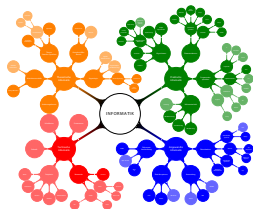


Kapitel 2

Hardware und Software

Was steckt in der Kiste? Wie arbeitet sie?

Vorlesung [Einführung in die Informatik 1](#) vom 29. Oktober 2013 von [Till Tantau](#)



Lernziele von Kapitel 2

1. Klassen und Aufbau von Computern kennen und ihre Leistungsfähigkeit abschätzen können.
2. Die wichtigsten Hardwarekomponenten kennen und ihre Leistungsfähigkeit abschätzen können.
3. Software als Instruktionsfolgen begreifen
4. Das Schichtenkonzept kennen und die Schichten benennen können

Gliederung von Kapitel 2

- ▶ Übersetzt bedeutet Computer einfach »Rechner«.
- ▶ Mit Computern bezeichnete man früher Frauen, die in Großraumbüros rechneten.
- ▶ Die heute als Computer bezeichneten Maschinen werden kaum zum Rechnen benutzt.

Deshalb: Wir wollen alle »programmierbaren« Geräte als Computer bezeichnen.

Zur Diskussion

Wo befinden sich überall im Hörsaal aktuell Computer?

Man klassifiziert Computer grob nach ihrer Leistungsfähigkeit:

Leistung



Supercomputer

Mainframe

Workstation

Personal Computer

Smartphone

Computer in Waschmaschine

Was genau »Leistungsfähigkeit« bedeutet, kommt gleich.



Unknown author, public domain

Aus der Beschreibung einer Waschmaschine

2-6

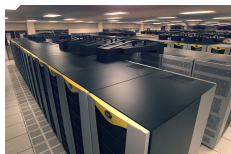
- ▶ »Menügeführte Lavalogic Programmsteuerung mit großem LCD Display«
- ▶ »Beleuchtetes Display, Klartext in Landersprache wählbar«
- ▶ »Memory-Funktion zum Abspeichern von 4 individuell zusammengestellten Programmen«
- ▶ »Fuzzy-geregelte Mengenautomatik«
- ▶ »Extrem große Einfüllöffnung (30 cm) mit metallisiertem Bullaugenring und AEG-Logo«
- ▶ »Software-Update für zukünftige Fortschritte in der Waschtechnik«

Typische Daten

- ▶ Prozessor: $8 \times 2,5$ GHz
- ▶ Speicher: 8GB



