows Servern
 - Zusätzlich: Unter Windows Server 2016 Dienste wie File&Print, DHCP und DNS installieren

Das Modul – Literatur

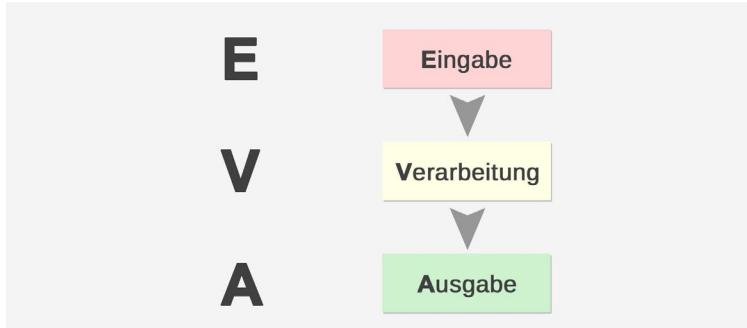
- Literatur (Prüfungsrelevant):
- Andrew S. Tanenbaum, Herbert Bos: Moderne Betriebssysteme. 4. Auflage, Pearson 2016
- Andrew S. Tanenbaum: Computerarchitektur. 5. Auflage, Pearson Studium 2006

- Literatur (ergänzend):
- Roland Hellmann: Rechnerarchitektur. Oldenbourg, 2013.

Rechnerarchitektur

Computer

- Modell und Architektur
 - Universelle Rechner und Alan Turing
 - EVA-Prinzip
 - Binäres Zahlensystem
 - Von-Neumann-Architektur
 - Vom IBM-PC zum aktuellen Computer



Quelle: <https://static.giga.de>

10^e	Tabulag	ita	stabt
1	1	=	2 ⁰
10	2	2	2 ¹
100	4	2	2 ²
1000	8	2	2 ³
10000	16	2	2 ⁴
100000	32	2	2 ⁵
1000000	64	2	2 ⁶
10000000	128	2	2 ⁷
100000000	256	2	2 ⁸
1000000000	512	2	2 ⁹
10000000000	1024	2	2 ¹⁰

Quelle: Gottfried Wilhelm Leibniz (1697)
<https://de.wikipedia.org/wiki/Dualsystem>

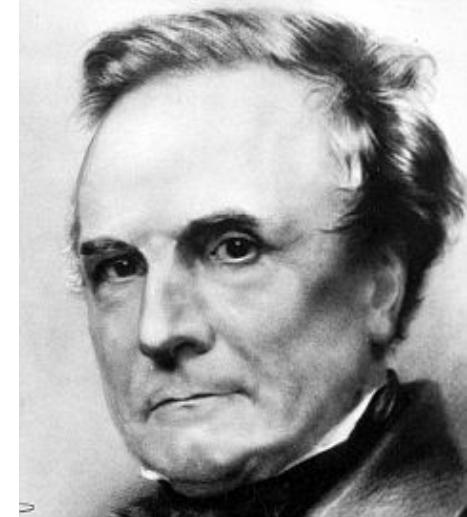


Quelle: Ruben de Rijcke - <http://dendmedia.com/vintage/>

Rechnerarchitektur

Universelle Rechner und Alan Turing

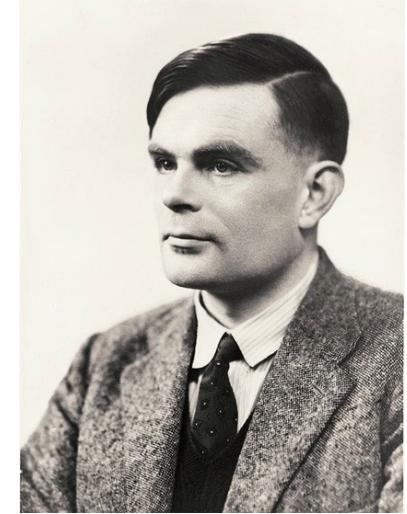
- 1837 beschreibt der englische Mathematikprofessor Charles Babbage eine **Analytical Engine**
- Die mechanische Maschine soll als **universeller Rechner** mittels **Lochkartenprogrammierung** astronomische Polynome berechnen
- 1937 veröffentlicht der englische Mathematiker **Alan Turing** einige Regeln für die Funktionsbeurteilung von Rechenmaschinen
- Er definiert das mathematische Modell der **Turing-Maschine** und zeigt, dass diese einen weitestgehend universell einsetzbaren Computer beschreibt
- Die Analytical Engine wurde 1985-1991 nachgebaut, funktionierte und hätte diesen Definitionen entsprochen



Rechnerarchitektur

Universelle Rechner und Alan Turing

- Eine Turing-Maschine kann alle mathematischen Funktionen berechnen, für die sich eine Rechenvorschrift oder Anweisung geben lässt (Algorithmus), die irgendwann definiert beendet ist.
- Bisher ist kein Computermodell bekannt, dass mehr leisten könnte als eine Turing-Maschine
- **Heutige Computer sind Turingmächtig oder Turing-vollständig**, wenn auch mit der Einschränkung des begrenzten Speichers, der bei einer „echten“ Turing-Maschine unendlich groß sein müsste



Rechnerarchitektur

Computer - Modell und Architektur - Grundelemente

EVA-Prinzip

- Auch wenn aktuelle Computer, Tablets und Smartphones nicht mehr danach aussehen: Funktionsgrundlage ist das EVA-Prinzip
- Es gibt stets Komponenten zur **Eingabe** von Informationen
- Ein Teil des Systems nimmt eine **Verarbeitung** der Informationen vor
- Das Ergebnis wird an einer **Ausgabe** abgeliefert

Rechnerarchitektur

Computer - Modell und Architektur

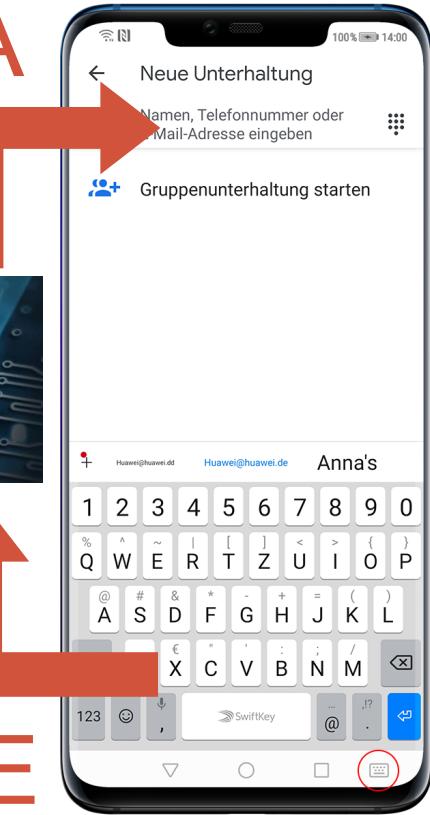
EVA-Prinzip

- Auch wenn aktuelle Computer, Tablets und Smartphones nicht mehr danach aussehen: Funktionsgrundlage ist das EVA-Prinzip
- Es gibt stets Komponenten zur **Eingabe** von Informationen
- Ein Teil des Systems nimmt eine **Verarbeitung** der Informationen vor
- Das Ergebnis wird an einer **Ausgabe** abgeliefert

Quelle: winfuture.de



V



Quelle: consumer.huawei.com

Rechnerarchitektur

Computer - Modell und Architektur

EVA-Prinzip

- Eingabegeräte:
 - Tastatur, Maus, Touchscreen, Mikrofon, Kamera, Gyrosensor, GPS-Empfänger...
- Verarbeitung:
 - Ein oder mehrere Rechnersystem(e), Daten und Anweisungen (Programme)
 - Daten: Was ist zu verarbeiten?
 - Anweisungen: Was ist mit den Daten zu tun?
- Ausgabe:
 - Drucker, Bildschirm, Lautsprecher, VR-Brille, Auto...



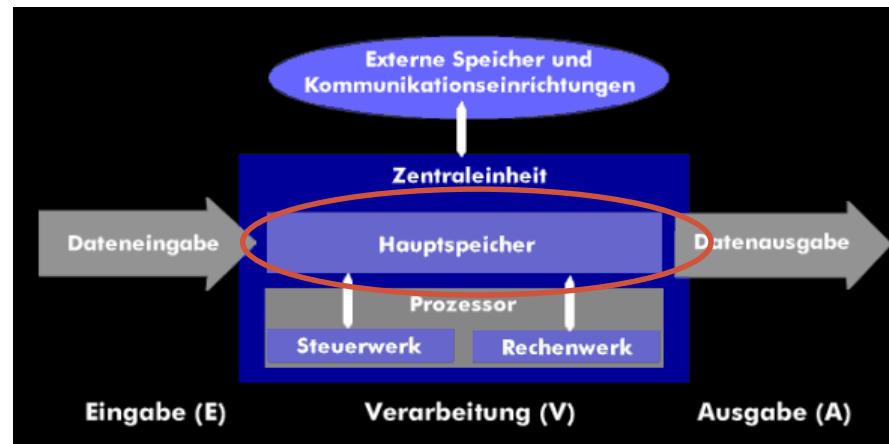
„Hello Computer“ Quelle: <https://www.zanjero.de>

Rechnerarchitektur

Computer - Modell und Architektur

EVA-Prinzip

- Zur Verarbeitung gehört auch das temporäre oder permanente Speichern von Daten und Anweisungen.
 - Entsprechende **Speicher** sind deshalb integriert



Quelle: <https://www.itwissen.info/EVA-Prinzip.html>

Rechnerarchitektur

Computer - Modell und Architektur

EVA-Prinzip

- Die Abfolge der Schritte war ursprünglich **rein sequenziell** (langsame Rechner)
- Aktuelle Systeme arbeiten schon **teilweise parallel** und in **Echtzeit**

Hohe Anforderungen an die Architektur und Leistungsfähigkeit der **Verarbeitung**

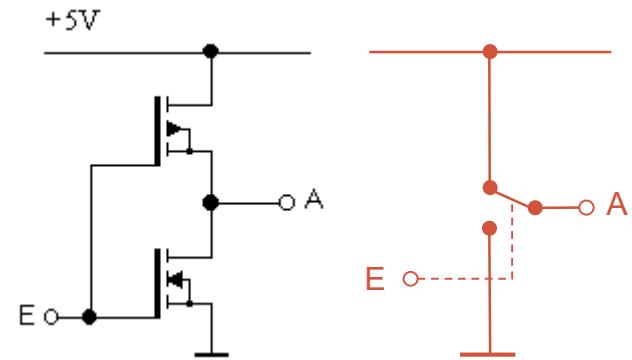
Wie sind Verarbeitungseinheiten aufgebaut?

Rechnerarchitektur

Computer - Modell und Architektur

Schalter und binäres Zahlensystem

- Computer arbeiten (heute) mit **elektronischen Schaltern**
- Es gibt nur zwei definierte Zustände: **Aus** oder **Ein**
- Benötigt wird ein Zahlensystem mit nur zwei Werten: Das binäre Zahlensystem oder Dualsystem oder Zweiersystem mit den Werten **0** und **1**
- Alle zu verarbeitenden Werte müssen mit diesen beiden Ziffern ausgedrückt werden können

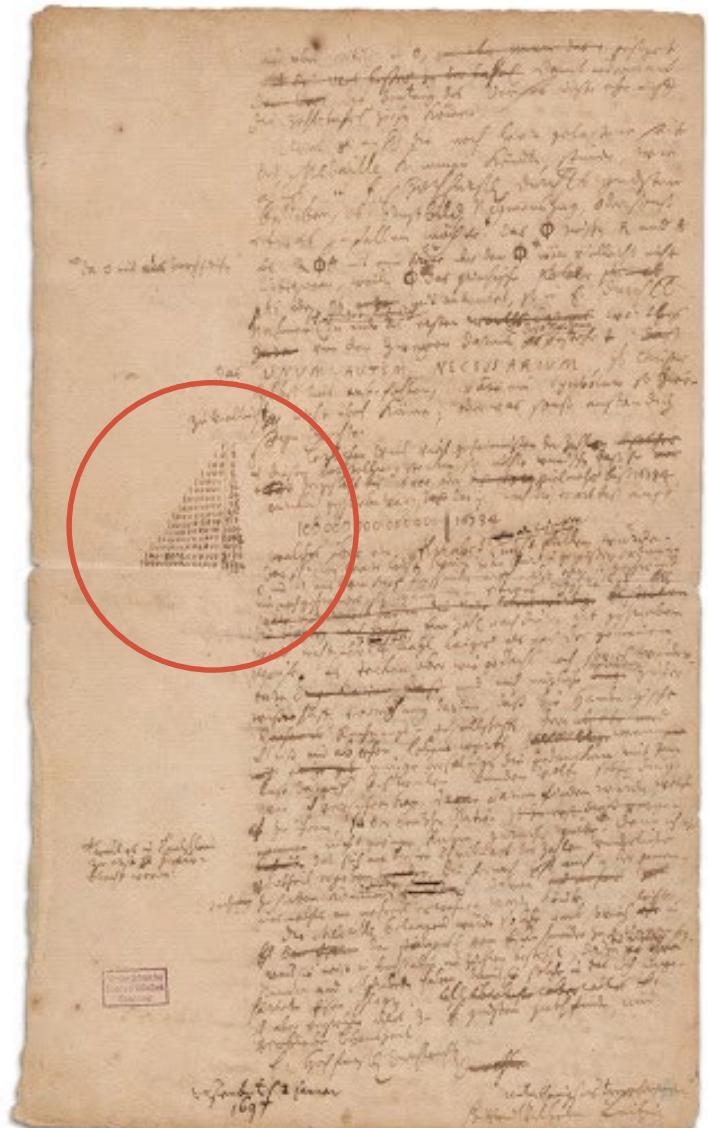


Einfacher elektronischer Schalter (CMOS)
Ergänzt aus: <http://www.netzmafia.de>

Rechnerarchitektur

Computer - Modell und Architektur Binärsystem

- Im „Neujahrsbrief“ von 1697 beschreibt der Mathematiker Gottfried Wilhelm Leibniz erstmals dieses Zahlensystem
- Er ist begeistert: Mit dem „Nichts“ (0) und „Gottes Wort“ (1) können alle Zahlen beschrieben werden



Quelle: <http://www.wer-war-leibniz.de/leibniz-der-mathematiker>

Rechnerarchitektur

Computer - Modell und Architektur

Binärsystem

- 0 und 1 werden direkt ausgedrückt
 - Für die 2 wird eine weitere Stelle verwendet: 10
 - Bei jeder neuen Zweierpotenz wird wieder um eine Stelle erweitert

- Dezimalsystem
 - Binärsystem

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	1	10	11	100	101	110	111	1000	1001	1010
2^0	2^1	2^2						2^3		

Rechnerarchitektur

Computer - Modell und Architektur

Binärsystem

Binärzahl	Zweierpotenzen											Dezimalzahl
	2^{10}	2^9	2^8	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0	
	1024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1	
1011010					1	0	1	1	0	1	0	64+16+8+2=90
1110000000	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1024+512+256=1792
11100							1	1	1	0	0	16+8+4=28
1000000001	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1024+1=1025

Quelle: <https://www.technik-unterrichten.de/MG/Stellenwertsysteme/Stellenwertsysteme.php>

- Das Binärsystem wurde bereits in den frühen Computern der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts verwendet

Rechnerarchitektur

Computer - Modell und Architektur

- Von Neumann und Harvard: Die wichtigsten Architekturen
- Immer der Reihe nach: Von Neumann
- Vorstellung des Konzeptes 1947, funktionierender Rechner ab 1950
- **Sequenzielle Verarbeitung** in einer Maschine mit **gemeinsamem Speicher für Daten und Anweisungen**
- Teile des Konzeptes wurden bereits **1938** im **Z1** von **Conrad Zuse** realisiert
- Dieses Konzept nutzen auch aktuelle Computer (noch)
- Rechner mit dieser Architektur sind **Turingmächtig**

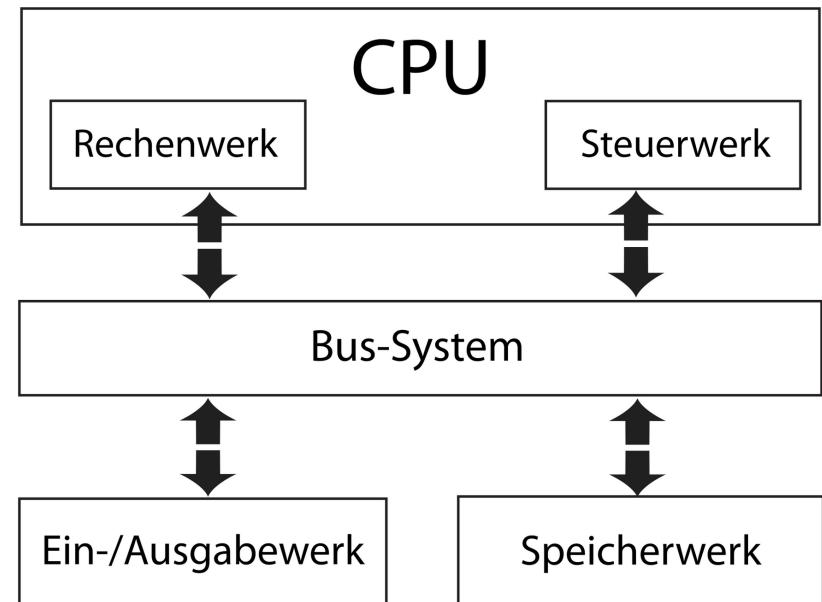


John von Neumann Quelle: picture-alliance/dpa

Rechnerarchitektur

Computer - Modell und Architektur

- Komponenten der Von-Neumann-Architektur (VNA)
 - **ALU** (Arithmetic Logic Unit): Rechenwerk
 - **Control Unit**: Steuerwerk
 - **Memory Unit**: Speicher
 - **I/O-Unit**: Eingabe/Ausgabe-System
 - **BUS-System**: Transport von binär codierten Daten- und Anweisungen



Rechnerarchitektur

Computer - Modell und Architektur

- **Vorteile** der Von-Neumann-Architektur
- Die Sequenzielle Bearbeitung vermeidet **Inkonsistenzen**
- Anweisungen können wie Daten im laufenden Betrieb verändert werden (Vorteil gegenüber anderen durch feste Verdrahtung programmierten frühen Rechnern)
- Modell und Programmierung sind gut beherrschbar
- In der Abarbeitung sind **Programmschleifen** möglich
- **Wesentlicher Nachteil:** Von-Neumann-Flaschenhals: Das zentrale Bussystem muss **Daten und Befehle nacheinander** transportieren und wird bei leistungsfähigen Rechenwerken überfordert: Wartezeiten

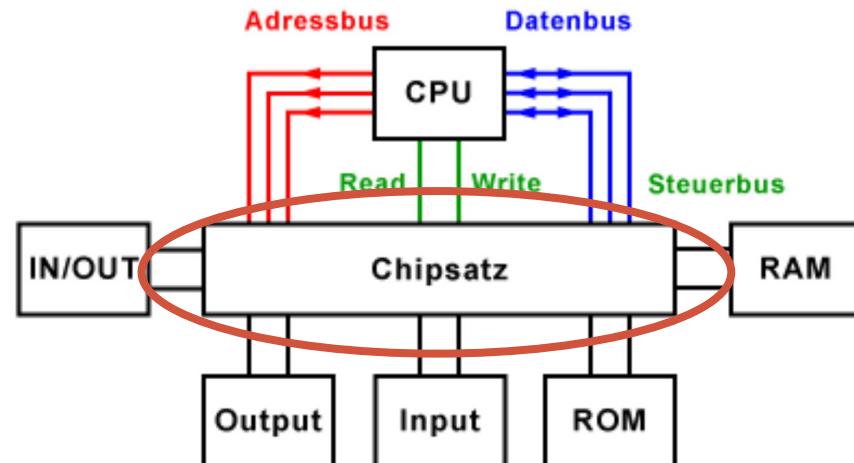
Rechnerarchitektur

Computer - Modell und Architektur

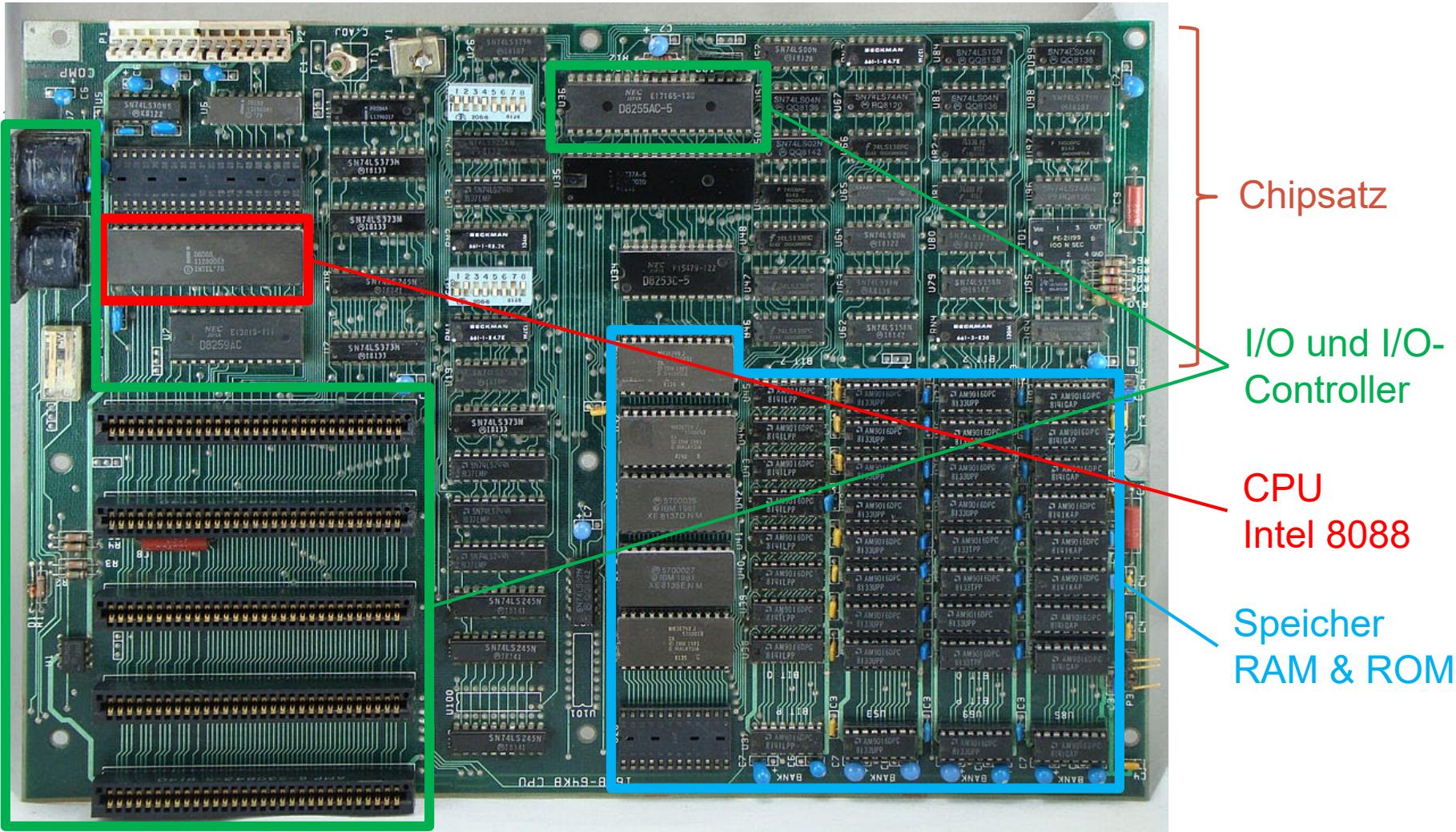
- Technische Realisierung der Von-Neumann-Architektur im PC
 - Architektur des IBM-PCs
 - Alle Komponenten der Von-Neumann-Architektur sind vertreten
 - Das Bus-System ist im **Chipsatz** realisiert
 - Ursprünglich aus einzelnen TTL-ICs der 74xxx-Reihe aufgebaut:



Quelle: Ruben de Rijcke - <http://dendmedia.com/vintage/>



Quelle: <https://www.elektronik-kompendium.de/sites/com/0403311.htm>



Quelle: [https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:IBM_PC_Motherboard_\(1981\).jpg](https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:IBM_PC_Motherboard_(1981).jpg)

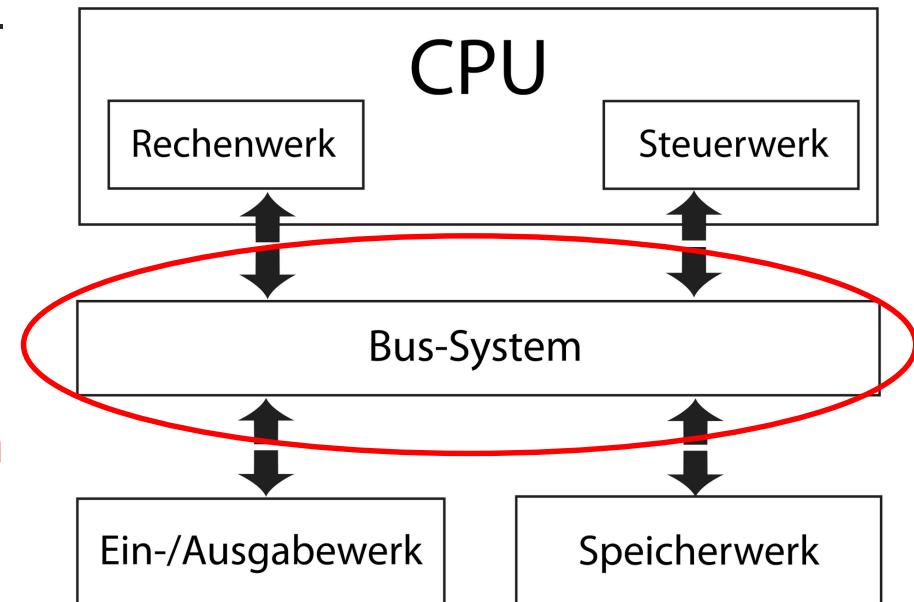
Rechnerarchitektur

Computer - Modell und Architektur

- Technische Realisierung der Von-Neumann-Architektur im PC
- **Erste Limitierung:** Eine zügige Leistungssteigerung in der CPU bewirkt den

Von-Neumann-Flaschenhals

- Überforderung des gemeinsamen Bus-Systems



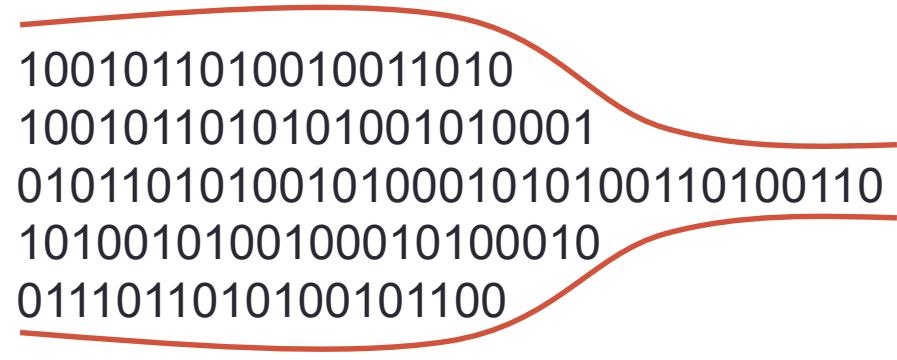
Quelle: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=44927099>

Rechnerarchitektur

Computer - Modell und Architektur

Definition

- Ein **Flaschenhals** (bottleneck) ist eine Engstelle in einem System oder Programm, dass die gesamte Leistung des Systems beeinträchtigt.
- Flaschenhälse können unter anderem durch grundlegende Schwächen der Architektur eines Systems oder durch nicht ausreichend leistungsfähige Bestandteile der Technologie verursacht werden.
- Die Lösung besteht in der Eliminierung oder der Umgehung des Flaschenhalses

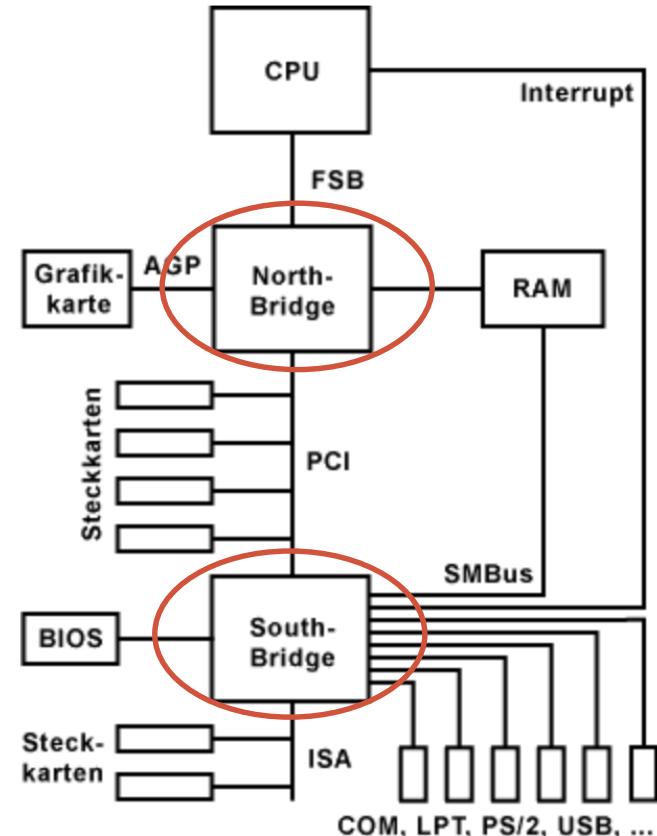


The binary code is visualized as a series of black digits (0s and 1s) enclosed within a red, flowing, organic-shaped boundary. The digits are arranged vertically and represent the binary sequence 1001011010010011010, 1001011010101001010001, 010110101001010001010100110100110, 1010010100100010100010, and 0111011010100101100.

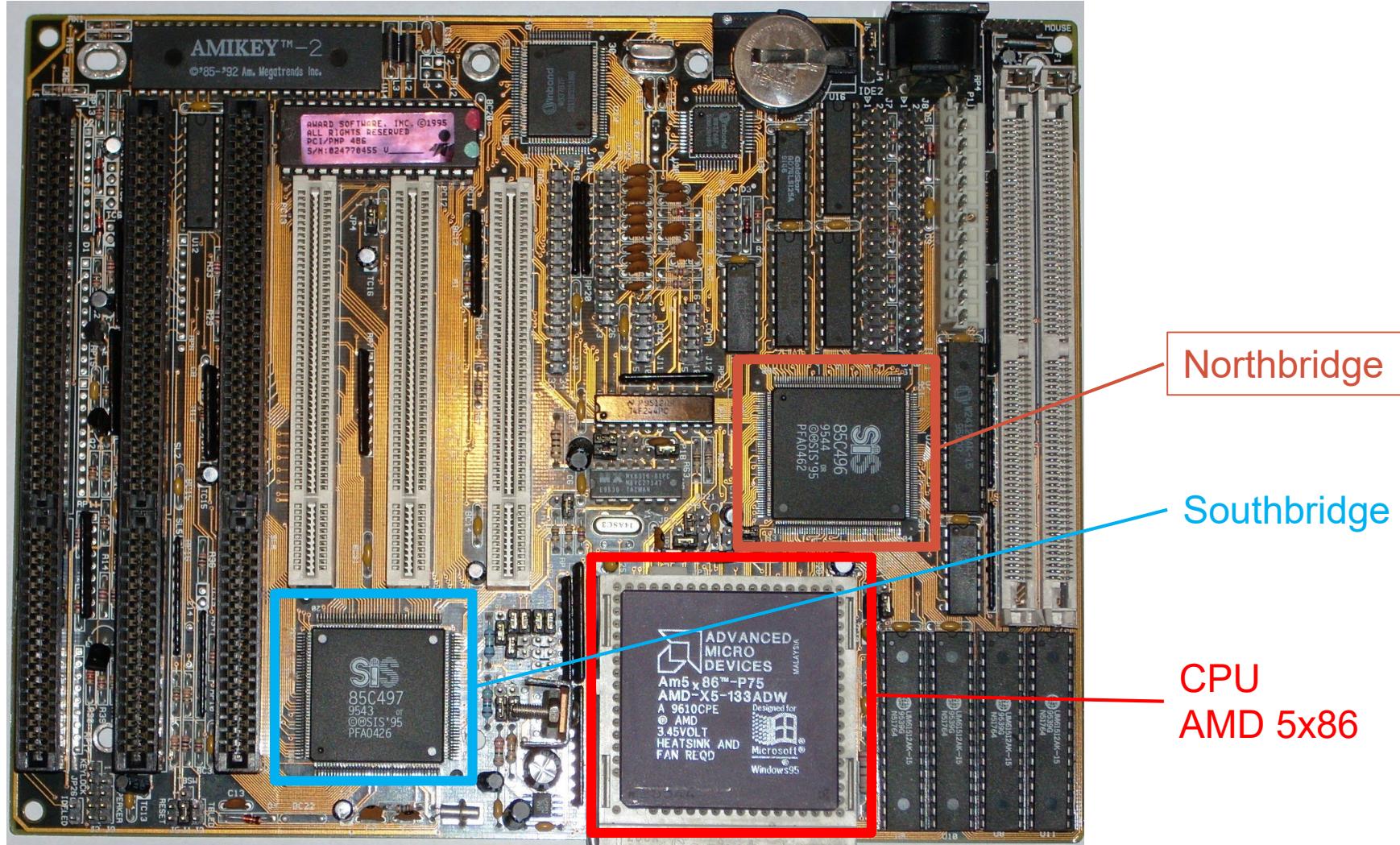
Rechnerarchitektur

Computer - Modell und Architektur

- Technische Realisierung der Von-Neumann-Architektur im PC
- **Von-Neumann-Flaschenhals**
- **Lösung 1:** Höhere Integration des Chip-Satzes in spezialisierten VLSI-Chips
- Ab x386 Teilung des Bus-Systems in...
 - ...schnelle „**Northbridge**“ mit Grafik-, Speicher- und PCI-Bus
 - ...langsame „**Southbridge**“ mit übrigen I/O-Ports und BIOS (ROM)



Quelle: <https://www.elektronik-kompendium.de/sites/com/0403311.htm>



Quelle: https://133fsb.files.wordpress.com/2012/06/586_board_before.jpg

Rechnerarchitektur

Computer - Modell und Architektur

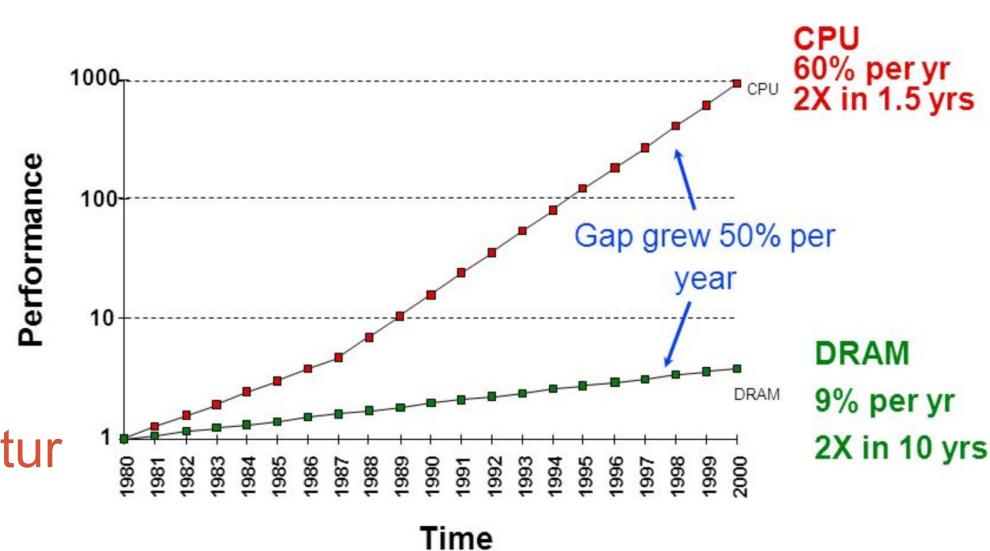
- Technische Realisierung der Von-Neumann-Architektur im PC

Zweite Limitierung: Die Memory Wall

- CPUs entwickelten sich deutlich schneller als der Arbeitsspeicher zu höheren Taktraten hin, der Speicher (RAM) kam nicht mehr mit: Während langsamer Speicherzugriffe musste die CPU warten
- Die **Memory Wall** bildete den nächsten Flaschenhals

Lösungen:

- Einsatz von **Zwischenspeicher (Cache)** und
- Teilweise **Trennung von Daten und Befehlen**



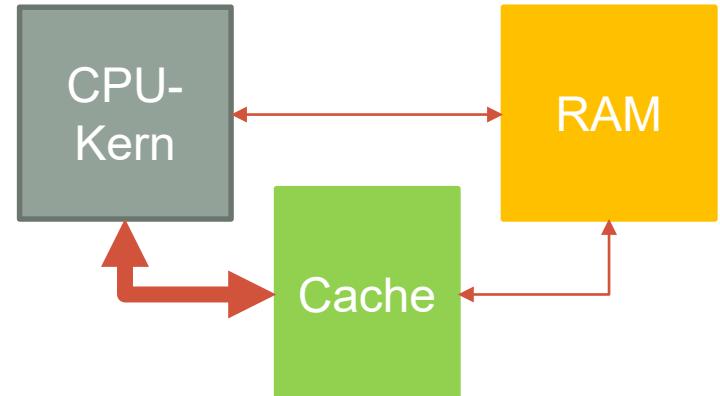
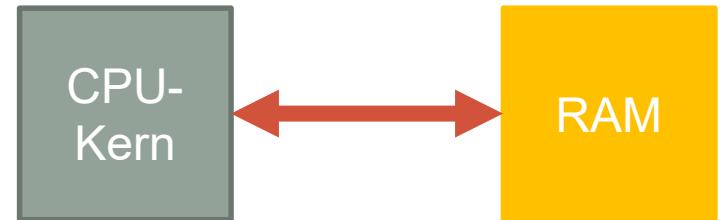
Quelle: slideplayer.com/slide/4853784/

Rechnerarchitektur

Computer - Modell und Architektur

Memory Wall und Cache

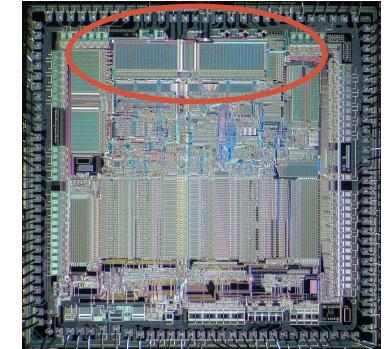
- Cache ist als SRAM viel schneller (und viel teurer) als Zugriffe auf den preisgünstig mit DRAM aufgebauten Hauptspeicher
- Häufig benutzte Daten und Befehle müssen nicht mehr aus dem RAM geholt werden
- Die Anzahl der RAM-Zugriffe nimmt ab, der Rechner wird schneller



Rechnerarchitektur

Computer - Modell und Architektur Memory Wall und Cache

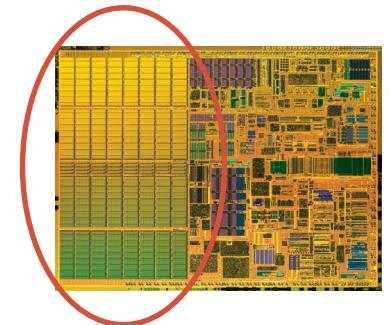
- Die Integration von Cache in die CPU ging evolutionär vonstatten:
 - 1983: Motorola MC68010 mit L1-Cache
 - 1989: Intel 486: Level-1Cache in der CPU
 - Pentium und AMD-K5/K6: Level-1-Cache in der CPU, Level 2 auf Mainboard
 - Pentium II: Level 1 in der CPU, Level-2 Cache auf einem Prozessormodul
 - Ab Pentium III Level-1- und Level-2-Cache in der CPU



Quelle: https://www.wikiwand.com/de/Motorola_68020



Pentium II mit Level-2-Cache Quelle:
<http://www.karbosguide.com/books/pcarchitecture/chapter11.html>



Quelle: <https://www.cpu-world.com>

Rechnerarchitektur

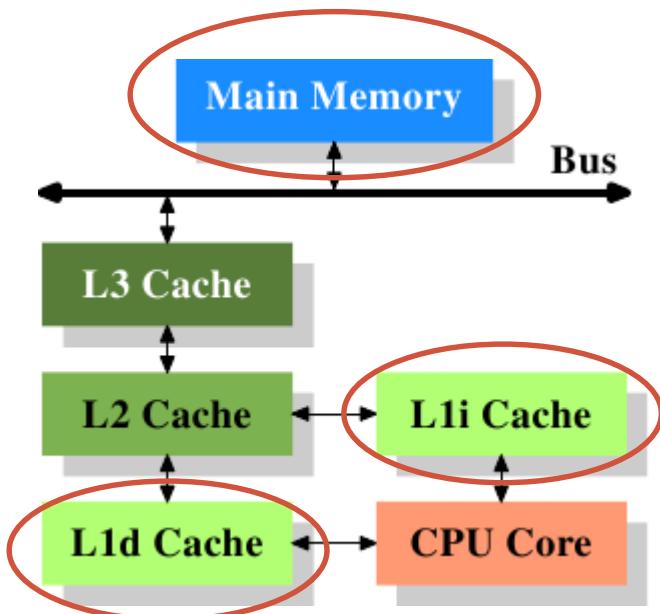
Computer - Modell und Architektur

Memory Wall und Cache

- Aktuell gibt es **drei Cache-Level** mit verschiedenen Geschwindigkeiten, die alle in der CPU platziert sind
- Die Geschwindigkeit wird mit höherem Level geringer:

L1>L2>L3>RAM

- Die **Kapazität** verhält sich umgekehrt
- Mindestens der **L1-Cache** trennt **Daten und Befehle**



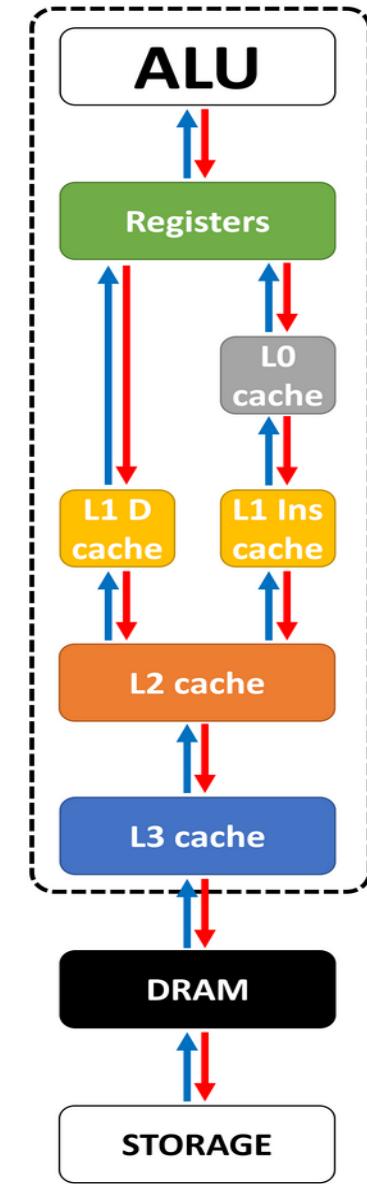
Quelle: <https://qph.fs.quoracdn.net>

Rechnerarchitektur

Computer - Modell und Architektur

Memory Wall und Cache – Level-0-Cache

- Level-0-Cache ist unterschiedlich definiert:
- Für Befehle haben manche CPU-Architekturen einen ersten sehr kleinen Cache zwischen Registern und L1-Cache, für z.B. **128 Byte**
- Dieser Cache kann kurze Befehle in einem Taktzyklus liefern und heißt Level-0-Cache
- Qualcomm beginnt die Cache-Zählung nicht bei L1 sondern bei L0, der Qualcomm L0 entspricht damit dem L1 anderer Architekturen



Rechnerarchitektur

Computer - Modell und Architektur

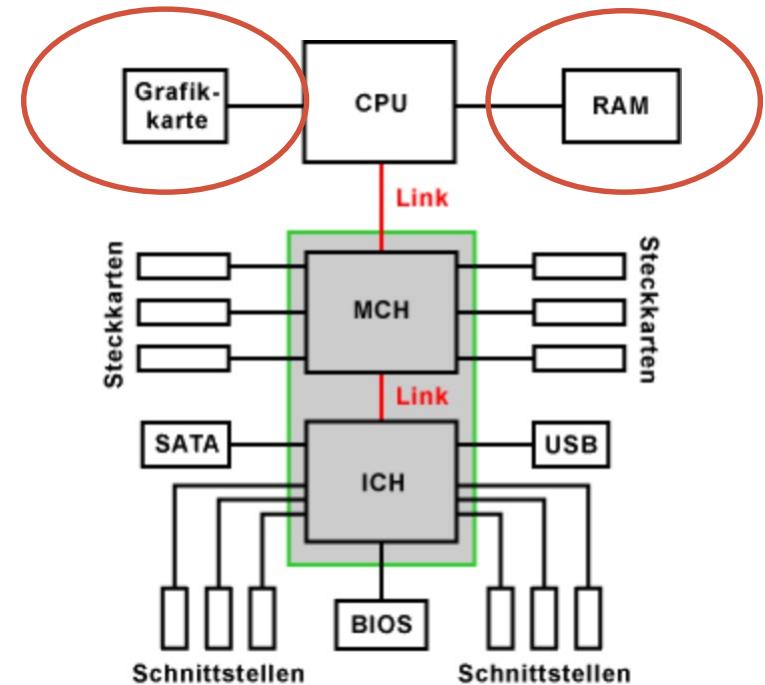
Memory Wall und Cache

- Die dreistufige und mehrere Megabyte umfassende **Cache**-Struktur wird **vollständig von der CPU kontrolliert** und ist für den Programmcode (und Programmierer) transparent
- Die CPU führt umfangreiche Berechnungen aus, um zu ermitteln, welcher Inhalt als nächstes benötigt werden wird, besonders bei Programmverzweigungen (Speculative Execution und Branch Prediction)
- Für Programmierer ist es wichtig zu wissen, dass Verzweigungen zu starker Cache-Nutzung führen und Performance-Einbußen zur Folge haben können

Rechnerarchitektur

Computer - Modell und Architektur

- Technische Realisierung der Von-Neumann-Architektur im PC
- Weitere Trennung der Bus-Systeme:
- **Hub-Architektur**
 - Verlagerung weiterer Funktionen in die CPU:
 - **Integration der Northbridge**
 - Hauptspeicher und Grafik werden sehr schnell und direkt angesprochen
 - Die Southbridge wird zum **Hub** für alles andere



Quelle: <https://www.elektronik-kompendium.de/sites/com/0403311.htm>

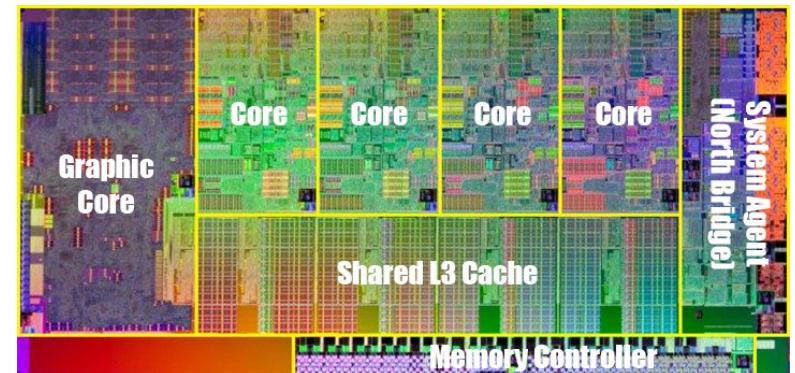
Rechnerarchitektur

Computer - Modell und Architektur

- Technische Realisierung der Von-Neumann-Architektur im PC
- Wenn eine einzelne CPU nicht mehr beschleunigt werden kann (Wärme):
Setze mehrere Prozessoren ein!
- Intel Core CPUs mit L1-L3 Cache und Grafikprozessor



Quelle:
https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Intel_i7_8700K.jpg



Quelle: http://images.bit-tech.net/content_images/2011/01/intel-sandy-bridge-review/sandy-bridge-die-map.jpg

Rechnerarchitektur

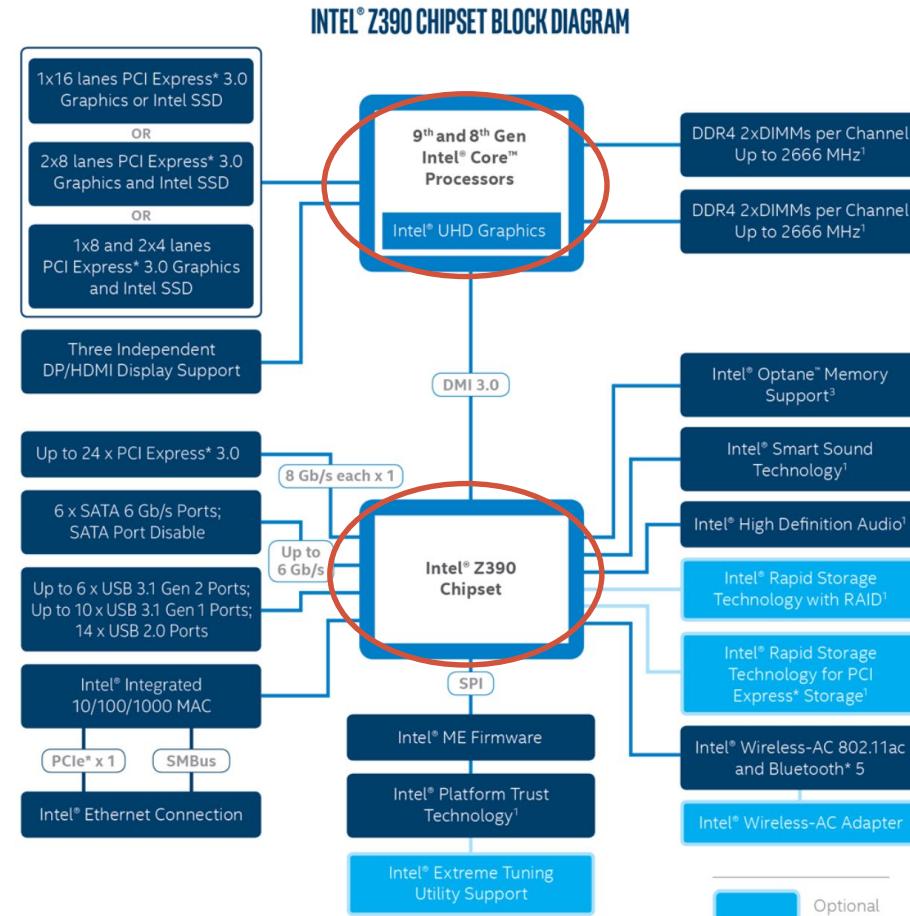
Computer - Modell und Architektur

Technische Realisierung der Von-Neumann-Architektur im PC

- Aktuelle PCs nutzen die VNA

Aber:

- Daten und Befehle sind teilweise getrennt (Cache)
- Es gibt parallele Rechenwerke (mehrere CPU-Kerne)
- Das ist streng genommen keine Von-Neumann-Architektur mehr...



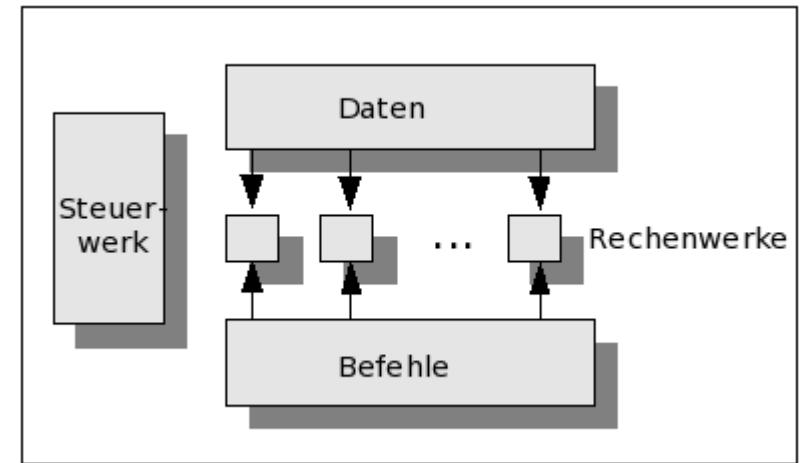
Quelle:

<https://www.intel.de/content/www/de/de/products/chipsets/desktop-chipsets/z390.html>

Rechnerarchitektur

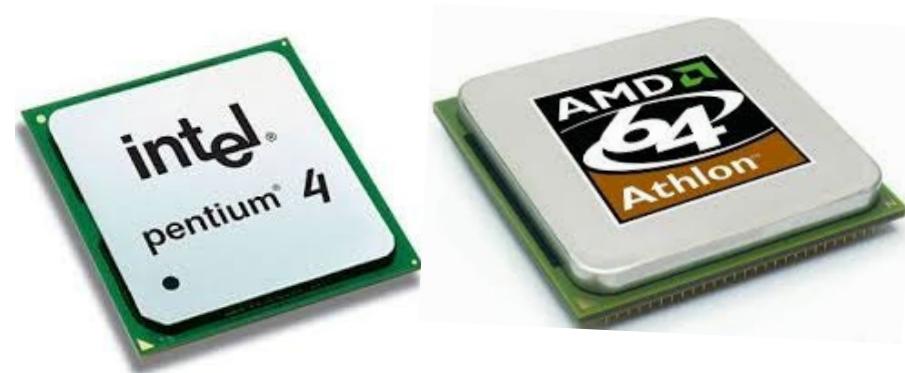
Computer - Modell und Architektur

- ...sondern stark an die **Harvard-Architektur** angelehnt
- Daten- und Befehlsspeicher sind getrennt
- Es gibt parallele Rechenwerke
- Daten und Befehle können gleichzeitig gelesen werden – überwindet Von-Neumann-Flaschenhals
- Zugriffs- und Speicherschutz durch separate Rechtevergabe einfach umsetzbar



Quelle: <https://de.wikipedia.org/wiki/Harvard-Architektur>

Rechnerarchitektur



Computer - Modell und Architektur

Quelle: amazon

Von 16 Bit zu 64 Bit

- Mit den skizzierten Entwicklungen wurde auch die Anzahl der parallel im Prozessor verarbeiteten Bits erhöht (Busbreite)
- Intels 8086/8088er im IBM-PC waren **16-Bit-Prozessoren**
- Mit dem i386 wurde die **32-Bit-Architektur** eingeführt, die jedoch um die Jahrtausendwende an eine Grenze stieß: max. **4GB adressierbarer Speicher**
- Aktuelle Prozessoren verarbeiten **64 Bit** gleichzeitig
- Der theoretische Adressraum liegt im Bereich von ExaByte (10^{18}), wird aber aktuell nicht unterstützt (48Bit Adressen)



Rechnerarchitektur

Computer - Modell und Architektur

Weitere CPU-Architekturen

- Neben Intels seit 1978 entwickelter x86-Prozessorarchitektur gibt es alternative CPU-Architekturen, die sich in verschiedenen Computersystemen etabliert haben, insbesondere **RISC-Prozessoren**
- RISC steht für **Reduced Instruction Set Computing** und wird vor allem mit ARM-Prozessoren und PowerPC-Prozessoren eingesetzt

- Wodurch zeichnen sich RISC-Prozessoren gegenüber konventionellen Prozessoren aus?

Rechnerarchitektur

Computer - Modell und Architektur

RISC und CISC

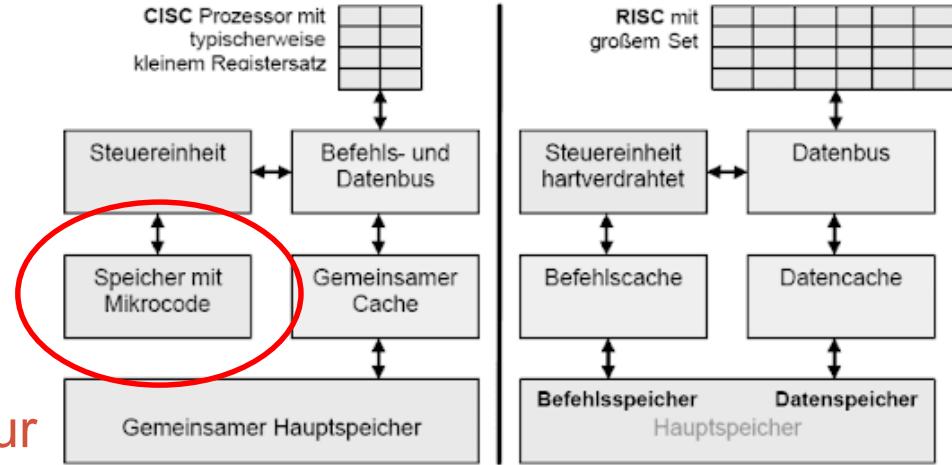
- Intel x86 CPUs verfügten nach einigen Jahren der Entwicklung über rund 300 verschiedene interne Befehle
- Ziel sollte sein, auch komplexe Aufgaben mit einem einzelnen Maschinenbefehl aus dem Programm aufrufen zu können und so die Programmierung einfach zu halten
- CPUs mit komplexem Befehlssatz wurden nachträglich als **CISC-Prozessoren** bezeichnet, **Complex Instruction Set Computing**
- Die CPU **interpretiert** Maschinenbefehle und arbeitet sie nach Anweisungen aus separatem **Microcode** in **mehreren Taktzyklen** ab

Rechnerarchitektur

Computer - Modell und Architektur

RISC und CISC

- Der **Microcode** einer CISC-CPU befindet sich in einem separaten Speicher und wird bei der Herstellung fest einprogrammiert
- CISC-Prozessoren arbeiten mit kleineren Programmen, sie benötigen weniger RAM und weniger Register
- Die Interpretation der Maschinenbefehle und die Abarbeitung in mehreren Taktzyklen reduziert jedoch die Leistung, was durch höhere Taktraten mit mehr Energiebedarf ausgeglichen werden muss
- Heute nutzen auch die x86 CPUs intern eine RISC-Architektur, bieten aber den Programmierern weiterhin einfache Schnittstellen



Quelle: <http://www.kreissl.info/ra>

Rechnerarchitektur

Computer - Modell und Architektur

RISC-Prozessoren

- IBM und Motorola entwickelten ab 1991 **PowerPC-Prozessoren** mit kleinerem Befehlssatz
- Diese **Reduced Instruction Set Computing** – CPUs konnten rund 100 einfache bzw. kurze Befehle ausführen, diese aber in einem einzelnen Taktzyklus, also sehr schnell
- Bei gleicher Taktfrequenz erzielen RISC-Prozessoren höhere Leistung und haben geringeren Energiebedarf



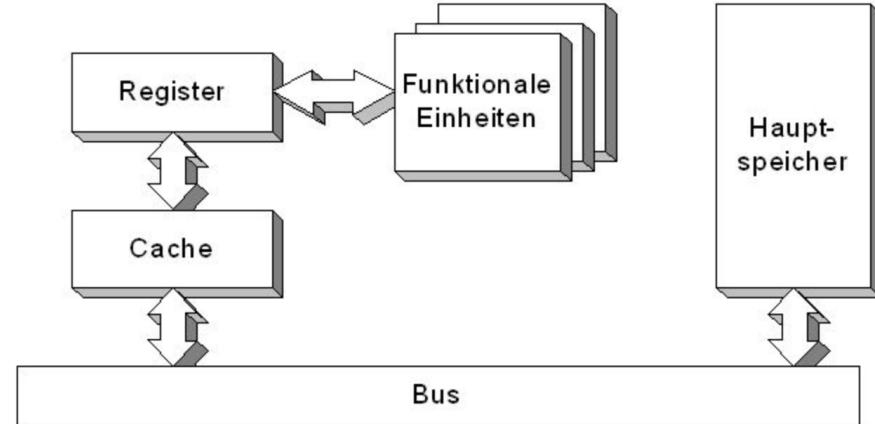
Quelle: Konstantin Lanzet, en.wikimedia.org

Rechnerarchitektur

Computer - Modell und Architektur

RISC-Prozessoren

- Spätere Power-Prozessoren besaßen mehrere **Execution Units** oder funktionale Einheiten, konnten **auf Befehlsebene also parallel rechnen**
- Im G4 PowerPC 604 waren 6 Execution Units integriert
- Die PowerPC-CPUs fanden sich in Workstations von IBM und SUN, sie wurden in Apple Macintosh-Systemen verwendet und kamen wegen hoher Leistung bei wenig Energieverbrauch in der Raumfahrt zum Einsatz
- Aktuelle PowerPC-CPUs arbeiten in Nintendo Spielkonsolen
- Die **ARM-Prozessoren** in Handhelds sind aktuelle RISC-Prozessoren



Quelle: slideplayer.org/slide/2266846/

Quelle: slideplayer.org/slide/2266846/

Rechnerarchitektur

Computer - Modell und Architektur

ARM-Prozessoren

- Seit 1985 als **Acorn RISC Machines** vermarktete Prozessorarchitektur, heute steht ARM für **Advanced RISC Machines**
 - Sehr effizienter Befehlssatz, geringe Leistungsaufnahme
 - Lizenzen für beliebige Hersteller verfügbar: Qualcomm, Apple, Samsung...
 - Einsatz in Handhelds und IoT-Geräten, ab 2020 in Apple Laptops geplant
- Mit ARMv8 seit 2012 auch für Server verfügbar
- RedHat und Microsoft bieten ARM-kompatible Varianten aktueller Betriebssysteme

Rechnerarchitektur

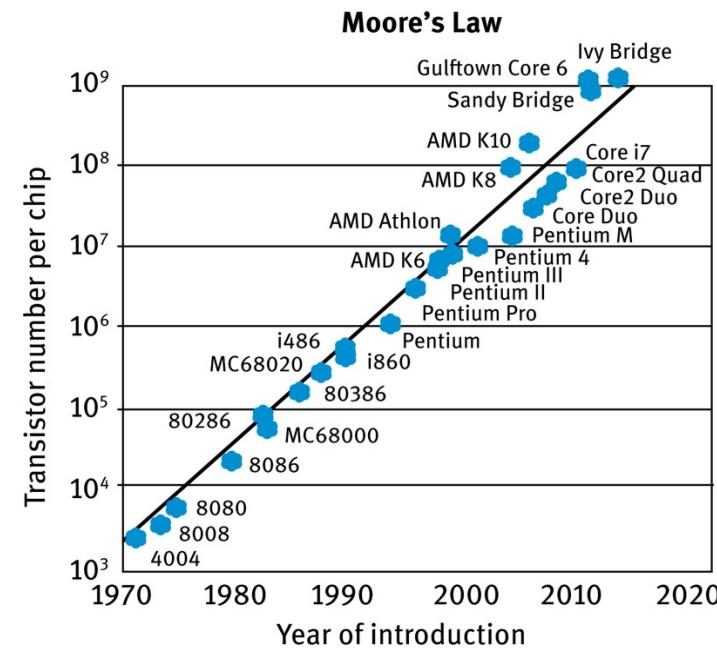
Computer - Modell und Architektur – Status quo

- Moderne, auf dem IBM-PC basierende, Computer arbeiten mit der **Von-Neumann-Architektur**
- Sie sind damit nach den Kriterien von **Alan Turing** mathematisch vollständige Rechenmaschinen und so funktional wie nur möglich
- Die zentralen Rechenwerke (CPUs) **trennen Daten und Anweisungen** teilweise auf separate Speicher auf und **arbeiten parallel**
- Damit stellen aktuelle PCs und Server eine **Mischform** der wichtigsten Rechnerarchitekturen **Von-Neumann** und **Harvard** dar

Rechnerarchitektur

Computer - Modell und Architektur – Das nächste Limit kommt...

- Gordon Moore (Intel) formulierte 1965 eine Beobachtung zur Integrationsdichte von Transistoren in integrierten Schaltungen, die später leicht korrigiert als **Moorsches Gesetz** bekannt wurde:
Die Integrationsdichte von ICs verdoppelt sich ungefähr alle 24 Monate
- Diese Gesetzmäßigkeit bestätigt sich schon lange, allerdings nimmt die Geschwindigkeit inzwischen etwas ab



Quelle: www.ncbi.nlm.nih.gov

Rechnerarchitektur

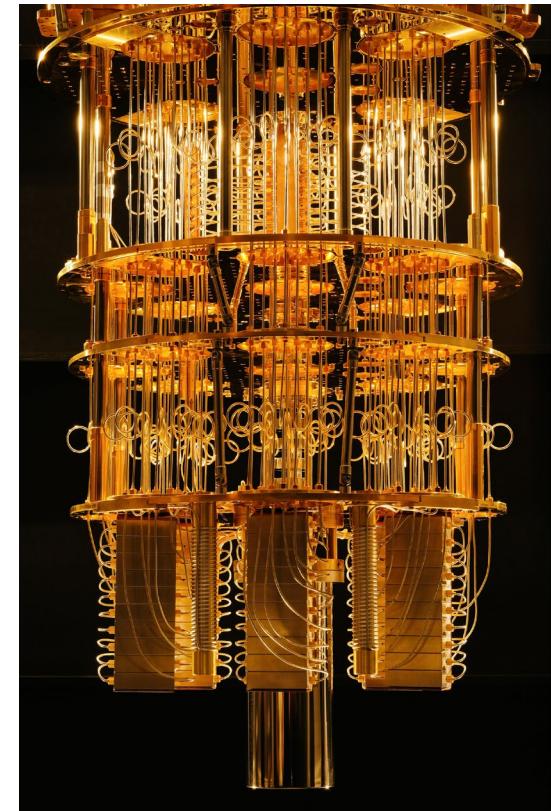
Computer - Modell und Architektur – Status quo

- **Problem:** mit Halbleiterstrukturen von 5, 7 oder 10nm im Silizium rückt eine physikalische Grenze näher
- Die aktuelle **finFET-Technologie** kann voraussichtlich noch bis auf etwa 2 nm reduziert werden, erreichbar Mitte bis Ende des Jahrzehnts
- Transistoren aus alternativen Materialien wie **Graphen** (Kohlenstoff in einem zweidimensionalen Netz) sind noch nicht fertig entwickelt

Rechnerarchitektur in spe

Computer - Modell und Architektur – Ausblick

- Paralleles Rechnen wird intensiviert, auch durch Vernetzen mehrerer Großrechner, um die Leistung weiter zu steigern
- Eine völlig neue Architektur wird zur Serienreife gebracht: Quantencomputer
- Gerechnet wird mit den Quantenzuständen von Elementarteilchen, etwa Elektronen und deren Spin
- Die Systeme müssen in den supraleitenden Zustand versetzt und dazu auf bis zu -270° C abgekühlt werden

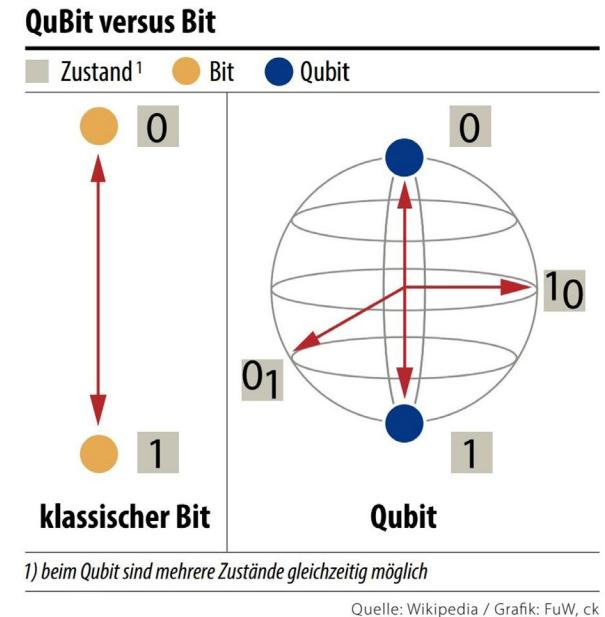


Quelle: <https://www.higgs.ch/>

Rechnerarchitektur in spe

Computer - Modell und Architektur – Ausblick Quantencomputer

- Gerechnet wird mit den **Quantenzuständen von Elementarteilchen**, etwa Elektronen und deren Spin
- Das Besondere: Anders als Bits mit je einem von zwei möglichen Zuständen (0 und 1) können **Quantenbits** (Qubits) mehrere Zustände gleichzeitig annehmen
- Berechnungen können so exponentiell schneller durchgeführt werden, z.B. Primfaktorzerlegung zur Entschlüsselung...



Rechnerarchitektur: Weitere Hardware

Mehr Computerkomponenten

- **Nicht flüchtige Massenspeicher:**
Mechanische oder SSD-Festplatten, optische Laufwerke
- **Klassische Eingabegeräte:**
Tastatur und Maus **Klassische Ausgabegeräte:** Monitor und Drucker

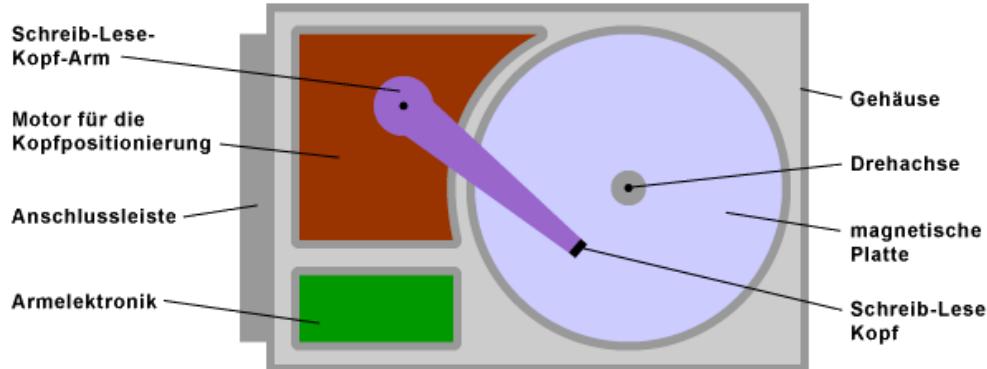


Quelle: Dell

Hardware

Computer – Komponenten: Nicht flüchtige Massenspeicher Mechanische Festplatten

- Über einer rotierenden Magnetscheibe schwebt ein Schreib/Lesekopf
- Von ihm werden Daten aufgezeichnet



Quelle: <https://www.elektronik-kompendium.de/sites/com/0610291.htm>

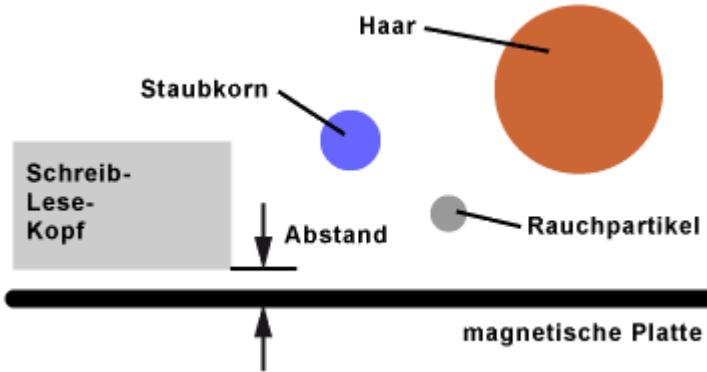


Quelle: Seagate

Hardware

Computer – Komponenten: Mechanische Festplatten

- Der Kopf schwebt im Betrieb auf einem Luftkissen
- Schmutz würde die Festplatte zerstören:
- **Head Crash und Datenverlust**
- Das Gehäuse ist staubdicht geschlossen



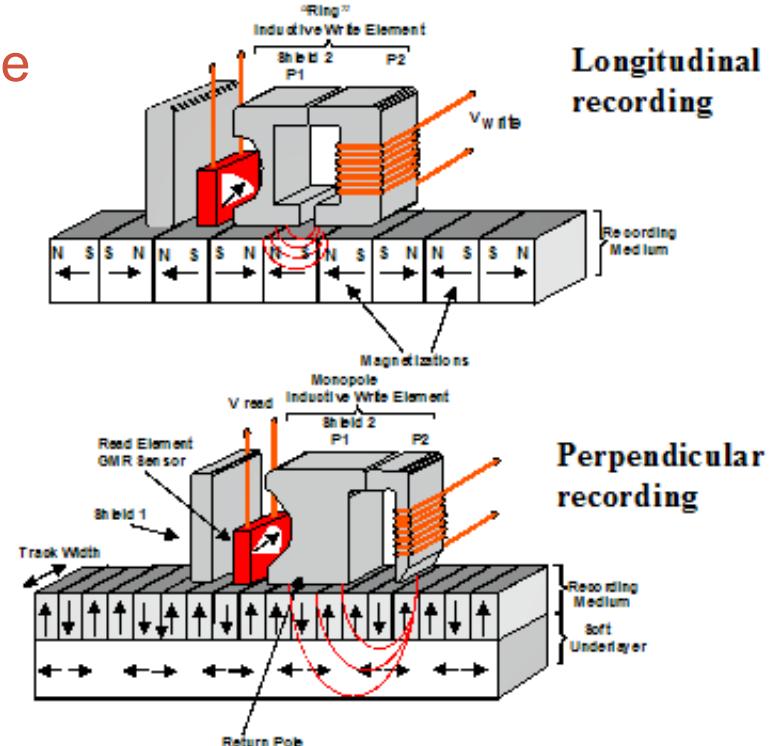
Quelle: <https://www.elektronik-kompendium.de/sites/com/0610291.htm>

Quelle: Intenso

Hardware

Computer – Komponenten: Mechanische Festplatten

- Der Schreib/Lesekopf zeichnet Daten als magnetische Informationen auf
- Heute ist **Perpendicular Magnetic Recording (PMR)** üblich
- Mögliche Datendichte: 1TB pro Quadratzoll



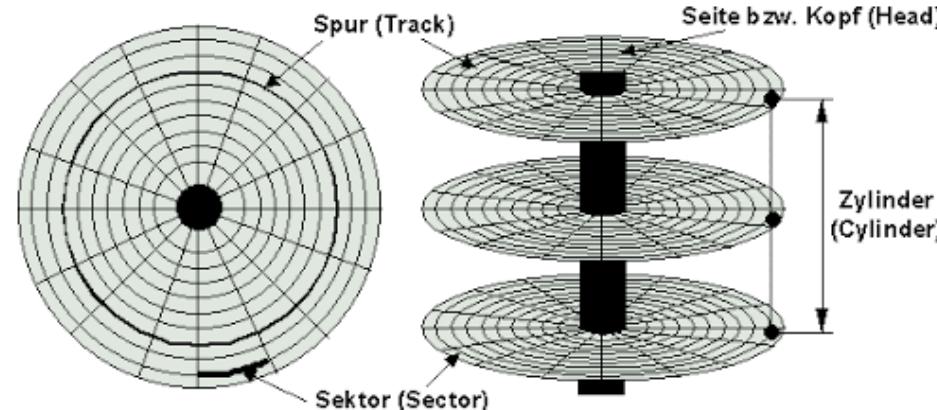
Hitachi Global Storage Technologies

Quelle: Hitachi Global Storage

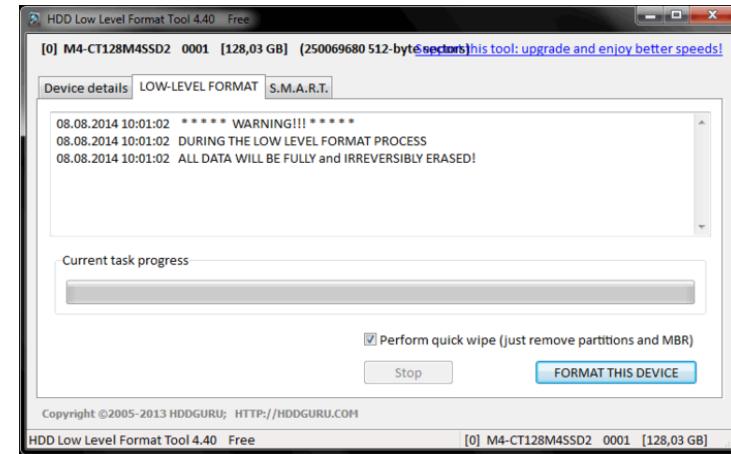
Hardware

Computer – Komponenten: Mechanische Festplatten

- Daten sind auf der Festplatte in **Spuren** und **Sektoren** organisiert
- Spuren sind konzentrische Kreise, Sektoren sind Kreisausschnitte
- Besitzt eine Festplatte mehrere übereinander angeordnete Platten, heißen die jeweils übereinander liegenden Sektoren **Zylinder**



Hardware



Quelle: freeware.de

Computer – Komponenten: Mechanische Festplatten

- **Spuren** und **Sektoren** werden bei der Herstellung durch eine Low-Level-Formatierung einmalig festgelegt und gekennzeichnet
- Normalerweise wird dies nicht mehr verändert – auch durch eine Nutzerseitige Formatierung im Betriebssystem nicht
- Einige Hersteller bieten aber Tools für eine Low Level Formatierung an
- Dies kann sinnvoll sein, um während der Nutzung defekt gewordene Sektoren auszublenden oder alle Daten vollständig zu löschen
- Beispiel: **HDD Low Level Format Tool** (HDDGuru)

Hardware



Quelle: commons.wikipedia.org

Computer – Komponenten: Mechanische Festplatten

- Daten werden bei Festplatten als komplette Sektoren adressiert
- Sektoren besaßen lange eine Standardgröße (Blöcke) von 512 Byte
- Wegen der immer höheren Speicherdichte wurde ab 2011 zunächst nur Festplattenintern auf 4096 Byte (4K) umgestellt, aber nach außen weiterhin 512 Byte große Blöcke ausgegeben: **Advanced Format, 512E**. Die Emulation der 512K-Blöcke kostete Performance
- Seit 2014 geben alle neuen Festplatten 4K-Blöcke nativ aus (4Kn)
- Windows 7 unterstützte nur 512K und 512E
- Ab Windows 8 werden 4Kn Festplatten voll unterstützt, auch als Bootlaufwerke

Hardware



Quellen: WWW.chip.de

www.wetronic.de

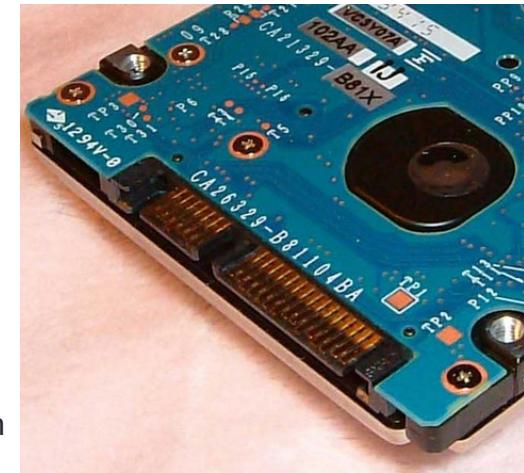
Computer – Komponenten: Mechanische Festplatten

- **Schnittstellen für mechanische Festplatten**
- **ATA**, AT-Attachment oder IDE Integrated Device Electronics (veraltet)
 - Seit IBM-AT PCs in mehreren Etappen erweiterte parallele HDD-Schnittstelle
 - Verlegt einen Teil der Steuerelektronik in die Festplatte und entkoppelt Steuer- und Kommunikationsaufgaben vom Rechner
 - 40- oder 80-adrige Kabel vom Host zum Gerät, zwei Geräte anschließbar
- **SCSI** Small Computer Systems Interface (veraltet)
 - Leistungsfähige parallele Schnittstelle für Serverbereich, Einsatz auch in Workstations und im Apple Macintosh
 - Standard für Laufwerke mit Ausfallschutz durch mehrere Geräte (RAID-Systeme)
 - 8 bzw. 16 Geräte an einem Bus

Hardware



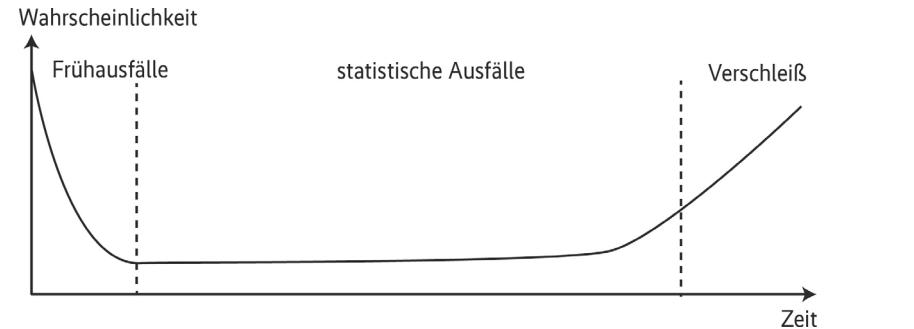
Quellen: www.anratek.de www.fujitsu.com



Computer – Komponenten: Mechanische Festplatten

- Schnittstellen für mechanische Festplatten
- SATA: Serial ATA
 - Nachfolger der ATA/DIE-Schnittstelle
 - Logisch identisch und voll mit ATA/DIE kompatibel (Adapter), jedoch anderer Anschluss mit serieller Übertragung mit maximal 600 MB/s.
 - Einsatz in aktuellen PCs und (noch) in preisgünstigen Notebooks
- SAS: Serial Attached SCSI
 - Schnittstelle für Festplatten höherer Leistung in Servern und Storage-Systemen
 - Anschlüsse und Technik wie SATA, jedoch zusätzliche Befehle und höhere Leistung mit Transferraten bis zu 3GB/s (SAS 4.0)
 - SAS-Festplatten rotieren mit bis zu 15.000 U/min

Hardware



Quelle:

<https://www.heise.de/select/ix/2018/2/1517690580086596#&gid=1&pid=2>

Computer – Komponenten: Mechanische Festplatten

- Zuverlässigkeit
- Mechanische Festplatten verschleißen und fallen schließlich aus
- Hersteller geben einen statistischen Wert zur Wahrscheinlichkeit des Ausfalls an: **Mean Time Between Failures (MTBF)**
- MTBF-Wertangaben liegen zwischen 600.000 und 2.000.000 Stunden. Das ist unrealistisch, keine Festplatte hält Jahrhunderte
- Tatsächlich Fallen Festplatten entweder sehr früh aus (Produktionsfehler) oder sehr spät (Verschleiß)
- **Festplatten in Servern oder Rechenzentren fallen regelmäßig aus, deshalb: Redundanz einsetzen und Herstellersupport einkaufen**

Hardware

Computer – Komponenten:
Mechanische Festplatten
Redundanz

- RAID-Systeme – Redundant Array of Independent Disks: Mehrere Festplatten werden zu logischen Verbünden zusammengeschaltet, um mehr Leistung und Kapazität und/oder Ausfallschutz zu erzielen
- Die Funktion wird durch einen RAID-Controller bereitgestellt

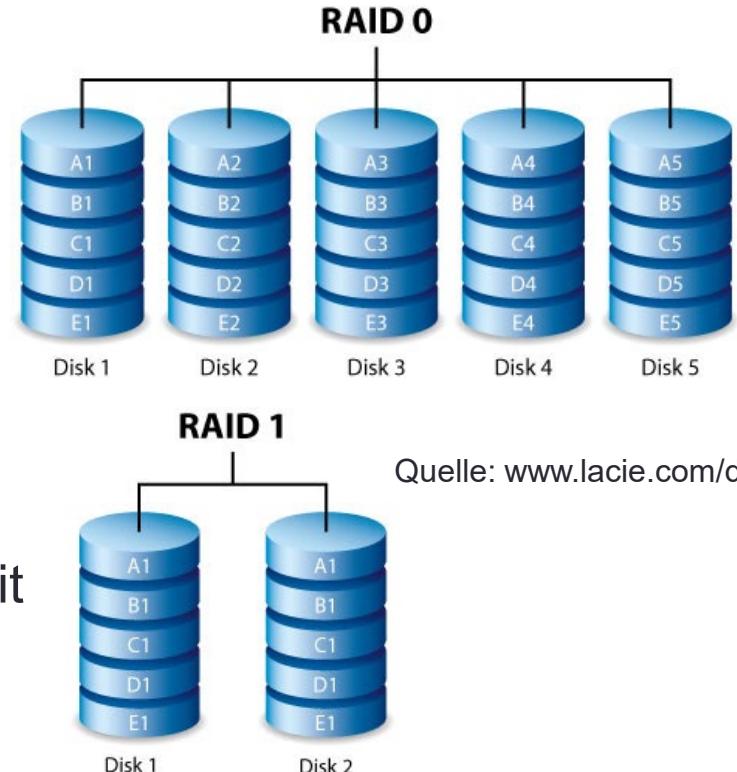


Quelle: www.amazon.de

Hardware

Computer – Komponenten: Mechanische Festplatten, Redundanz

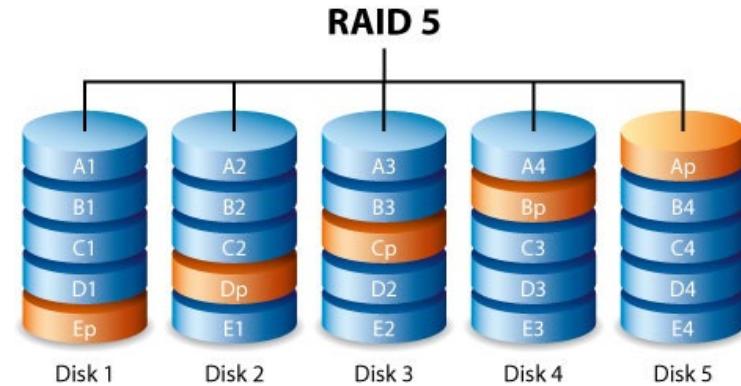
- **RAID 0 oder Stripe Set**, zwei oder Festplatten nehmen geteilte Daten gleichzeitig auf, Leistungssteigerung ohne Sicherheit
- **RAID 1 oder Spiegelsatz**, zwei Festplatten enthalten jeweils die gleichen Daten (gespiegelt), Sicherheit gegen Ausfall einer Festplatte



Hardware

Computer – Komponenten: Mechanische Festplatten, Redundanz

- RAID 5 oder Stripe Set mit Parity, drei oder mehr Festplatten nehmen geteilte Daten gleichzeitig auf, jede Festplatte erhält pro Datensatz einen Prüfblocks
- Leistungssteigerung plus Sicherheit, der Ausfall einer Festplatte kann toleriert werden
- Variante RAID 6 mit vier oder mehr Festplatten und P+Q-Parity, der Ausfall von zwei Festplatten ist hinnehmbar

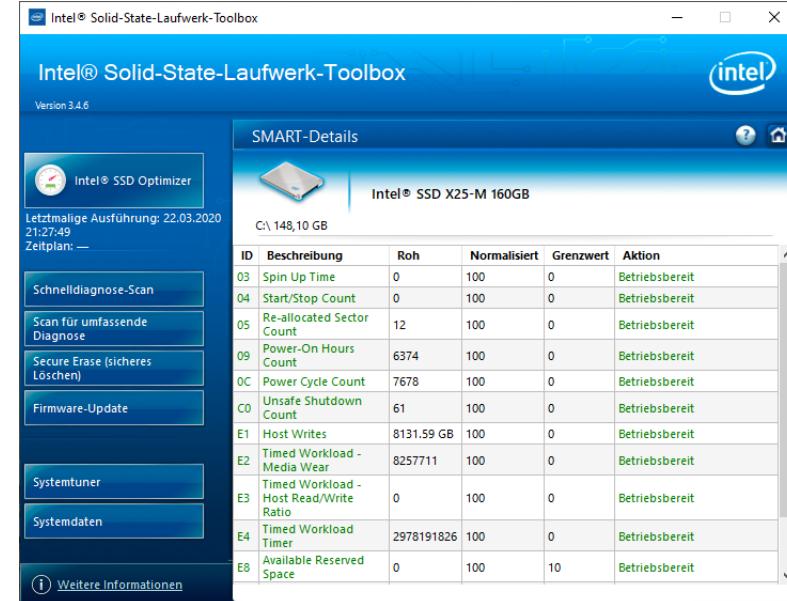
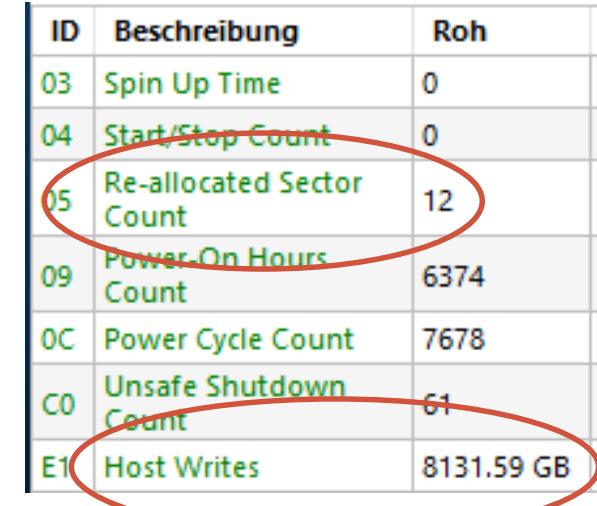


Quelle: www.lacie.com/de

Hardware

Computer – Komponenten:
Mechanische Festplatten
S.M.A.R.T

- Industriestandard zur Betriebsüberwachung von Festplatten
- Die **Self-Monitoring, Analysis and Reporting Technology (SMART)**
- SMART protokolliert viele Parameter wie Temperatur, Laufleistung, neu zugewiesene Sektoren usw.
- Daten werden per Software ausgelesen

ID	Beschreibung	Roh
03	Spin Up Time	0
04	Start/Stop Count	0
05	Re-allocated Sector Count	12
09	Power-On Hours Count	6374
0C	Power Cycle Count	7678
C0	Unsafe Shutdown Count	61
E1	Host Writes	8131.59 GB

Hardware

Computer – Komponenten: Mechanische Festplatten

S.M.A.R.T

- Erwartet wurde, dass diese Parameter eine gute Vorhersage von Ausfällen ermöglichen.
- Google ermittelte 2007 an 100.000 Festplatten aller Hersteller, dass dies nur für 64% der Ausfälle möglich war, die übrigen Festplatten „starben“ ohne Vorankündigung

http://research.google.com/archive/disk_failures.pdf

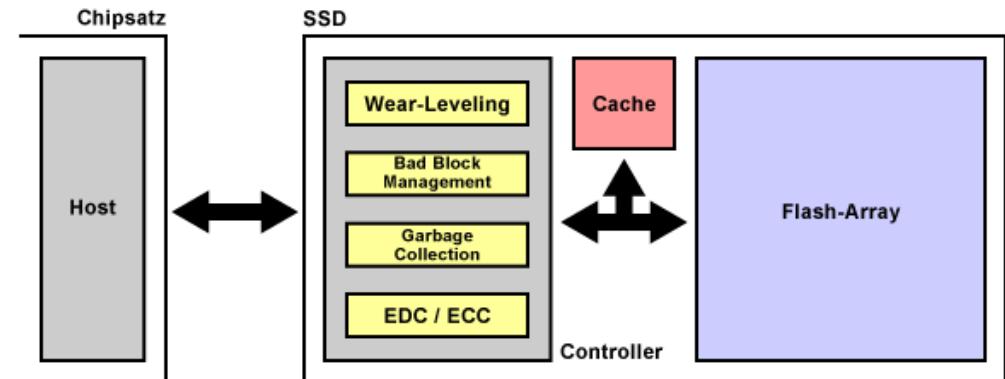
Hardware



Quelle: Intel

Computer – Komponenten: SSD-Festplatten

- **SSD = Solid State Drive („Halbleiterfestplatte“)**
- Nichtflüchtige Speicher auf Halbleiterbasis ersetzen Festplatten
- Eine SSD besitzt Milliarden von Speicherzellen, das **Flash-Array**
- Ein **Controller** steuert die Zugriffe und verwaltet die Speicherzellen über ihre **begrenzte Lebensdauer**



Quelle: <https://www.elektronik-kompendium.de/sites/com/1105091.htm>

Quelle: <https://www.leiterplatten-ersatz.de/speicherbausteine/wissenswertes/>

Hardware

Computer – Komponenten: SSD-Festplatten



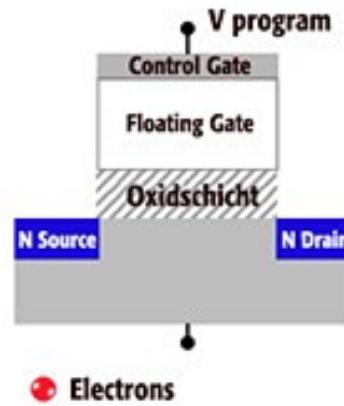
- Verschiedene Varianten der **Flash-Speicher** kommen zum Einsatz
- Flash-Speicher wurden erstmals in den 1970er Jahren eingesetzt
- Erste SSDs kamen Anfang der 1990er Jahre auf den Markt (SanDisk)
- Funktionsweise: **Feldeffekttransistor** mit zusätzlichem, isoliertem Gate, das Ladungen speichern kann, dem **Floating Gate**

Hardware

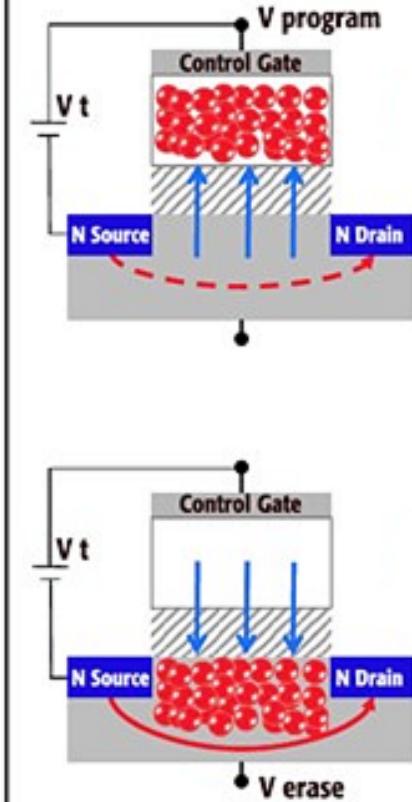
Computer – Komponenten: SSD-Festplatten

- Im Normalfall leitet die Zelle, weil sich zwischen D und S Elektronen befinden: logisch 1
- Eine Steuerspannung am Control Gate zieht Elektronen durch die Oxidschicht in das Floating Gate (Tunneleffekt)
- Die Zelle ist geladen und nicht mehr leitfähig: logisch 0
- Der Vorgang ist reversibel

Aufbau Zelle



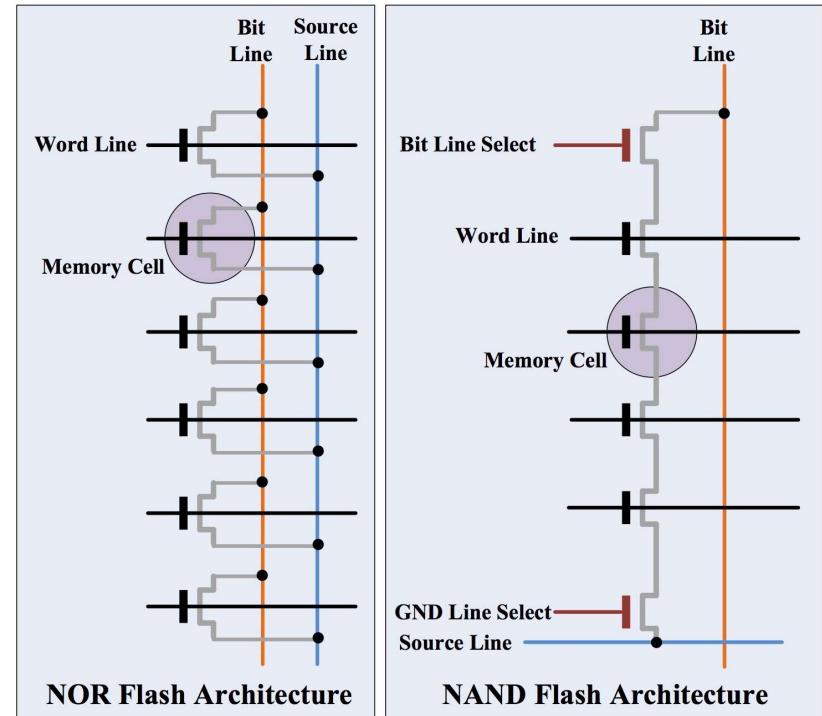
Schreibvorgang



Hardware

Computer – Komponenten: SSD-Festplatten

- Die einzelnen Zellen können unterschiedlich verschaltet werden
- **Als NOR-Flash:** Jede Zelle kann einzeln angesprochen werden
 - viele Datenleitungen und geringe Geschwindigkeit
- **Als NAND-Flash:** Zellen werden in Reihen angesprochen
 - Entspricht den **Blöcken** in Festplatten
 - Weniger Datenleitungen und höhere Geschwindigkeit



Quelle: <https://www.embedded.com>

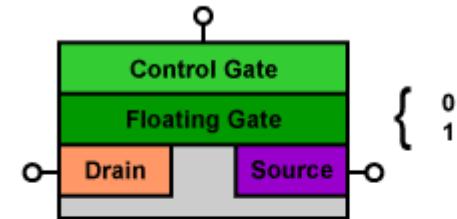
Hardware

Computer – Komponenten:

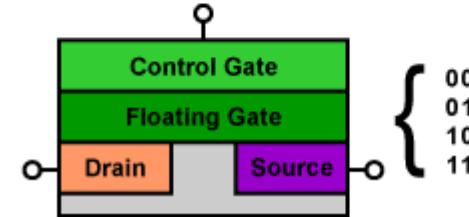
SSD-Festplatten

- Es gibt mehrere Zellentypen:
- **SLC**:
- **Single Level Cell**, Speichert 1 Bit (0 und 1)
- **MLC**:
- **Multi Level Cell**, Speichert z.B. 2 Bit (00,01,10,11) in verschiedenen Spannungsniveaus

SLC-Flash (Single Level Cell)



MLC-Flash (Multi Level Cell)



Hardware



Computer – Komponenten: SSD-Festplatten

Quelle: Samsung

- Ein Problem von SSDs: Die **Haltbarkeit der Flash-Speicher**
- Die Oxidschicht um das Floating Gate übersteht nicht beliebig viele Schreibzyklen
- SLC können bis zu 100.000 Schreibzyklen überstehen
- MLC teilweise nur wenige 1000 Zyklen
- SSDs werden deshalb mit einem Überschuss an Speicherzellen versehen und der Controller verteilt Schreibvorgänge gleichmäßig auf alle Zellen: **Wear Levelling**, Verschleißausgleich
- Die Lebensdauer von SSDs wird deshalb nicht in Stunden sondern in **TBW (Total Bytes Written)** angegeben (in Terabyte)

Hardware

Computer – Komponenten: SSD-Festplatten

- Zwei-Klassen-Gesellschaft: **Consumer Klasse** und **Enterprise Klasse**
- Consumer SSDs für den Einsatz in Tablets, PCs, Notebooks usw.
 - Preiswert, in MLC-Technik, für Endgeräte übliche Schnittstellen wie SATA, **M.2** und **PCIe**



Quelle: Samsung

- Enterprise SSD für Server und Storage Area Networks
 - Teuer, hohe I/O-Leistung für viele gleichzeitige Zugriffe, besonders niedrige Bitfehlerraten, in SLC-Technik, mit SATA/SAS-Schnittstelle
 - Anwendungsspezifische Leistungsklassen: Schreibbetont, Lesebetont, ausgeglichen

Hardware

Computer – Weitere Komponenten

- Nicht flüchtige Massenspeicher:
Mechanische oder SSD-
Festplatten, optische Laufwerke
- **Klassische Eingabegeräte:**
Tastatur und Maus
- **Klassische Ausgabegeräte:**
Monitor und Drucker



Quelle: Dell

Hardware

Computer - Weitere Komponenten

- **Klassische Eingabegeräte: Tastatur**
- Bereits die ersten Computer wie der Z3 von Conrad Zuse besaßen Tatstaturen als Eingabegeräte, abgeleitet vom Fernschreiber
- Mit dem IBM-PC wurde die standardisierte XT-Tatstatur eingeführt: 83 Tasten
- Inzwischen erweitert auf bis zu 108 Tasten
- Länderspezifische Tastaturlayouts



Quelle:
<http://chemnitz.im/de/produkt/fern schreiber/211/>



Quelle: <https://www.bastel-bastel.de>

Hardware



Quelle: https://de.qwe.wiki/wiki/DIN_connector

Computer - Weitere Komponenten

- Klassische Eingabegeräte: Tastatur - Anschlüsse
- DIN für die erste Generation der IBM-PCs
- PS/2 für IBM Personal System/2 ab 1987
- PS/2 ist meist Farbcodiert, Tastatur und Maus müssen richtig angeschlossen werden
- DIN und PS/2 nicht im Betrieb steckbar!
Umstecken bringt den PC zum Absturz und erfordert einen Neustart
- Universal Serial Bus (aktuell), Stecker USB-A, im laufenden Betrieb steckbar, Gerät wird erkannt



Maus

Tastatur

Quelle:
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=74641>



Quelle: <https://www.inside-digital.de>



Hardware

Computer - Weitere Komponenten

- Klassische Eingabegeräte: Tastatur – Anforderungen
- Ergonomie: Gesetzliche Mindestanforderungen nach Arbeitsstättenverordnung Anhang Nr. 6.3:
 - vom Bildschirmgerät getrennt
 - neigbare Tastatur
 - variabel positionierbar
 - Arbeitsfläche zum Auflegen der Hände vor der Tastatur
 - reflexionsarme Oberfläche
 - Form und Anschlag der Tasten für eine ergonomische Bedienung
 - deutlich vom Untergrund abgehobene Beschriftung der Tasten, bei normaler Arbeitshaltung lesbar

Hardware

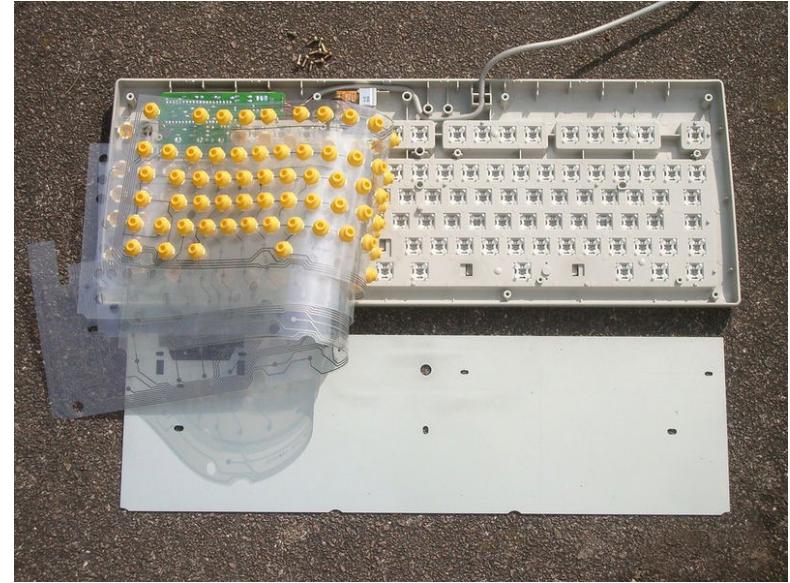
Computer - Weitere Komponenten

- **Klassische Eingabegeräte: Tastatur – Anforderungen**
- Ergonomie: Gesetzliche Mindestanforderungen nach Arbeitsstättenverordnung
- **Farbe:** DGUV Information 215-410 Punkt 7.7.2 fordert **helle Tasten mit schwarzen Zeichen**. Arbeitnehmer können darauf bestehen

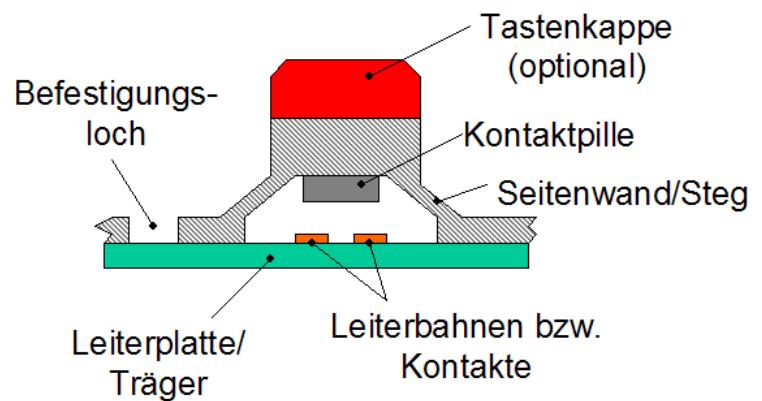
Hardware

Computer - Weitere Komponenten

- Klassische Eingabegeräte: Tastatur – Anforderungen
- Anschlag und Haltbarkeit: Wofür wird die Tatstatur benötigt?
- Leise Schreiben und Spielen: **Rubber Dome** Tastaturen
- Haltbarkeit mäßig



Quelle: https://deskthority.net/wiki/Membrane_keyboard



Quelle: <https://de.wikipedia.org/wiki/Silikonschaltmatte>

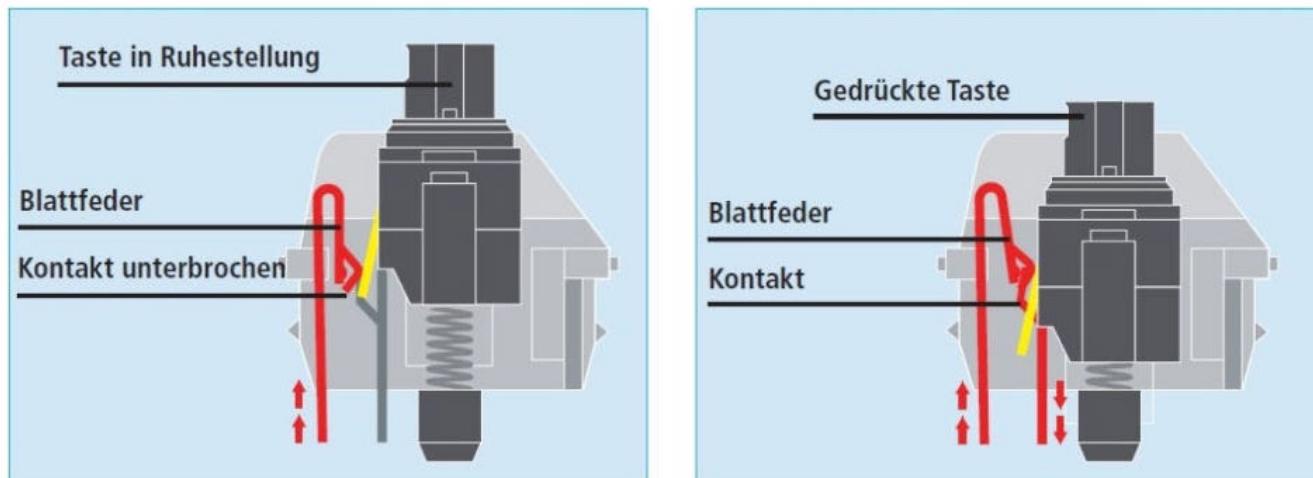
Hardware

Computer - Weitere Komponenten

- Klassische Eingabegeräte: Tastatur – Anforderungen
- Anschlag und Haltbarkeit: Wofür wird die Tastatur benötigt?
- Intensiv Schreiben und Spielen: **Mechanische Tastaturen**



Quelle: <https://www.keychatter.com>



Quelle: <https://www.com-magazin.de/praxis/hardware/tastaturen-323911.html>

					
	MX-Red	MX-Black	MX-Brown	MX-Clear	MX-Blue
Zielgruppe	Spielen	Spielen	Schreiben	Schreiben	Viel schreiben
Schalterart	linear	linear	taktil	taktil	taktil mit Klick
Auslösepunkt	nicht spürbar	nicht spürbar	spürbar	spürbar	spürbar, hörbar
Betätigungs Kraft	45 g	60 g	maximal 55 g	maximal 65 g	maximal 60 g
Auslöseweg	2 mm	2 mm	2 mm	2 mm	2 mm
Lebensdauer	50 Mio. Anschläge	50 Mio. Anschläge	50 Mio. Anschläge	50 Mio. Anschläge	50 Mio. Anschläge

Quelle: <https://www.com-magazin.de/praxis/hardware/tastaturen-323911.html>

Hardware

Computer - Weitere Komponenten

- Klassische Eingabegeräte: Tastatur – Anforderungen - Summary
- Ergonomie: Gesetzliche Mindestanforderungen nach Arbeitsstättenverordnung
- Farbe: DGUV Information 215-410 Punkt 7.7.2 fordert helle Tasten mit schwarzen Zeichen. Arbeitnehmer können darauf bestehen
- Für Anforderungen an geringe Lautstärke und weniger Haltbarkeit: Preiswertere Rubber Dome Tastaturen
- Für hohe Anforderungen an Komfort und Haltbarkeit: Teurere mechanische Tastaturen

Hardware

Computer - Komponenten

- **Klassische Eingabegeräte: Maus**
- Die Idee entstand Mitte der 1960er Jahre
- Serienmäßig kam die Maus 1983 mit der Apple Lisa und der grafischen Benutzeroberfläche, 1984 auch im Macintosh
- Grundfunktion: Zeigegerät. Der Zeiger auf dem Monitor folgt den Bewegungen der Maus
- Eine oder mehrere Maustasten und Scrollräder usw. erlauben das „Klicken“ zum Auslösen einer Aktion am Rechner



Quelle: <https://www.loveios.net>

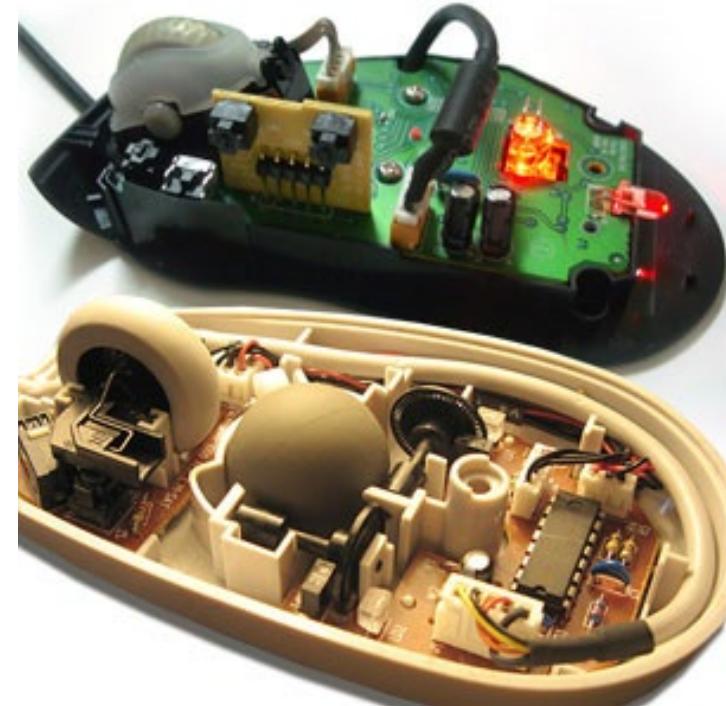


Quelle: Hama

Hardware

Computer - Komponenten

- **Klassische Eingabegeräte: Maus**
- **Mechanische Maus mit Gummikugel und gekoppelten Radsensoren**
 - Die Kugel und die Sensoren verschmutzten rasch und mussten oft gereinigt werden
- **In den 1980er Jahren entstanden optische Mäuse**
 - Zunächst nur für spezielle Unterlagen, mittlerweile (fast) überall einsetzbar
- **Inzwischen sind optische Funkmäuse ohne Kabelanschluss Standard**



Quelle:

<https://sites.google.com/site/maustastaturtablets2/home/die-maus/maustypen>

Hardware

Computer – Weitere Komponenten

- Nicht flüchtige Massenspeicher:
Mechanische oder SSD-
Festplatten, optische Laufwerke
- Klassische Eingabegeräte:
Tastatur und Maus
- **Klassische Ausgabegeräte:**
Monitor und Drucker



Quelle: Dell

Hardware



Quelle: IBM



Quelle: Samsung

Computer – Komponenten: Bildschirme, Displays

Röhrenmonitore

- Bis nach der Jahrtausendwende kamen als Anzeigegeräte **Röhrenmonitore** zum Einsatz, lange einfarbig grün, bernsteinfarben oder schwarzweiß, später mit Farbausgabe
- Die Geräte waren wegen der darin verbauten **Kathodenstrahlröhre** (CRT, Cathode Ray Tube) sehr schwer und tief - und sie erzeugten als Abfallprodukt gesundheitsschädliche Röntgenstrahlung

Hardware

Computer – Komponenten: Flachbildschirme

- Seit Mitte der 1990er Jahre werden **Flachbildschirme** verwendet
- Zuerst als **Flüssigkristallanzeigen** (LCD, Liquid Crystal Display) mit kleinen Abmessungen und nur schwarzweiß ohne Graustufen, wie von Armbanduhren und Taschenrechnern bekannt

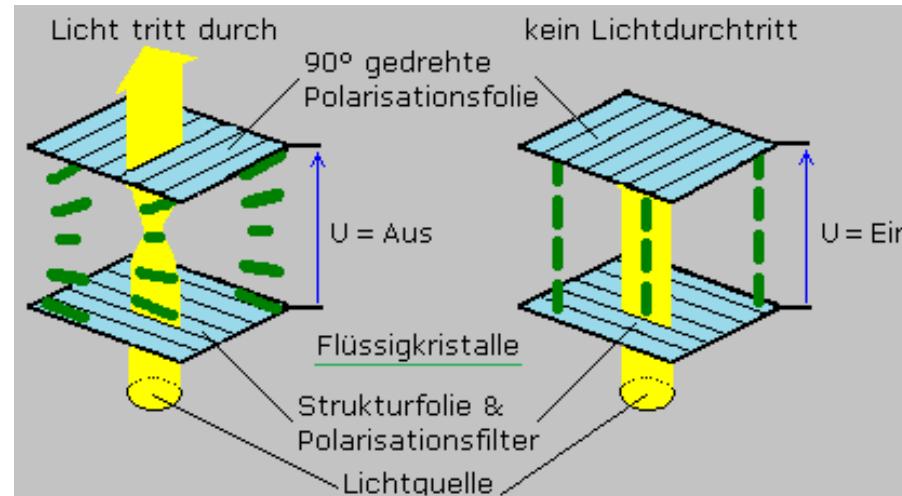


Quelle: Olympia

Hardware

Computer – Komponenten: Flachbildschirme

- Die Funktion von LCD-Bildschirmen beruht auf der **optischen Aktivität der Flüssigkristalle**: Die **Polarisationsebene des Lichts wird gedreht**
- Die optische Aktivität lässt sich mit elektrischer Spannung steuern

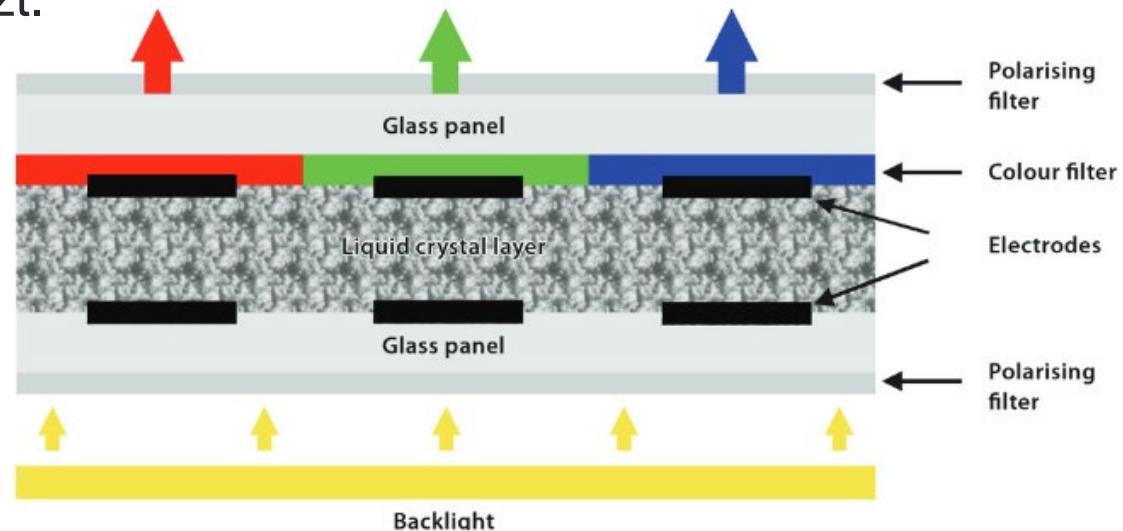


Quelle: <https://www.elektroniktutor.de>

Hardware

Computer – Komponenten: Flachbildschirme

- LCD-Displays umfassen eine Hintergrundbeleuchtung sowie je eine Glasplatte und ein Polarisationsfilter vor und hinter den Kristallen
- In Farb-Displays werden zusätzlich Farbfilter für die Primärfarben **rot**, **grün** und **blau** eingesetzt.



Quelle: eyevis.de

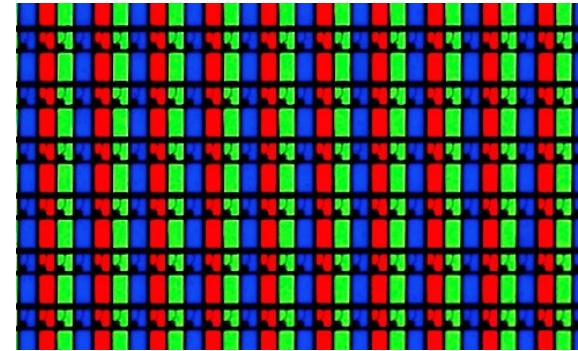
Hardware

Computer – Komponenten: Flachbildschirme

- Auf LCD-Bildschirmen befindet sich eine Matrix von einzelnen LCD-Elementen, die einzeln ansteuerbar sind: Die **Pixel**
- Jedes Pixel besteht aus je einem roten, grünen und blauen Teil, den **drei Subpixeln**
- Durch unterschiedliche Ansteuerung lassen sich praktisch alle Farben und Helligkeiten darstellen



Quelle: philips



Quelle: www.computerbase.de

Hardware

Computer – Komponenten: Flachbildschirme

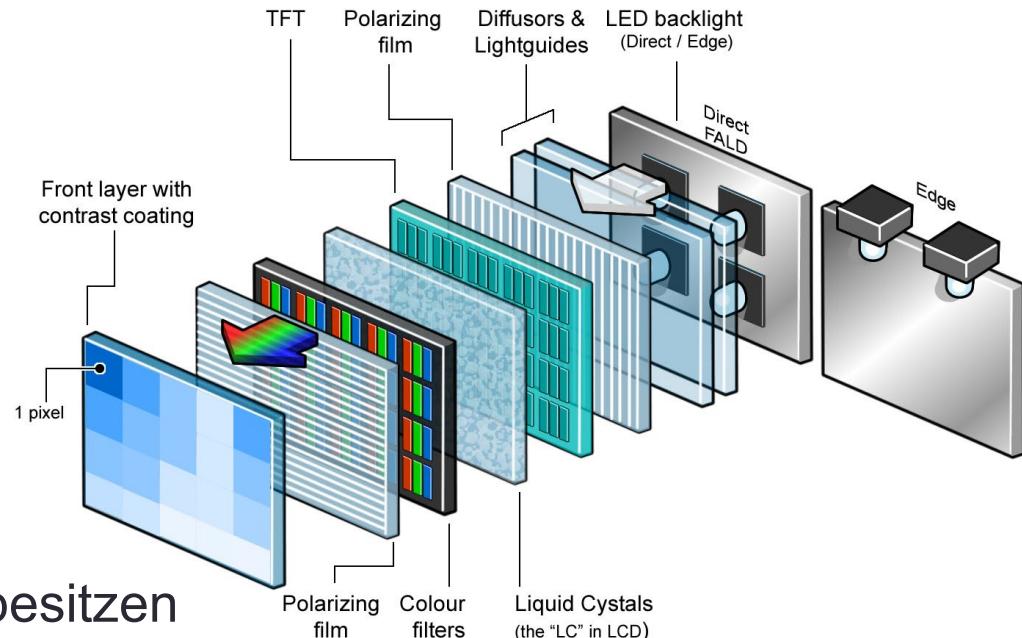
- Frühe LCD-Bildschirme wurden **spalten- und zeilenweise angesteuert**
- Die LCDs (TN, Twisted Nematics) waren träge, es kam zu unerwünschten **Schlieren, Kontrastarmut und Nachzieheffekten** bei schnellen Bewegungen, der **Betrachtungswinkel war klein**
- **TFT-Displays** (Thin Film Transistor) verbesserten dies, weil jetzt jedes Pixel einzeln direkt angesteuert wurde
- Moderne **IPS-Displays** nutzen parallel zum Glas ausgerichtete Flüssigkristalle und sind kontrastreicher als TFT-Displays und haben einen breiteren Blickwinkel, sind aber nicht unbedingt schneller

Hardware

Computer – Komponenten: Flachbildschirme

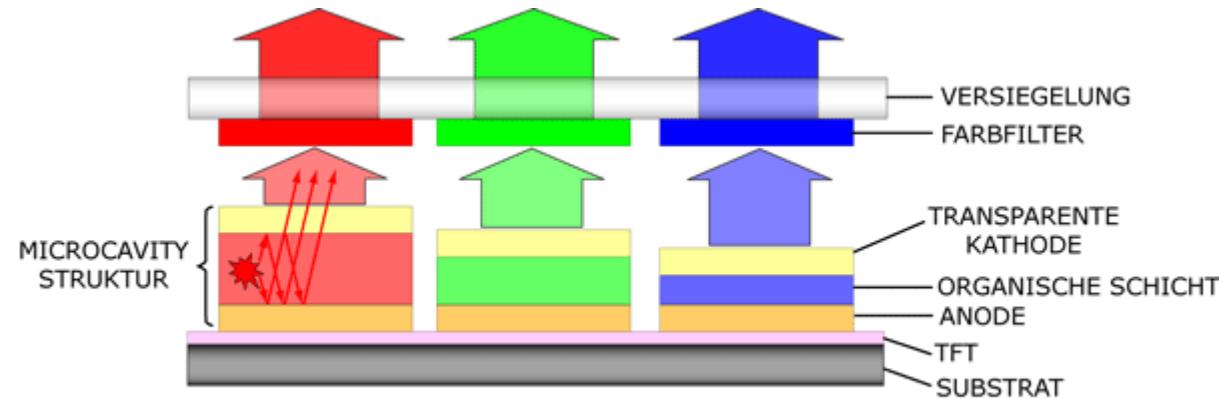
LED und OLED-Displays

- Aktuelle LCD-Bildschirme besitzen eine Hintergrundbeleuchtung mit weißen Leuchtdioden (LED, Light Emitting Diode)
- Insbesondere in Notebooks sind diese Varianten sparsamer
- Obwohl es nach wie vor LCD-Displays sind, heißen sie auch „LED Display“



Quelle: www.it-markt.ch

Hardware



Computer – Komponenten: Flachbildschirme

LED und OLED-Displays

Quelle: kompendium.infotip.de

- OLED (Organic LED) nutzen Leuchtdioden mit organischen Polymeren: Aktuelle Technologie
- OLED Displays werden vor allem in Smartphones, Tablets und Digitalkameras eingesetzt
- Sie sind sehr dünn, flexibel und sparsam
- Große OLED-Monitore sind noch sehr teuer, deshalb kommen sie für stationäre PCs noch nicht häufig in Frage

Hardware

Computer – Komponenten: Flachbildschirme

Relevante Qualitätskriterien

- Bildschirmauflösung: Anzahl der maximal darstellbaren Pixel
- Bildschirmhelligkeit
 - Möglichst hoch, gleichmäßig verteilt
- Kontrast
 - Möglichst hoch
- Evtl. farbkalibriert (DTP-Platz)
- Ergonomie (Höhenverstellbar)
 - Oberkante auf Augenhöhe

Bildschirm-Auflösungen		
Bezeichnung	Pixel	Seitenverhältnis
VGA	640 x 480	1,33:1 = 4:3
SVGA	800 x 600	1,33:1 = 4:3
WVGA	853 x 480	1,77:1 = 16:9
XGA	1.024 x 768	1,33:1 = 4:3
SXGA	1.280 x 1.024	1,25:1
WXGA	1.280 x 768	1,66:1 = 15:9
WXGA	1.280 x 800	16:10
WXGA	1.366 x 768	1,77:1 = 16:9
SXGA+	1.400 x 1.050	1,33:1 = 4:3
UXGA	1.600 x 1.200	1,33:1 = 4:3
WSXGA+	1.680 x 1050	16:10
UXGA+	1.920 x 1.200	1,6:1
QXGA	2.048 x 1.536	1,33:1 = 4:3
QUXGA	3.200 x 2.400	1,33:1 = 4:3
QUXGA+	3.840 x 2.400	1,6:1

Quelle: www.burosch.de



Quelle: www.akademie-sport-gesundheit.de

Hardware



HDMI



VGA

Computer – Komponenten: Flachbildschirme

Monitorschnittstellen

- **Analog:** VGA-Verbindung (Video Graphics Array), stirbt aus
- **Digital:**
- DVI (Digital Video Interface)
- HDMI (High Definition Media Interface)
- Display Port, mini Display Port
- Für fast alle Übergänge gibt es Adapter



DVI

Display Port

Themenübersicht

Inhalte, Umfang und Ablauf

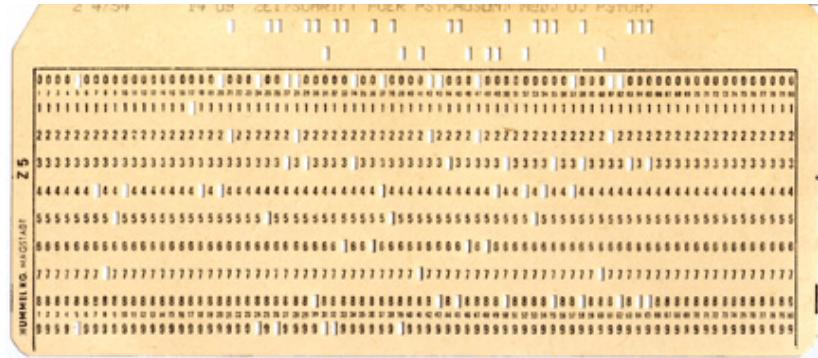
- Rechnerarchitektur:
 - Moderner Computer, Schwerpunkt PC und IBM-kompatible Server
- Betriebssysteme:
 - **Definition Betriebssysteme, Geschichte, Klassen, Aufgaben und Konzepte**
 - Aufgaben im Detail:
 - Threads und Prozesse
 - Speicherverwaltung
 - Dateisysteme
 - Ein- und Ausgabe
 - Multiprozessorsysteme
 - Virtualisierung
 - Praxis: Arbeit mit Linux und Windows Server 2019

Betriebssysteme

Einführung – Definition

- Ein Betriebssystem umfasst verschiedene **Software**bestandteile, die alle physischen Komponenten eines Computers – die **Hardware** – steuern und für Anwendungsprogramme und Nutzer verfügbar machen
- Dies umfasst vor allem zwei Aufgaben:
- **Abstraktion der Hardware** für die Anwendungen und die Interaktionen mit dem Benutzer
- **Die Verwaltung und Zuteilung von Hardware-Ressourcen**
- Vgl. Tanenbaum und Bos (2006)

Betriebssysteme



Quelle: www.itwissen.info/Lochkarte-punched-card.html

Einführung – Abriss der Entwicklungsgeschichte

- Die Hardware von Computern hat sich in mehreren Generationen von Vakuumröhren über Transistoren zu den aktuellen hoch integrierten Schaltkreisen mit Millionen von Transistoren entwickelt
 - Betriebssysteme gab es nicht von Anfang an, ihre Entwicklung ist an die verfügbare Hardware gekoppelt
 - Erste Rechner wurden direkt in **Maschinensprache** oder mit Steckkarten programmiert oder sogar **hart verdrahtet**
 - Später folgten **FORTRAN**- oder **Assembler**-Programme und Daten auf **Lochkarten**, die einzeln eingelesen wurden
 - Ab Mitte der 1950er Jahre wurde **Stapelverarbeitung** eingeführt

Betriebssysteme

Einführung – Abriss der Entwicklungsgeschichte

- Stapelverarbeitung bedeutet die Zusammenfassung von Daten und Programmen zu **Stapeln von Lochkarten**, die gesammelt und dann erst nacheinander ausgeführt wurden -> Zeitersparnis
- Die Stapelverarbeitung wurde von einem permanent im Arbeitsspeicher gehaltenen Programm gesteuert, dem Vorläufer des Betriebssystems



Quelle: www.computerhistory.org

Betriebssysteme

Einführung – Abriss der Entwicklungsgeschichte

- Echte Betriebssysteme kamen mit dem 1964 eingeführten Großrechner **IBM System 360**:
- Das **IBM OS/360**
- OS/360 war zwar ein Stapelverarbeitungssystem, konnte aber mehrere Jobs parallel erledigen: **Multiprocessing**
- In diese 3. Rechnergeneration fällt die **Entwicklung von UNIX**



Quelle: de.wikipedia.org/wiki/System/360

Betriebssysteme



Quelle: oldcomputers.net/lisa.html

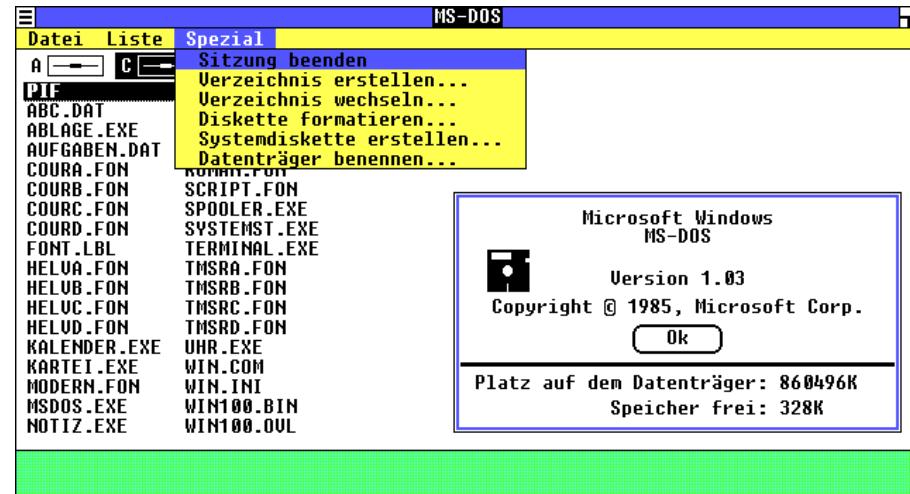
Einführung – Abriss der Entwicklungsgeschichte

- Ab etwa 1980 veränderte der IBM-PC die Computergeschichte, von Großrechnern zu Arbeitsplatzrechnern
- Der PC wurde sehr bald mit **MS-DOS** von **Microsoft** ausgeliefert: Ein reines Stapelverarbeitungssystem ohne Multiprocessing oder grafische Benutzeroberfläche
- Die GUI (Graphical User Interface) wurde 1973 im XEROX PARC entwickelt und später von Steve Jobs für Apple gekauft
- Apple setzte die GUI zuerst im kommerziell gescheiterten **Lisa** und dann im **Apple Macintosh** ein, der erst mittelfristig erfolgreich war

Betriebssysteme

Einführung – Abriss der Entwicklungsgeschichte

- 1985 lieferte Microsoft mit **Windows** ebenfalls eine GUI, bis 1995 aber nur als Erweiterung für MS-DOS
- Dieses Windows war Urvater der auf MS-DOS aufsetzenden **Windows 9x-Betriebssysteme** mit Abwärtskompatibilität:
 - **Windows 95**
 - **Windows 98**
 - **Windows ME**



Quelle: de.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Windows_1.0

Betriebssysteme

Einführung – Abriss der Entwicklungsgeschichte

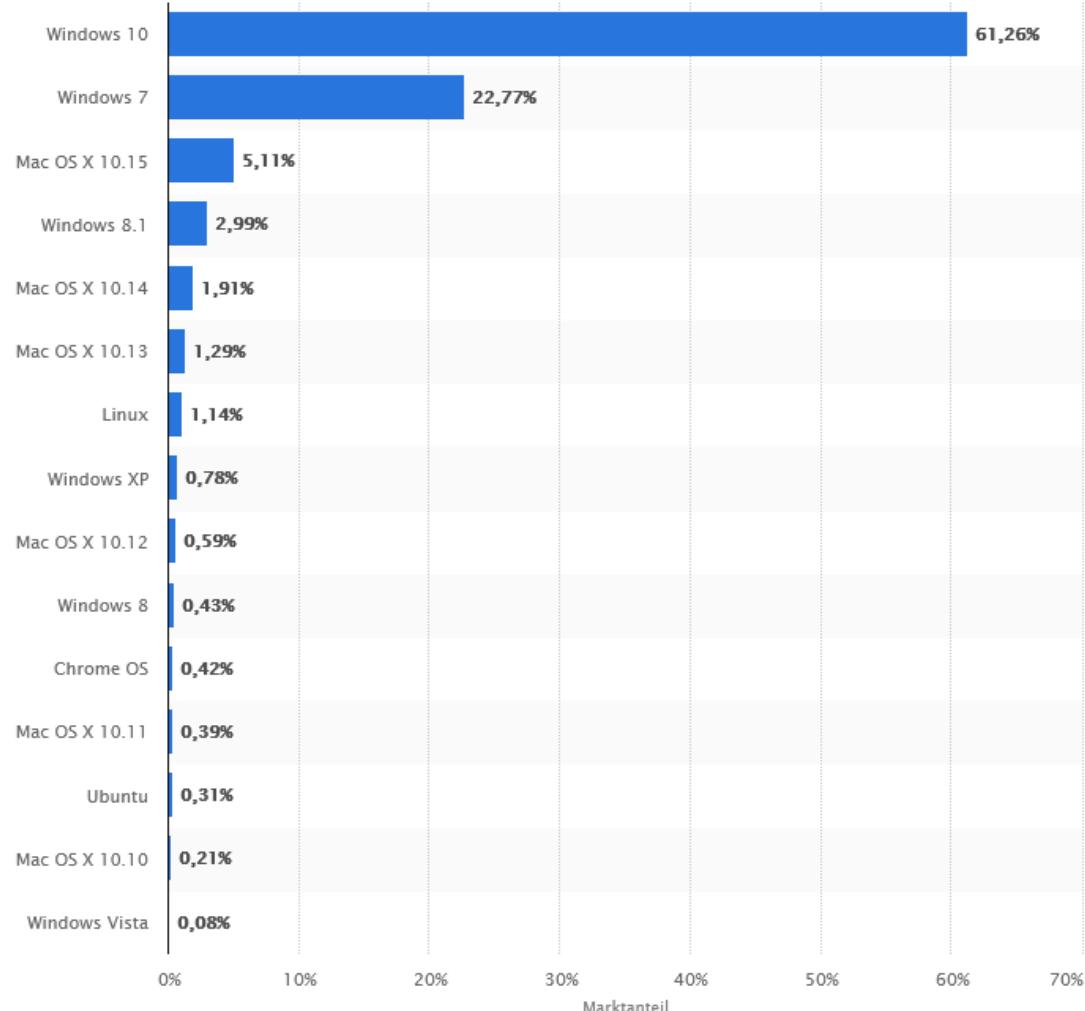
- Neben Windows 95 brachte Microsoft 1995 auch das reine 32-Bit PC-Betriebssystem **Windows NT 3.1** (New Technology) heraus, das trotz wesentlich besserer Eigenschaften kommerziell scheiterte
- Erst mit **NT 4.0** begann die bekannte Erfolgsgeschichte, Windows NT 5 wurde zu Windows 2000 umgetauft und später weiterentwickelt zu Windows XP, Windows 7 und schließlich Windows 10
- Windows NT und Nachfolger gibt es für **Workstations** (Clients, PCs) und **Server**



Betriebssysteme

Einführung – Abriss der Entwicklungsgeschichte

- Aktuell ist Windows 10 mit über 60% Marktanteil das erfolgreichste PC-Betriebssystem im Weltmarkt
- Zusammen mit Windows 7 ergeben sich 85%
- MacOS 10%
- Linux 1,5%



Quelle: de.statista.com

Betriebssysteme

Einführung – Abriss der Entwicklungsgeschichte

- Etwa ab 1990 wurden mobile Computer marktreif, zuerst als **Personal Digital Assistant** (PDA), später als **Smartphones** und **Tablets**
- Hierher gehören Betriebssysteme wie:
- **Symbian** von Nokia, 2011 eingestellt
- **Windows Mobile** (2017 Weiterentwicklung eingestellt)
- **Blackberry OS** von RIM (eingestellt, ersetzt durch QNX)
- **iOS** von Apple
- **Android** als Linux-basierte Open-Source Variante

Der Mobile-Markt ist sehr dynamisch, die weitere Entwicklung ist offen

Themenübersicht

Inhalte, Umfang und Ablauf

- Rechnerarchitektur:
 - Moderner Computer, Schwerpunkt PC und IBM-kompatible Server
- Betriebssysteme:
 - Definition Betriebssysteme, Geschichte, **Klassen**, Aufgaben und Konzepte
 - Aufgaben im Detail:
 - Threads und Prozesse
 - Speicherverwaltung
 - Dateisysteme
 - Ein- und Ausgabe
 - Multiprozessorsysteme
 - Virtualisierung
 - Praxis: Arbeit mit Linux und Windows Server 2019

Betriebssysteme

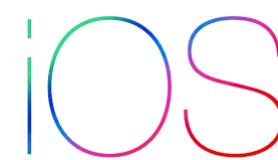
Betriebssysteme – Klassifizierung

- Nach Computertyp
- Nach Betriebsart
- Nach Anzahl gleichzeitiger Aufträge
- Nach Anzahl gleichzeitiger Nutzer

Betriebssysteme

Betriebssysteme – Klassen

- Nach Computertyp
 - **Großrechnerbetriebssystem:** z/OS, zLinux
 - **Serverbetriebssystem:** Windows Server, Linux
 - **PC-Betriebssystem:** Windows 8, Windows 10, MacOS
 - **Tablet- und Smartphones:** iOS, Android
 - **Embedded Systems:** Linux, QNX...
 - **IoT-Geräte/Sensoren:** TinyOS, RIOT, Amazon FreeRTOS...



Betriebssysteme

Betriebssysteme – Klassen

- Nach Betriebsart
 - **Batch/Stapelverarbeitung:** DOS, erste Windows Versionen
 - **Dialog:** Ab Windows XP, Linux
 - **Echtzeit:** VxWorks, Windows CE, QNX



Betriebssysteme

Betriebssysteme – Klassen

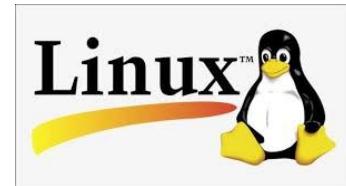
- Nach Anzahl gleichzeitiger Aufträge
 - Single-Tasking: DOS
 - Multi Tasking: alle modernen Betriebssysteme



Betriebssysteme

Betriebssysteme – Klassen

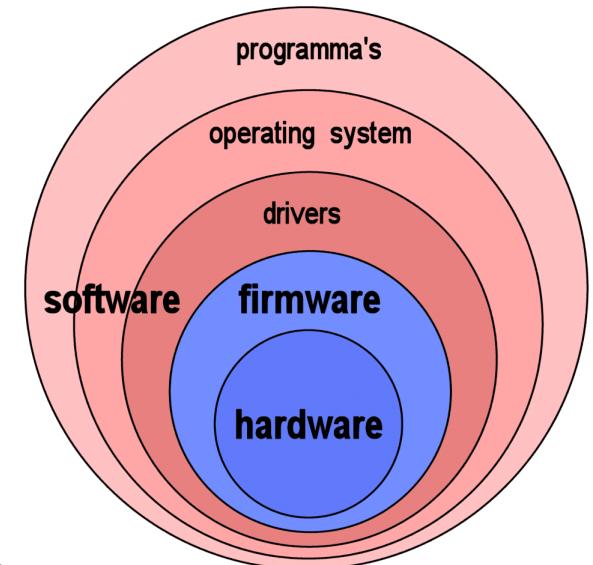
- Nach Anzahl gleichzeitiger Nutzer
 - **Single User:** DOS, 68K-MacOS, Android, iOS
 - **Multi User:** Unix, Linux, Windows Server



Betriebssysteme

Einführung – Sonderfall Firmware

- Manche Betriebssystem greifen nicht direkt auf die Hardware zu, sondern es gibt eine Zwischenschicht: Die **Firmware**
- Firmware ist eine Software, die...
 - selbst unmittelbar mit der Hardware interagiert
 - für die Umsetzung der Hardwarefunktionen sorgt
 - Hardwarespezifisch ist
 - Bei bestimmten Gerätetypen **alle Funktionen** liefert, etwa bei **Digitalkameras** oder **Fernsehern**
 - **Oft** über definierte Prozeduren vom Nutzer aktualisiert werden kann

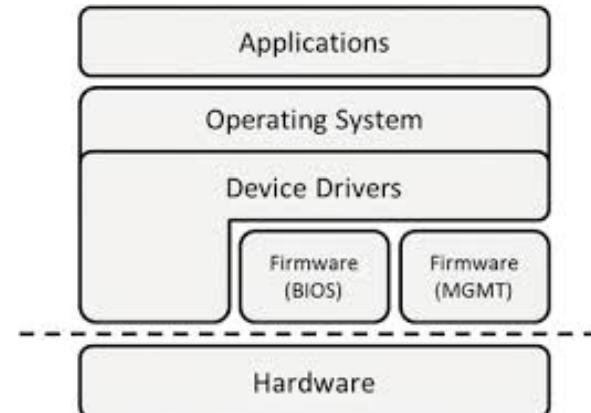


Quelle:
<https://www.mvps.net/docs/what-is-firmware/>

Betriebssysteme

Die Firmware der PCs

- Auf Intel-kompatiblen PCs ist die Firmware historisch das **BIOS** (Basic Input/Output System)
- Besonders auf Sever-Mainboards und in Storage-Systemen umfasst die Firmware meist auch noch **Managementfunktionen**, die ohne laufendes Betriebssystem über das Netzwerk verfügbar sind



Quelle: link.springer.com

Betriebssysteme



Quelle: <https://de.m.wikipedia.org>

Die Firmware der PCs

- Das **BIOS** stellt dem Betriebssystem alle wichtigen Komponenten zur Verfügung, etwa Tastatur, Maus, Massenspeicher, Grafikkarte...
- Beim Start werden die Komponenten geprüft und ggf. initialisiert
- Anschließend bietet das BIOS dem Boot-Loader Zugriff auf die Massenspeicher, damit die Boot-Signatur gesucht werden kann
- Im BIOS werden Grundeinstellungen zur Hardware des Computers vorgenommen
- Die Einstellungen werden gespeichert, mittels Pufferbatterie auch ohne Stromanschluss

Betriebssysteme

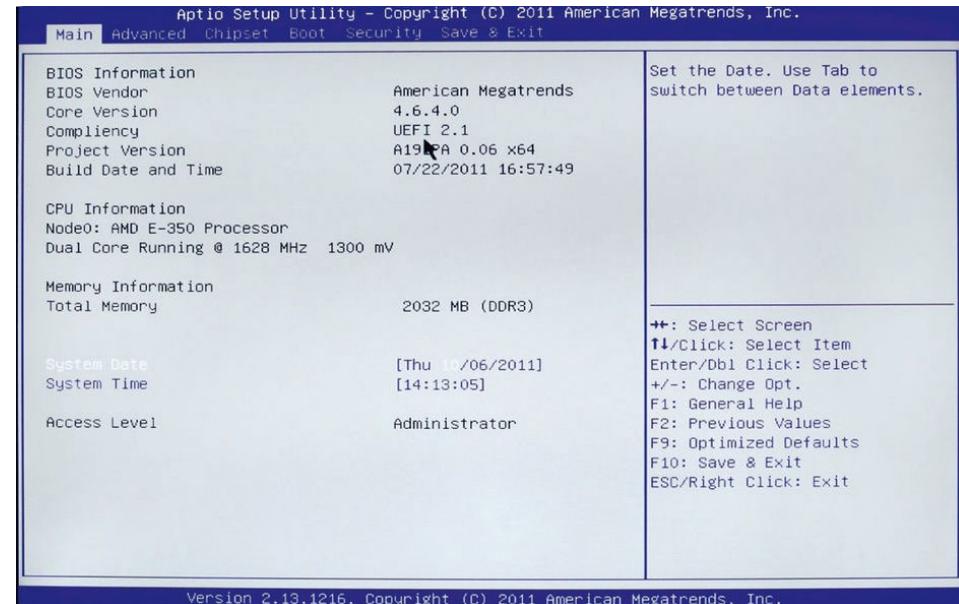
Die Firmware der PCs

- Das BIOS unterstützt keine modernen Prozessoren mit 64bit-Architektur
- Es wurde deshalb schrittweise durch zunächst mit dem BIOS kompatible Firmware und Schnittstellen abgelöst: EFI und UEFI
- **EFI = Extensible Firmware Interface**, entwickelt für Intels eigene Itanium 64 Bit Architektur. Entwicklung eingestellt
- **UEFI = Universal Extensible Firmware Interface**, unterstützt die aktuelle im wesentlichen von AMD stammende 64 Architektur, der sich auch Intel angeschlossen hat

Betriebssysteme

Die Firmware der PCs

- Firmware mit UEFI übernimmt die gleichen Aufgaben wie bisher das BIOS – aber:
- UEFI bietet eine vollwertige grafische Oberfläche
- unterstützt aktuelle Hardware
- ist direkt netzwerkfähig und kann vom Netzwerk booten
- ist vor der OS-Installation und vor Updates zu aktualisieren



Quelle: www.ict-channel.com

Themenübersicht

Inhalte, Umfang und Ablauf

- Rechnerarchitektur:
 - Moderner Computer, Schwerpunkt PC und IBM-kompatible Server
- Betriebssysteme:
 - Definition Betriebssysteme, Geschichte, Klassen, **Aufgaben** und Konzepte
 - Aufgaben im Detail:
 - Threads und Prozesse
 - Speicherverwaltung
 - Dateisysteme
 - Ein- und Ausgabe
 - Multiprozessorsysteme
 - Virtualisierung
 - Praxis: Arbeit mit Linux und Windows Server 2019

Betriebssysteme

Betriebssysteme – Aufgaben

Abstraktion der Hardware

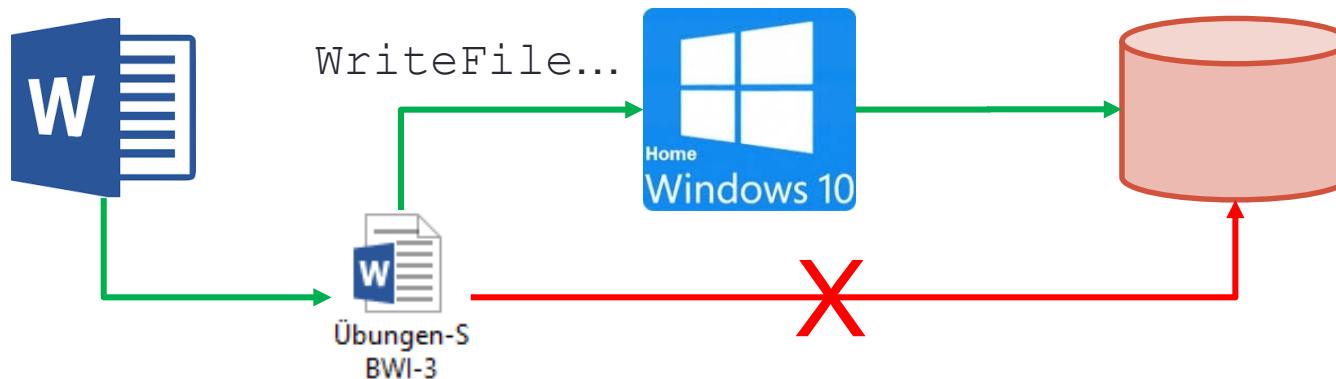
- Die Hardware besteht aus physischen Funktionseinheiten
- Hardware bietet **komplizierte, uneinheitliche Schnittstellen**, die weder für Benutzer noch Programmierer wirklich nutzbar sind
- Es ist Aufgabe des **Betriebssystems**, diese **Schnittstellen** für die Programmierung von Anwendungen so zu abstrahieren und so bereitzustellen, dass sie konsistent, **verständlich und einfach nutzbar** sind

Betriebssysteme

Betriebssysteme – Abstraktion der Hardware

Beispiel:

- Anwendungen greifen zum Speichern von Daten nicht direkt auf die Hardware der Festplatte zu. Sie verwenden statt dessen **Systemaufrufe**, um deren Funktionen zum Speichern zu nutzen



Betriebssysteme

Konzepte – Abstraktion der Hardware

Systemaufrufe

- Betriebssysteme stellen Anwendungen ihre normierten Funktionen über **Systemaufrufe** (System Calls, Syscalls) zur Verfügung
- Systemaufrufe bilden die (oft einzige) Schnittstelle zwischen Anwendungen und Betriebssystem
- UNIX und Derivate führen eine Liste mit definierten Systemaufrufen, über die die Funktionen des Kernel erreichbar sind
- Windows stellt seine Systemaufrufe in Form einer Bibliothek innerhalb der Programmierschnittstelle API (Application Programming Interface) bereit

Betriebssysteme

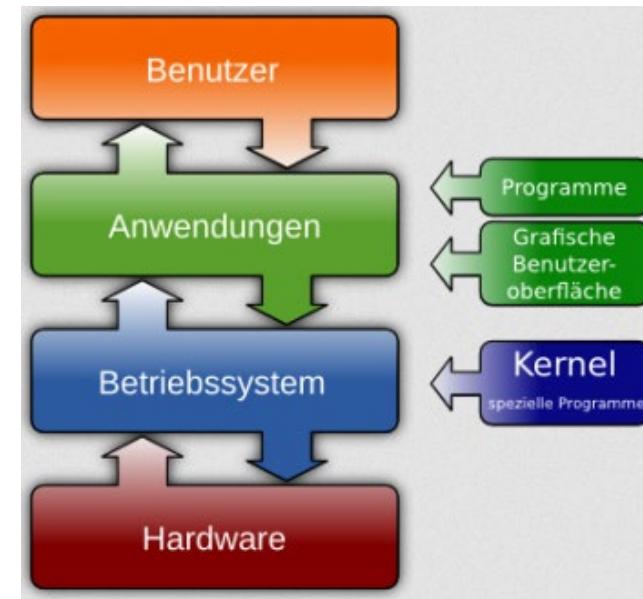
Konzepte – Abstraktion der Hardware Systemaufrufe: Beispiele Windows und UNIX

System Call WINDOWS	Description	System Call UNIX	Description
CreateProcess	A new process is created using this command	fork	A new process is created using this command
ExitProcess	This system call is used to exit a process.	chdir	The chdir command changes the current directory of the system
CreateFile	A file is created or opened using this system call.	kill	This system call sends kill signal to one or more processes
ReadFile	Data is read from the file using this system call.	link	A new file name is linked to an existing file using link system call.
WriteFile	Data is written into the file using this system call.	open	This opens a file for the reading or writing process
CloseHandle	This system call closes the file currently in use.	pause	The pause call suspends a file until a particular signal occurs.

Betriebssysteme

Betriebssysteme – Abstraktion der Hardware

- Diese Abstraktion der Hardware wird über mehrere Ebenen vorgenommen:
- **Die Hardware als unterste Ebene**
- Teile des Betriebssystems, die direkt oder indirekt (über BIOS und Treiber) mit der Hardware interagieren
- Die Benutzeroberfläche und Anwendungsprogramme
- **Der Benutzer als oberste Ebene**



Quelle: digitalesklassenzimmer.wordpress.com

Betriebssysteme

Betriebssysteme – Verwaltung der Hardware etc.

- **Kernel** oder Betriebssystemkern: Steuert und verwaltet Hardware, laufende Prozesse, Ressourcen, Anwendungen und Daten
 - Der Kernel besitzt volle Nutzungsrechte für die Hardware. Seine Funktionen laufen im privilegierten **Kernel-Modus**
- **Benutzeroberfläche**: Grafisch oder als Kommandozeile (Shell) zur Interaktion mit dem Benutzer
 - Benutzeroberfläche und Anwendungen sind auf den **Benutzer-Modus** mit deutlich weniger Rechten beschränkt, um den Computer und Daten zu schützen

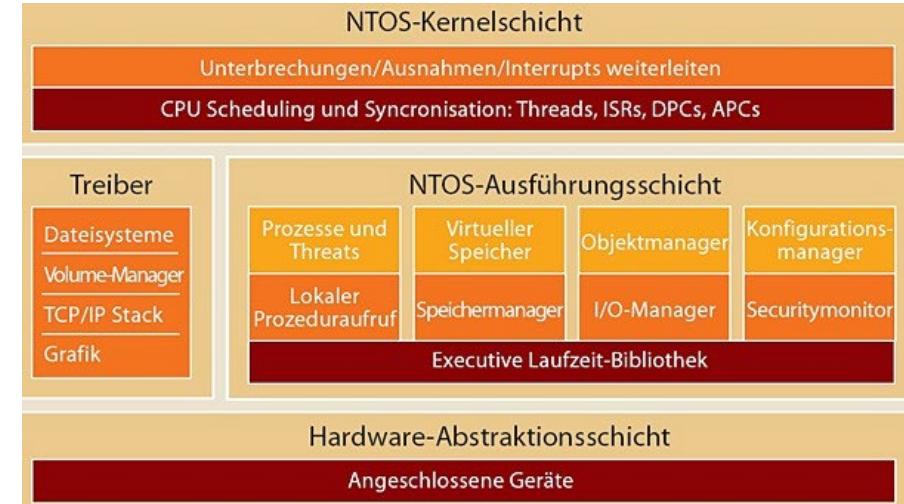
Weitere Komponenten umfassen:

- Dateiverwaltung und **Hilfsprogramme**
- **Boot-Loader** für Computerstart und Laden des Betriebssystems

Betriebssysteme

Betriebssysteme – Kernel Hardware verwalten

- Lädt Gerätetreiber für Netzwerk, Dateisystem, Grafik...
- Steuert Speicherzugriffe, alle Prozesse, I/O-Aufgaben und die Systemsicherheit
- Startet und interagiert mit der grafischen Benutzeroberfläche bzw. der Kommandozeile
- Startet und steuert Anwendungen
- Startet Systemdienste, die im Hintergrund laufen, z.B. eine Druckerwarteschlange oder Netzwerkdienste wie den TCP/IP-Stack oder DHCP und DNS



Quelle: chip.de

Betriebssysteme

Betriebssysteme – Benutzeroberfläche User Interface

- Stellt eine für Menschen mit ihren Sinnesorganen wahrnehmbare Schnittstelle zur Verfügung
- Entweder eine Kommandozeile zur Bedienung mittels Tastatur oder eine grafische Benutzeroberfläche
- Interpretiert die Aktionen des Benutzers und setzt sie in für die Maschine verständliche Anweisungen um

A screenshot of a Windows Command Prompt window titled "cmd.exe - nslookup". The command entered was "C:\Windows\system32\cmd.exe - nslookup". The output shows:

```
C:\Windows\system32\cmd.exe - nslookup
Microsoft Windows [Version 10.0.18363.1110]
(c) 2019 Microsoft Corporation. Alle Rechte vorbehalten.

C:\Users\m5000035>nslookup
Standardserver: dc-11.dssax.de
Address: 10.202.16.16

> www.ba-leipzig.de
Server: dc-11.dssax.de
Address: 10.202.16.16

Nicht autorisierende Antwort:
Name:    leipzig.ba-sn.de
Address: 194.95.197.223
Aliases: www.ba-leipzig.de
>
```

Betriebssysteme

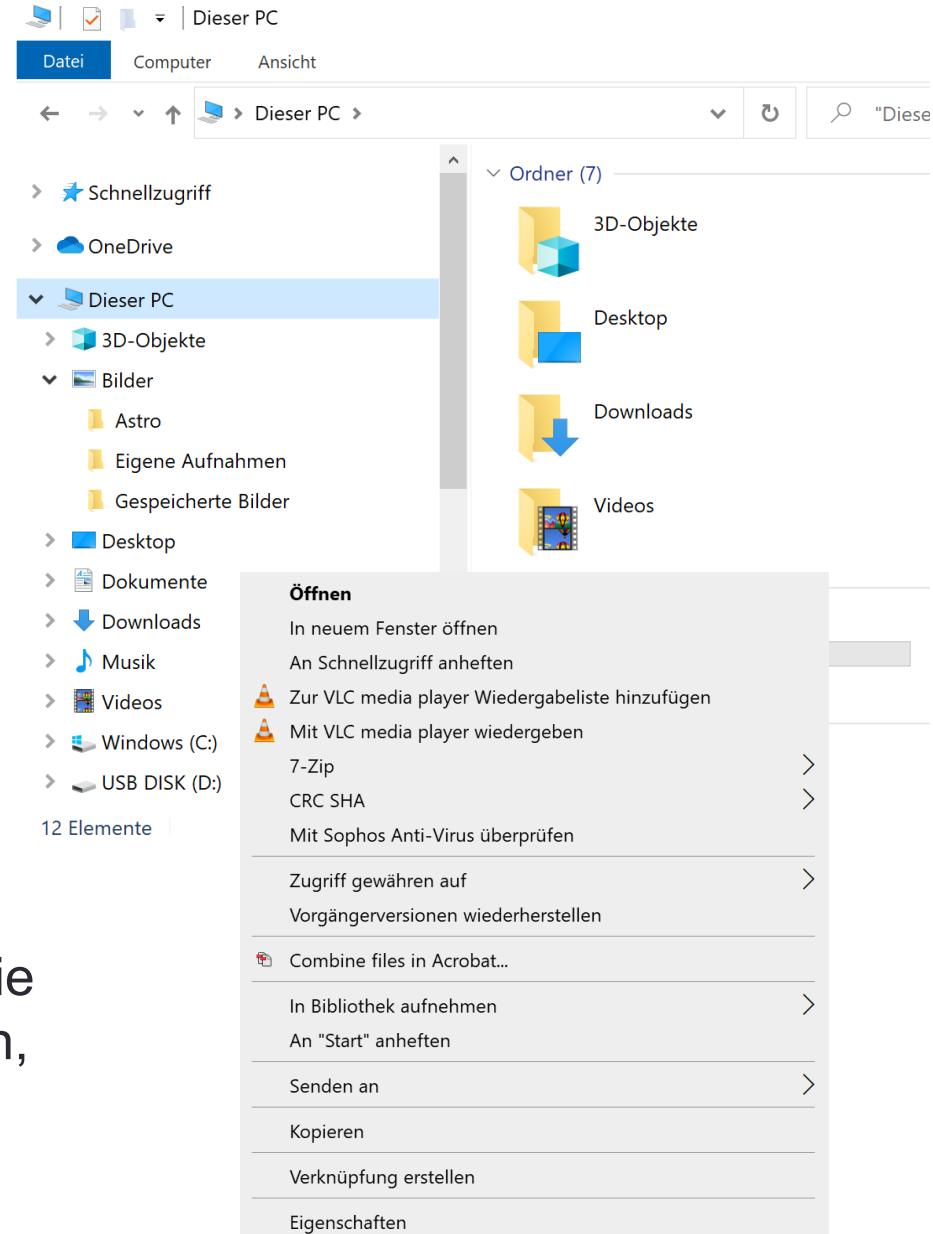
Betriebssysteme – Zubehör Dateiverwaltung

- Erstellt und verwaltet Massenspeicher
- Bietet Zugriff auf Ordner und Dateien

Hilfsprogramme

- Bieten viele Grundfunktionen wie Kopieren, Organisieren, Suchen, Formatieren usw.

Teilweise schon Anwendungen!



Betriebssysteme

Betriebssysteme – Zubehör

Boot-Loader: startet den Computer, lädt Betriebssystem

- Analysiert angeschlossene Massenspeicher und sucht nach einer **Boot-Signatur**
 - Die Boot-Signatur steht in einem speziellen Bereich des Massenspeichers, dem Master Boot Record (MBR) oder einer speziellen Partition
- Liest vom Massenspeicher die Kernel-Dateien und lädt sie in den Arbeitsspeicher
- Übergibt die Systemverantwortung an den Kernel

Themenübersicht

Inhalte, Umfang und Ablauf

- Rechnerarchitektur:
 - Moderner Computer, Schwerpunkt PC und IBM-kompatible Server
- Betriebssysteme:
 - Definition Betriebssysteme, Geschichte, Klassen, Aufgaben und Konzepte
 - Aufgaben im Detail:
 - Threads und Prozesse
 - Speicherverwaltung
 - Dateisysteme
 - Ein- und Ausgabe
 - Multiprozessorsysteme
 - Virtualisierung
 - Praxis: Arbeit mit Linux und Windows Server 2019

Betriebssysteme

Einführung – Konzepte

- Betriebssysteme abstrahieren die Hardware und verwalten die Ressourcen eines Computers für Programme und Nutzer
- Dafür liegen vielen Betriebssystemen ähnliche Konzepte zugrunde:
- **Virtualisierung** der konkurrierend genutzten Systemressourcen
- **Adressräume** im Arbeitsspeicher
- **Prozesse** als Modell für gleichzeitig laufende Verarbeitungsvorgänge
- **Dateien**
- **Treiber** für Ein- und Ausgabegeräte
- Maßnahmen für **Datenschutz** und **Datensicherheit**

Betriebssysteme

Konzepte - Virtualisierung

- Virtualisierung bezeichnet die Abstraktion bzw. Entkoppelung einer nutzbaren Systemressource von der physisch existenten Hardware
- Anwendungen erhalten nicht die **physische Hardware**, sondern eine **virtuelle Hardware** zur Nutzung präsentiert
- Das Betriebssystem erzeugt damit eine **zusätzliche logische Ebene** für die physischen Ressourcen des Computers

Anwendung

Betriebssystem

Hardware



Anwendung

Betriebssystem

Virtuelle Hardware

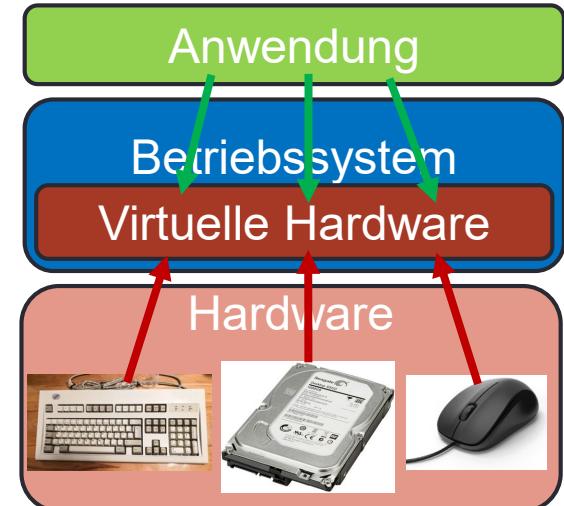
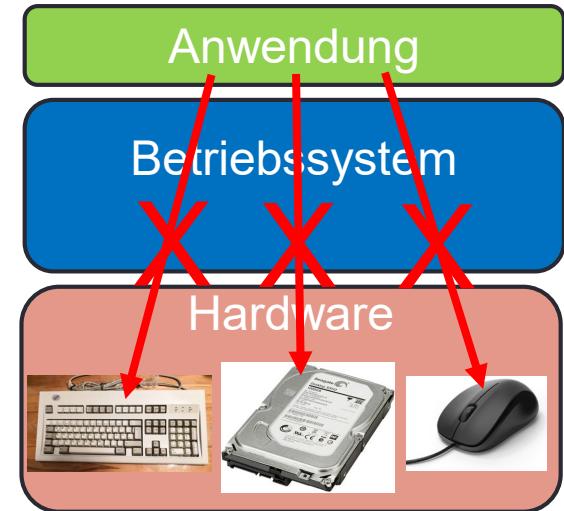
Hardware



Betriebssysteme

Konzepte – Virtualisierung

- Anwendungen nutzen nicht direkt die physische Hardware sondern deren logische Repräsentation im Betriebssystem
- Die Virtualisierung ist in erster Näherung für Anwendung und Programmierer transparent



Betriebssysteme

Konzepte – Virtualisierung Arbeitsspeicher: Adressraum

- Eine schon alte Form der Virtualisierung betrifft den **Arbeitsspeicher**
- Um Applikationen auch bei unzureichendem Arbeitsspeicher ausführen zu können, verwaltet das Betriebssystem einen **virtuellen Arbeitsspeicher**, es betreibt **Virtual Memory Management (VMM)**
- Tatsächlich setzt sich dieser aus dem **physikalischen RAM** und einer auf den Datenträger ausgelagerten **Datei** zusammen
- Dieses Konzept geht auf den Physiker Fritz-Rudolf Güntsch zurück, der es 1956 in seiner Dissertation vorstellte
- Das **Abilden von virtuellem Arbeitsspeicher auf physischen Speicher** heißt **Paging** und wird von Intel-CPUs seit dem 80386 unterstützt

Betriebssysteme

Konzepte – Virtualisierung

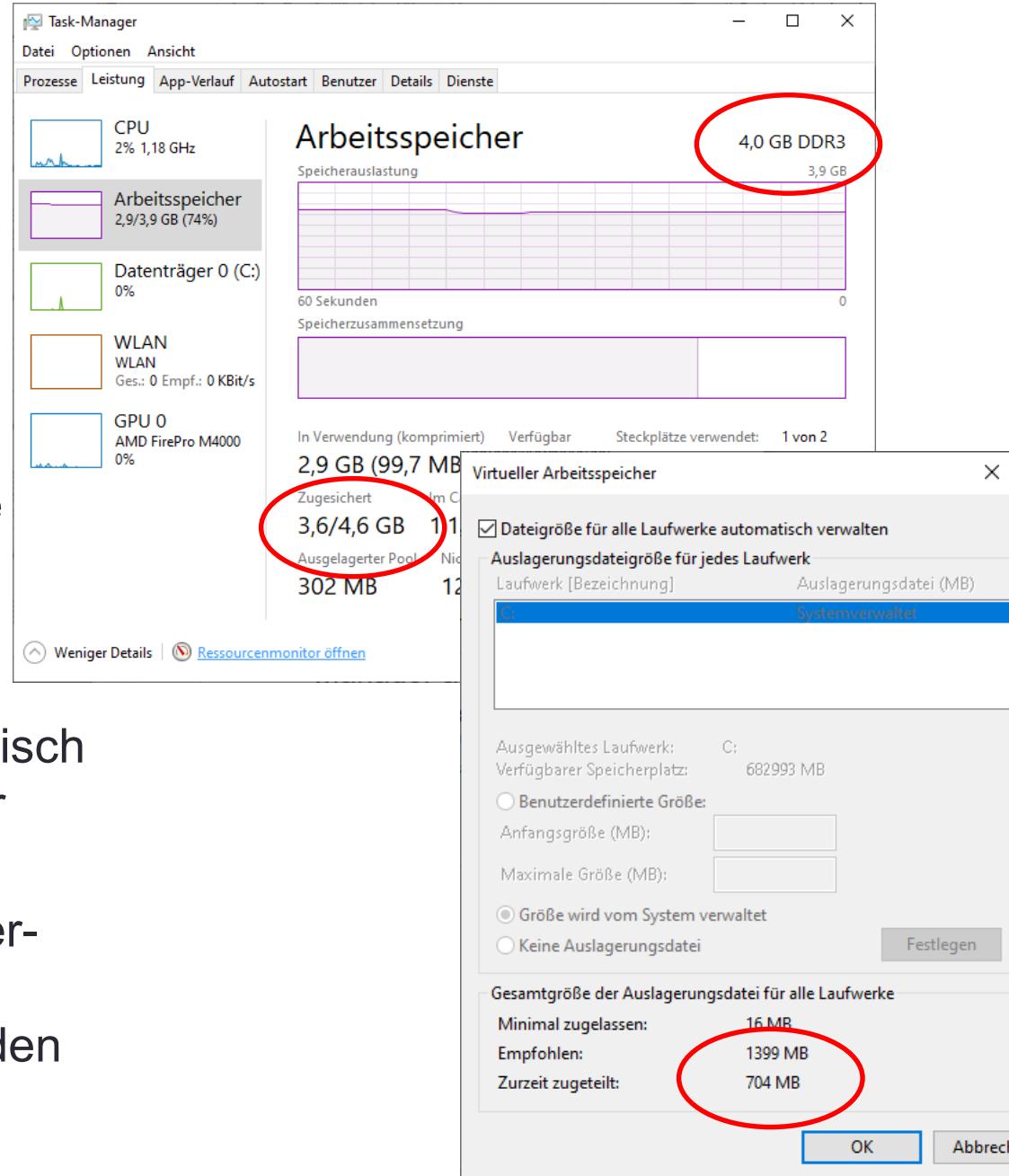
- Der virtuelle Arbeitsspeicher ist größer als der physische RAM, die Verwaltung übernimmt das Betriebssystem
- Das Konzept gibt es unter vielen Betriebssystemen schon lange, rechts gezeigt unter Mac OS 9.1



Betriebssysteme

Konzepte - Virtualisierung

- Unter Windows heißt die ausgelagerte virtuelle Arbeitsspeicherdatei *pagefile.sys*
- Ihre Größe wird automatisch verwaltet, lässt sich aber auch manuell anpassen
- Die tatsächliche Speichernutzung kann im Task-Manager angezeigt werden



Betriebssysteme

Konzepte - Virtualisierung

- Virtualisierung kann einzelne Ressourcen betreffen:
- Wie gesehen den **Arbeitsspeicher**
- Aber auch **Prozessoren**,
- **Datenträger**
- **Netzwerkspeicher**...
- ...oder **ganze Computer**
- Die Virtualisierung einzelner Ressourcen wird bei den betreffenden Ressourcen betrachtet, die Virtualisierung ganzer Computer zum Ende des Kurses

Betriebssysteme

Einführung – Konzepte

- Betriebssysteme abstrahieren die Hardware und verwalten die Ressourcen eines Computers für Programme und Nutzer
- Dafür liegen vielen Betriebssystemen ähnliche Konzepte zugrunde:
- Virtualisierung der konkurrierend genutzten Systemressourcen
- Adressräume im Arbeitsspeicher
- **Prozesse** als Modell für gleichzeitig laufende Verarbeitungsvorgänge
- Dateien
- **Treiber** für Ein- und Ausgabegeräte
- Maßnahmen für **Datenschutz** und **Datensicherheit**

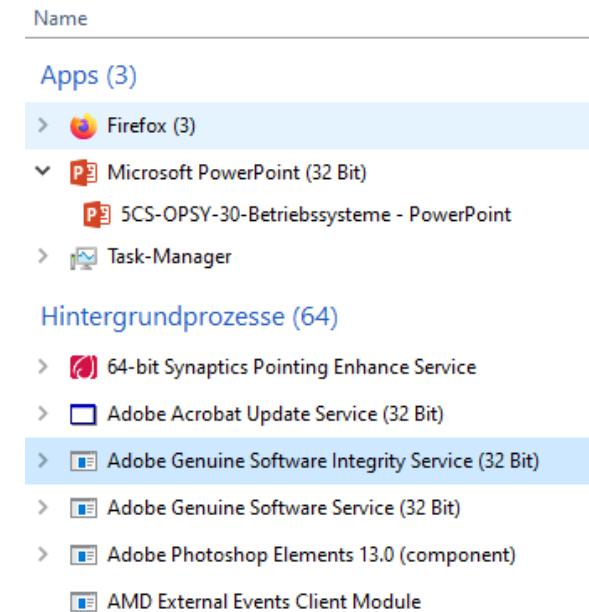
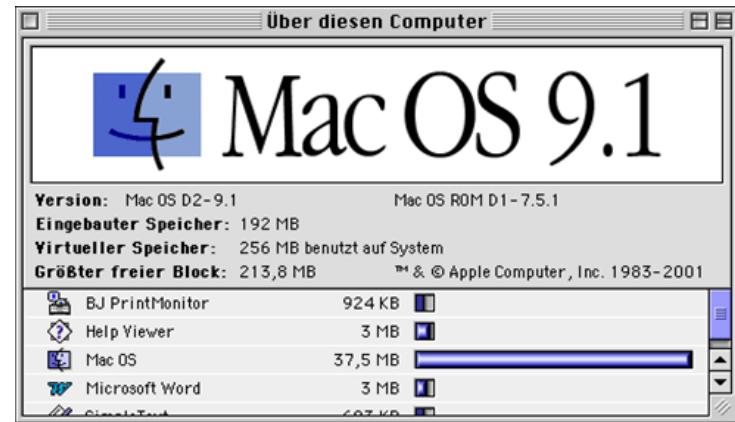
Betriebssysteme

Konzepte – Prozesse

Prozesse als Modell für gleichzeitig laufende Verarbeitungsvorgänge

Definition: Ein Prozess ist die **Ausführung eines Programms**, ein Programm zur Laufzeit

- Das Modell des Prozesses ermöglicht quasi-paralleles Bearbeiten mehrerer Programme in nur einem Prozessor
- Basiskonzept praktisch aller Betriebssysteme



Betriebssysteme

Konzepte – Prozesse

- Prozesse können **gestartet, angehalten und beendet** werden
- Das Anhalten ermöglicht die Bearbeitung anderer Prozesse
- Beim Anhalten werden alle nötigen Informationen für eine Wiederaufnahme gespeichert
- Das Betriebssystem führt eine Liste aller Prozesse und deren Status

CPU						
	PID	Status	Threads	CPU	Benutzername	
□ Prozess						
□ Video.UI.exe	9036	Angehalten	18	0	HendrikS	
□ YourPhone.exe	8624	Angehalten	16	0	HendrikS	
□ SearchApp.exe	7640	Angehalten	30	0	HendrikS	
□ WinStore.App.exe	10192	Angehalten	11	0	HendrikS	
□ Microsoft.Photos.exe	8196	Angehalten	18	0	HendrikS	
□ ShellExperienceHost.exe	9032	Angehalten	14	0	HendrikS	
perfmon.exe	5536	Wird ausgeführt	17	0	HendrikS	
□ SynTPEnh.exe	5424	Wird ausgeführt	9	0	HendrikS	
□ Systemunterbrechungen	-	Wird ausgeführt	-	0	SYSTEM	
□ Taskmgr.exe	8232	Wird ausgeführt	15	0	HendrikS	
□ dwm.exe	1044	Wird ausgeführt	14	0	DWM-1	
□ explorer.exe	3392	Wird ausgeführt	56	0	HendrikS	
□ csrss.exe	628	Wird ausgeführt	14	0	SYSTEM	
□ System	4	Wird ausgeführt	152	0	SYSTEM	
□ firefox.exe	5956	Wird ausgeführt	69	0	HendrikS	
□ svchost.exe (netsvcs -p)	4988	Wird ausgeführt	12	0	SYSTEM	
□ firefox.exe	7344	Wird ausgeführt	24	0	HendrikS	
□ svchost.exe (NetworkService...)	3596	Wird ausgeführt	11	0	Netzwerkdienst	
□ powerpnt.exe	8320	Wird ausgeführt	13	0	HendrikS	
□ ctfmon.exe	3212	Wird ausgeführt	10	0	HendrikS	
□ svchost.exe (LocalServiceNo	4928	Wird ausgeführt	16	0	Lokaler Dienst	

Betriebssysteme

Konzepte – Prozesse

Ein **Prozess** als laufende Instanz eines Programmes hat mehrere Bestandteile:

- **Adressraum** im Arbeitsspeicher
- Eine Identifikationsnummer, den **Process Identifier (PID)**
- Angaben zum **Benutzer**, der ihn ausführt (User-ID, UID)
- Evtl. **Kindprozesse**:
- Evtl. **Threads**
- Angaben zu allen anderen für die Ausführung nötigten Informationen

Betriebssysteme

Konzepte – Prozesse

Definitionen:

- **Adressraum** ist der Bereich von Arbeitsspeicheradressen, den ein Prozess nutzen darf und der dafür gegenüber anderen Prozessen abgeschottet wird
- **Kindprozesse:** Von einem Prozess erzeugte weitere **Prozesse mit eigenem Adressraum** usw.
- **Threads:** Parallelе Verarbeitungsstränge innerhalb eines Prozesses (Fäden), die auf gemeinsame Daten des Prozesses zugreifen

CPU					
	PID	Status	Threads	CPU	Benutzername
<input type="checkbox"/> Prozess					
<input type="checkbox"/> dwm.exe	1044	Wird ausgeführt	14	0	DWM-1
<input type="checkbox"/> explorer.exe	3392	Wird ausgeführt	60	0	HendrikS
<input type="checkbox"/> firefox.exe	9328	Wird ausgeführt	64	0	HendrikS
<input type="checkbox"/> firefox.exe	10124	Wird ausgeführt	24	0	HendrikS
<input type="checkbox"/> firefox.exe	3364	Wird ausgeführt	23	0	HendrikS
<input type="checkbox"/> firefox.exe	4252	Wird ausgeführt	22	0	HendrikS
<input type="checkbox"/> firefox.exe	9544	Wird ausgeführt	22	0	HendrikS
<input type="checkbox"/> firefox.exe	124	Wird ausgeführt	17	0	HendrikS
<input type="checkbox"/> fontdrvhost.exe	992	Wird ausgeführt	5	0	UMFD-1
<input type="checkbox"/> fontdrvhost.exe	936	Wird ausgeführt	5	0	UMFD-0
<input type="checkbox"/> fpCSEvtSvc.exe	4960	Wird ausgeführt	3	0	SYSTEM
<input type="checkbox"/> HPDrvMntSvc.exe	5032	Wird ausgeführt	2	0	SYSTEM

Betriebssysteme

Einführung – Konzepte

- Betriebssysteme abstrahieren die Hardware und verwalten die Ressourcen eines Computers für Programme und Nutzer
- Dafür liegen vielen Betriebssystemen ähnliche Konzepte zugrunde:
- Virtualisierung der konkurrierend genutzten Systemressourcen
- Adressräume im Arbeitsspeicher
- Prozesse als Modell für gleichzeitig laufende Verarbeitungsvorgänge
- **Dateien**
- **Treiber** für Ein- und Ausgabegeräte
- Maßnahmen für **Datenschutz und Datensicherheit**

Betriebssysteme

Konzepte – Dateien

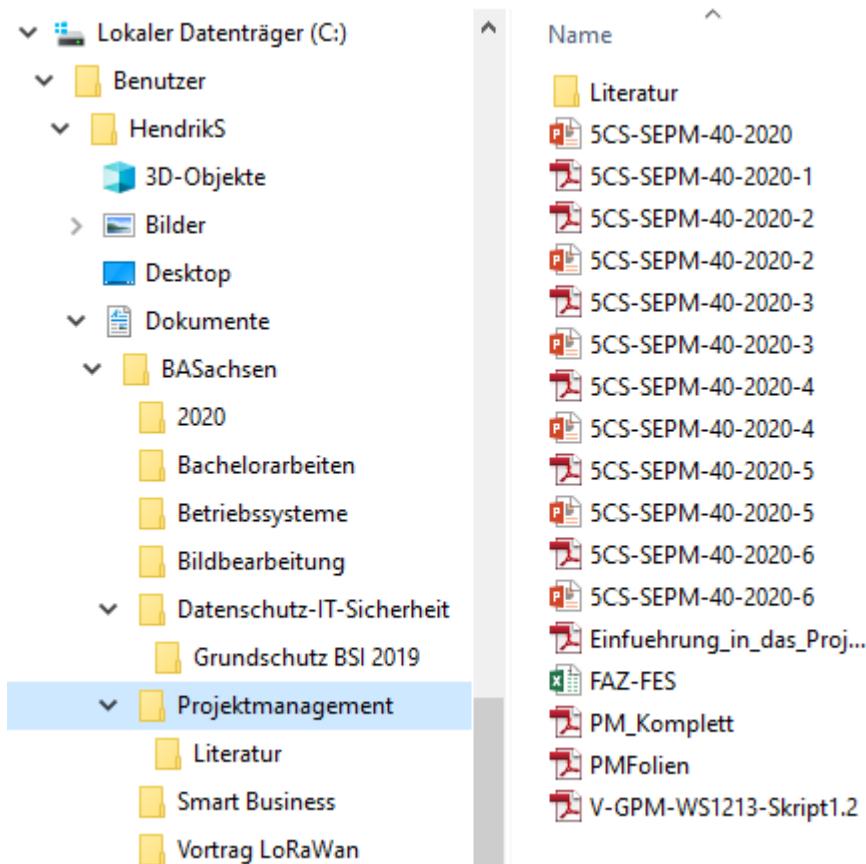
Ein weiteres Basiskonzept aller Betriebssysteme sind **Dateien**:

- Dateien sind die Abstraktion des Betriebssystems für Speicherplatz auf einem nichtflüchtigen Speichermedium wie etwa einer Festplatte
- Betriebssysteme verwenden spezifische Modelle für diese Aufgabe:
Verschiedene **Dateisysteme**
- Die Dateisysteme stellen ein **Verzeichnis** dar, in dem Dateien erzeugt, verschoben, gespeichert, verändert und gelöscht werden können
- Alle dafür erforderlichen Befehle werden von Applikationen mit **Systemaufrufen** angefordert

Betriebssysteme

Konzepte – Dateien

- Verzeichnisse beginnen mit einem Wurzelverzeichnis (Root)
- Dateien werden mit einem Pfad angegeben, der die Verzeichnisse bis zur gewünschten Datei umfasst
- Zwei Pfadtypen sind zu unterscheiden:
- **Absoluter Pfad**
- **Relativer Pfad**

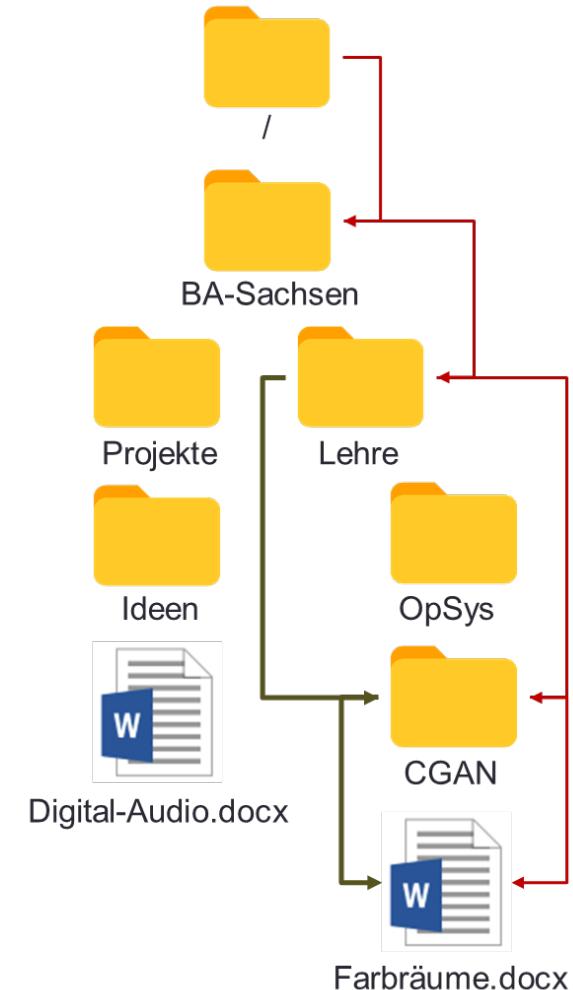


Betriebssysteme

Konzepte – Dateien

- Der **absolute Pfad** gibt den **Weg vom Stammverzeichnis bis zur Datei** an
- Der **relative Pfad** geht von einem **Verzeichnis unterhalb der Root** aus und gibt den **Weg von dort bis zur Datei** an
- Er kann nur genutzt werden, wenn der Weg bis zur gewünschten Datei nicht über eine höhere Verzeichnisebene führt :

Absolut: /BA-Sachsen/Lehre/CGAN/Farbräume.docx
Relativ von Lehre aus: CGAN/Farbräume.docx



Betriebssysteme

Konzepte – Dateien

- Betriebssysteme besitzen verschiedene Konzepte für den Umgang mit, und die Darstellung des **Wurzel- oder Stammverzeichnisses**:
- UNIX und verwandte Systeme nutzen ein logisches Volume, z.B. eine Partition, als globales Wurzelverzeichnis für alle Verzeichniselemente und stellen dieses als „**/**“ dar
- Alle Bestandteile, auch nachträglich eingefügte mobile Datenträger, werden **gemounted**, also an einer frei definierbaren Stelle in die Verzeichnisstruktur eingehängt



Betriebssysteme

Konzepte – Dateien

- Windows-Betriebssysteme kannten ursprünglich kein globales Stammverzeichnis
- Physikalische Datenträger oder logische Volumes wurden parallel zugänglich gemacht, indem ihnen ein Laufwerksbuchstabe zugeordnet wurde
 - A:\ und B:\ für Diskettenlaufwerke
 - C:\ für eine Systemfestplatte
 - D:\ und folgende Buchstaben für beliebige Volumes
- Der Laufwerksbuchstabe jedes Datenträgers ist in Pfaden als Stammverzeichnis anzugeben, es kann so mehrere Stammverzeichnisse je PC geben

USB-Stick



Betriebssysteme

Konzepte – Dateien

- Laufwerksbuchstaben werden separat für jeden Windows-PC verwaltet, auch Netzwerklaufwerke
- Jeder Windows PC kann daher **dieselbe Netzwerkressource unter einem anderen Laufwerksbuchstaben** angezeigt bekommen
- Das ist für Benutzer nicht transparent und für die Zusammenarbeit äußerst unangenehm
- Aktuelle Windows-Betriebssysteme können daher mit dem Befehl `mountvol` Volumes wie unter UNIX an beliebiger Stelle einhängen
- Active Directory-basierte Computer können freigegebene Dateien im **Distributed File System (DFS)** ohne Laufwerksbuchstaben nutzen

Betriebssysteme

Konzepte – Dateien

- Apple verwendet unter Mac OS eine Datei, das in gewisser Weise eine Mischung aus UNIX- und Windows-Konzepten darstellt
- Bis einschließlich Mac OS 9 für die alten 68K-Macs gab es kein globales Stammverzeichnis, sondern Datenträger und Partitionen wurden als logische Volumes nebeneinander gemounted und im Finder angezeigt
- Mit dem Umstieg auf RISC-Prozessoren kam in MacOS X die UNIX-Variante BSD im Kernel zum Einsatz und damit zwar ein globales Stammverzeichnis, das jedoch vor den Benutzern verborgen wurde
- Laufwerksbuchstaben verwendet Mac OS nicht

Betriebssysteme

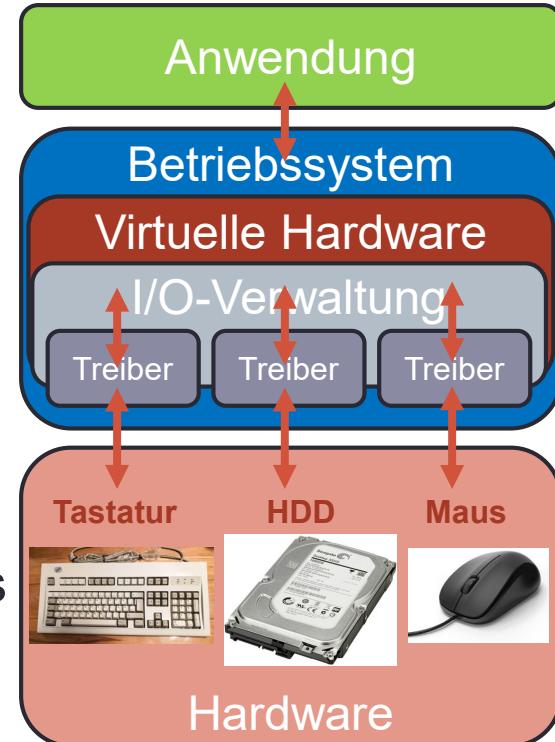
Einführung – Konzepte

- Betriebssysteme abstrahieren die Hardware und verwalten die Ressourcen eines Computers für Programme und Nutzer
- Dafür liegen vielen Betriebssystemen ähnliche Konzepte zugrunde:
- Virtualisierung der konkurrierend genutzten Systemressourcen
- Adressräume im Arbeitsspeicher
- Prozesse als Modell für gleichzeitig laufende Verarbeitungsvorgänge
- Dateien
- **Treiber** für Ein- und Ausgabegeräte
- Maßnahmen für **Datenschutz und Datensicherheit**

Betriebssysteme

Konzepte – Treiber für Ein- und Ausgabegeräte

- Ein **Treiber** oder **Gerätetreiber** ist Software, die Gerätespezifische Funktionen und Daten so zur Verfügung stellt und/oder entgegen nimmt, dass ein Betriebssystem das Gerät nutzen kann
- Treiber ermöglichen Kommunikation zwischen der Hardware und Teilen des Betriebssystems
- Treiber sind speziell auf ein Gerät oder eine Gerätegruppe zugeschnitten und passen jeweils nur für ein Betriebssystem oder bestenfalls eine Familie von Betriebssystemen



Betriebssysteme

Konzepte – Treiber für Ein- und Ausgabegeräte

- Treiber müssen auch zentrale Systemkomponenten unterstützen
- Solche Treiber sind schon bei der Installation erforderlich und werden daher oft als **generische Treiber** für die Grundfunktionen vom Betriebssystem bereitgestellt, etwa **für Prozessor und Chipsatz, Festplatte, Maus, Tastatur und Grafikausgabe**
- Treiber arbeiten als Teil des Kernels und besitzen hohe Rechte im System
- Fehler in Treibern können leicht zu Systemabstürzen führen
- Eine mögliche Schutzmaßnahme ist eine Treibervalidierung durch den Betriebssystemhersteller, wie Microsoft es verlangt

Betriebssysteme

Einführung – Konzepte

- Betriebssysteme abstrahieren die Hardware und verwalten die Ressourcen eines Computers für Programme und Nutzer
- Dafür liegen vielen Betriebssystemen ähnliche Konzepte zugrunde:
- Virtualisierung der konkurrierend genutzten Systemressourcen
- Adressräume im Arbeitsspeicher
- Prozesse als Modell für gleichzeitig laufende Verarbeitungsvorgänge
- Dateien
- Treiber für Ein- und Ausgabegeräte
- Maßnahmen für **Datenschutz und Datensicherheit**

Betriebssysteme

Konzepte – Maßnahmen für Datenschutz und Sicherheit

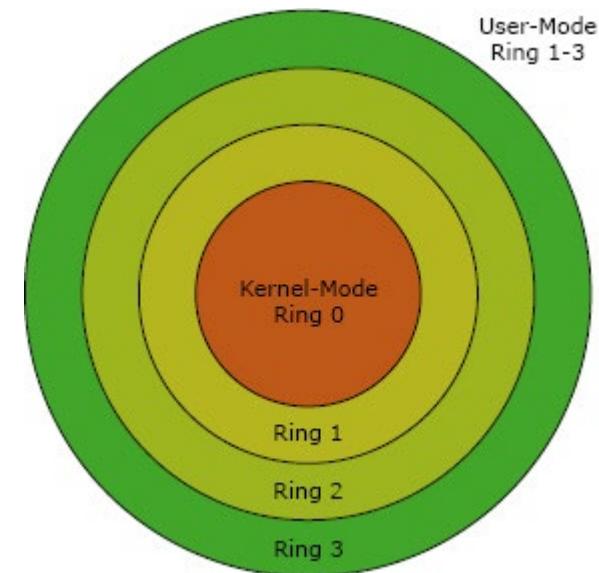
- Betriebssysteme setzen verschiedene Maßnahmen zur Sicherheit ihrer Komponenten und der verarbeiteten Daten ein:
 - Verschiedene Rechteebenen: Kernelmodus und Benutzermodus
 - Benutzer müssen sich dem System gegenüber authentifizieren, erhalten eine UID und besitzen geringe Rechte
 - Anwendungen und Dateisysteme werden mit dezidierten Zugriffsrechten geschützt
 - Verschlüsselung
- Zweite Ebene:
 - Anti-Malware-Schutz
 - Firewall
 - Ausgeklügeltes Patch-System

Betriebssysteme

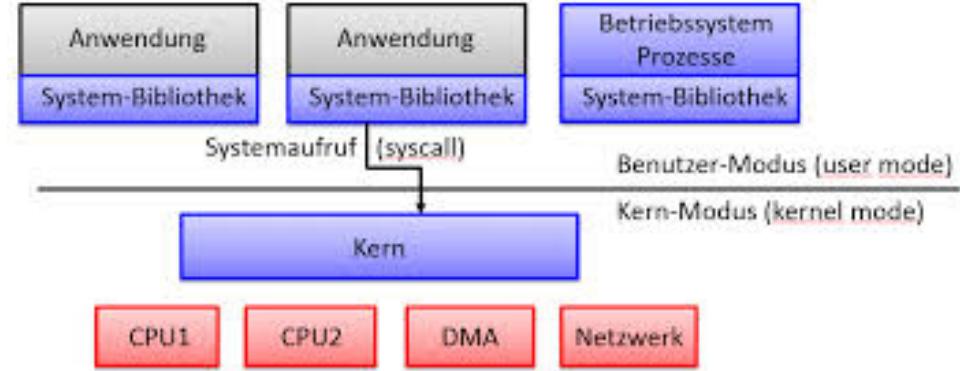
Konzepte – Maßnahmen für Datenschutz und Sicherheit

Kernelmodus und Benutzermodus

- Im **Kernelmodus** oder **privilegierten Modus** gestattet die CPU die Ausführung aller verfügbaren Befehle
- Insbesondere sind alle Zugriffe auf die Hardwarefunktionen zulässig
- Im **Benutzermodus** sind Befehlssatz und Rechte stark eingeschränkt
- Anwendungen arbeiten im Benutzermodus



Quelle: www.knausxware.de



Quelle: lectures.tik.ee.ethz.ch/ti1/slides/7_1.pdf

Betriebssysteme

Konzepte – Maßnahmen für Datenschutz und Sicherheit

Kernelmodus und Benutzermodus

- Um Funktionen im Kernelmodus nutzen zu können, führen Anwendungen **Systemaufrufe** durch (System Call, Syscall)
- Beim Systemaufruf prüft das Betriebssystem, ob der anfragende Prozess zur Anforderung berechtigt ist oder ob andere Bedingungen gegen die Ausführung sprechen
- Sofern zulässig, führt das Betriebssystem im Auftrag der Anwendung die Funktion im Kernelmodus aus
- Abschließend schaltet das Betriebssystem in den Benutzermodus zurück und übergibt die Kontrolle wieder an den Anwendungsprozess

Betriebssysteme

-rw-r--r--	1	bjelline	apache	52057	May	7	15:35	calendar.dat
drwxrwxr-x	4	bjelline	apache	4096	May	7	15:35	cl_files
-rw-r--r--	1	bjelline	apache	70	May	7	15:35	global.php

└ Rechte Aller
└ Rechte der Gruppe
└ Rechte des Besitzers

Quelle: web-development.github.io/kommandozeile/zugriffsrechte/

Konzepte – Maßnahmen für Datenschutz und Sicherheit

Zugriffsrechte

- Im Dateisystem verwenden Betriebssysteme Zugriffsrechte zur gezielten Steuerung des Zugriffs auf Daten
- UNIX kennt die grundlegenden Rechte **Lesen, Schreiben und Ausführen** oder r, w, x
- Die Rechte werden an einer Datei gesetzt und bestimmen, was ein Benutzer mit der Datei tun kann
- Benutzer werden in verschiedene Klassen eingeteilt: **User** (Eigentümer), **Group** und **Others** (Sonstige, alle außer User oder Group). Abhängig davon erhalten Benutzer verschiedene Rechte

Betriebssysteme

Konzepte – Maßnahmen für Datenschutz und Sicherheit

Zugriffsrechte

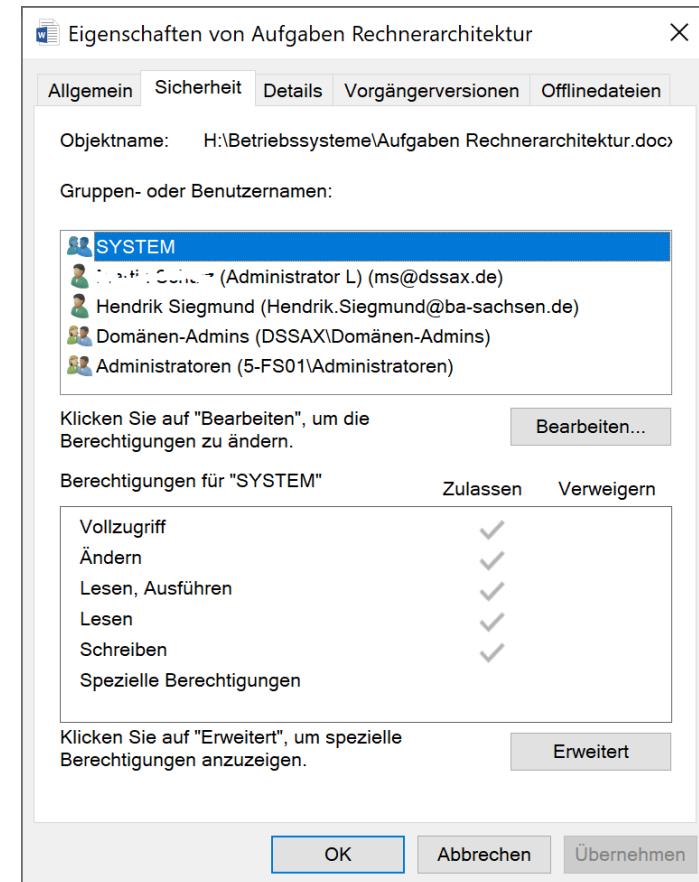
- Über die grundlegenden Rechte hinaus gibt es **Erweiterte Rechte** oder **Sonderrechte** und **Access Control Lists (ACL)**
- Die tatsächlichen Rechte ergeben sich aus der Kombination aller erteilten Zugriffsrechte

Betriebssysteme

Konzepte – Maßnahmen für Datenschutz und Sicherheit

Zugriffsrechte

- Seit NT 4.0 verwendet Windows für alle Objekte im Betriebssystem ACLs
- Eine ACL bietet die Möglichkeit, einen Zugriff zu gestatten, nicht zu gestatten oder zu verweigern
- **Verweigern** überschreibt **Gestatten**, **Zugriffsrechte** kumulieren und werden an untergeordnete Objekte vererbt



Betriebssysteme

Konzepte – Maßnahmen für Datenschutz und Sicherheit

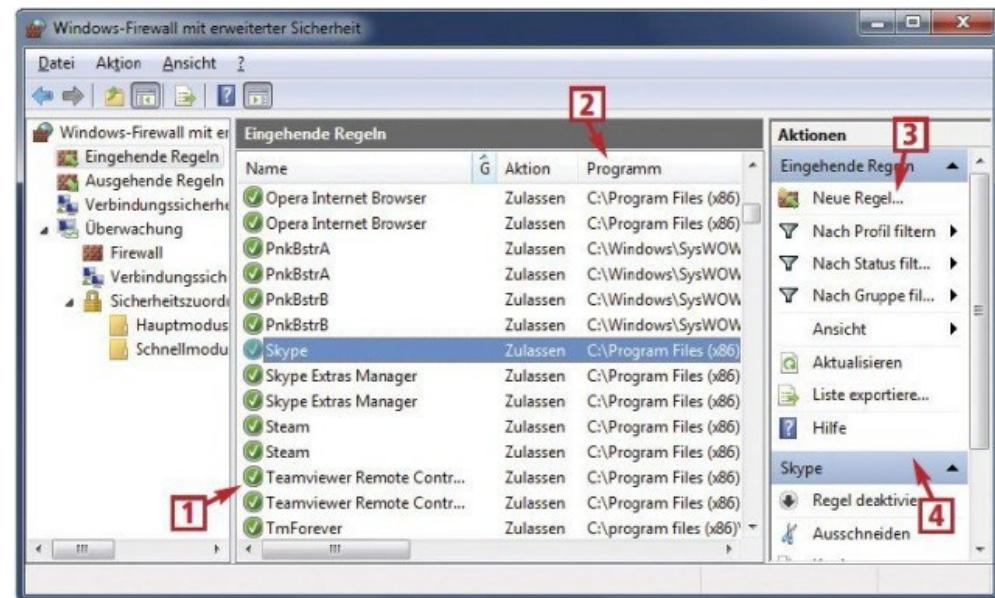
Firewall

- Einige Betriebssysteme aktivieren und konfigurieren schon bei der Systeminstallation automatisch eine einfache **Firewall**: einen Filter, der ein- und ausgehenden Netzwerkverkehr (auch lokal) nach definierten Regeln erlaubt oder blockiert:
 - Linux: netfilter
 - Windows und Windows Server: Firewall und Netzwerkschutz
- Nach entsprechender Konfiguration werden externe Netzwerkzugriffe durch diese Firewall geschickt und nur dann akzeptiert, wenn dies gestattet wurde

Betriebssysteme

Konzepte – Maßnahmen für Datenschutz und Sicherheit Firewall

- Unter Windows 10 und Windows Server werden einige Firewallregeln automatisch eingerichtet, wenn bestimmte Dienste wie z.B. File & Print Server installiert werden
- Andere Regeln sind manuell zu konfigurieren



① Regeln

Hier sehen Sie die Regeln der Windows-7-Firewall.

② Programme

Diese Spalte zeigt, für welches Programm die jeweilige Regel gilt.

③ Neue Regel ...

Hier lassen sich neue Firewall-Regeln erstellen.

④ Aktuelle Auswahl

Dieser Bereich zeigt die möglichen Aktionen zur ausgewählten Regel an, hier für das Programm Skype.

Betriebssysteme

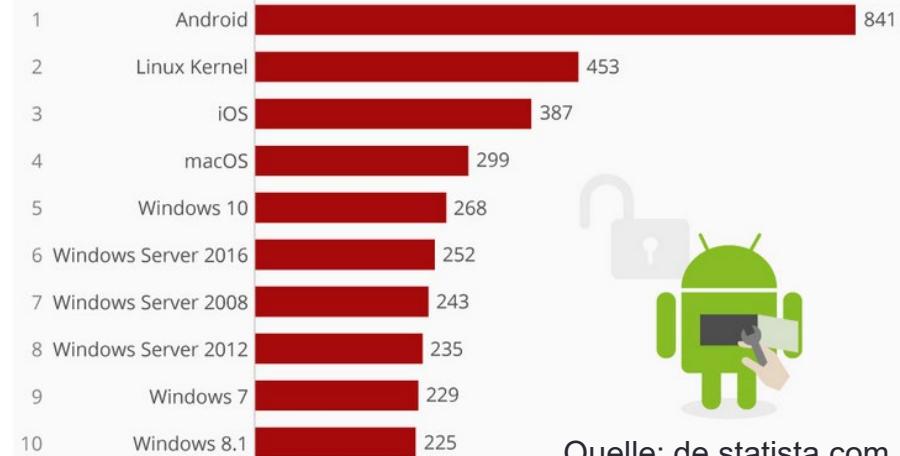
Konzepte – Maßnahmen für Datenschutz und Sicherheit

Ausgeklügelte Patch-Systeme

- Alle Betriebssysteme weisen mehr oder weniger brisante Sicherheitslücken auf
- Hersteller liefern deshalb in regelmäßigen Abständen als auch anlassbezogen Updates aus, die Sicherheitslücken schließen sollen

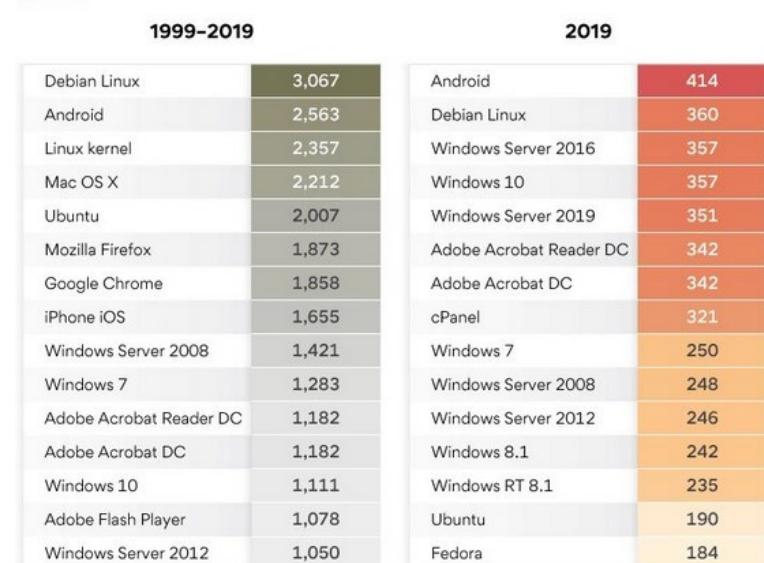
Sicherheitsrisiko Betriebssystem

Anzahl der 2017 öffentlich gewordenen Sicherheitslücken von Betriebssystemen



Quelle: de.statista.com

Top 20 Products With the Most Technical Vulnerabilities Over Time



	1999–2019	2019	
Debian Linux	3,067	Android	414
Android	2,563	Debian Linux	360
Linux kernel	2,357	Windows Server 2016	357
Mac OS X	2,212	Windows 10	357
Ubuntu	2,007	Windows Server 2019	351
Mozilla Firefox	1,873	Adobe Acrobat Reader DC	342
Google Chrome	1,858	Adobe Acrobat DC	342
iPhone iOS	1,655	cPanel	321
Windows Server 2008	1,421	Windows 7	250
Windows 7	1,283	Windows Server 2008	248
Adobe Acrobat Reader DC	1,182	Windows Server 2012	246
Adobe Acrobat DC	1,182	Windows 8.1	242
Windows 10	1,111	Windows RT 8.1	235
Adobe Flash Player	1,078	Ubuntu	190
Windows Server 2012	1,050	Fedora	184

Quelle: windowsarea.de

Themenübersicht

Inhalte, Umfang und Ablauf

2 Betriebssysteme

- Einführung:
 - Definition Betriebssysteme, Geschichte, Klassen, Aufgaben und Konzepte
- Aufgaben im Detail:
 - Threads und Prozesse
 - Speicherverwaltung
 - Dateisysteme
 - Ein- und Ausgabe
 - Multiprozessorsysteme
 - Virtualisierung

Praxis: Umgang mit Linux (Prof. Brunner) und Windows Server 2019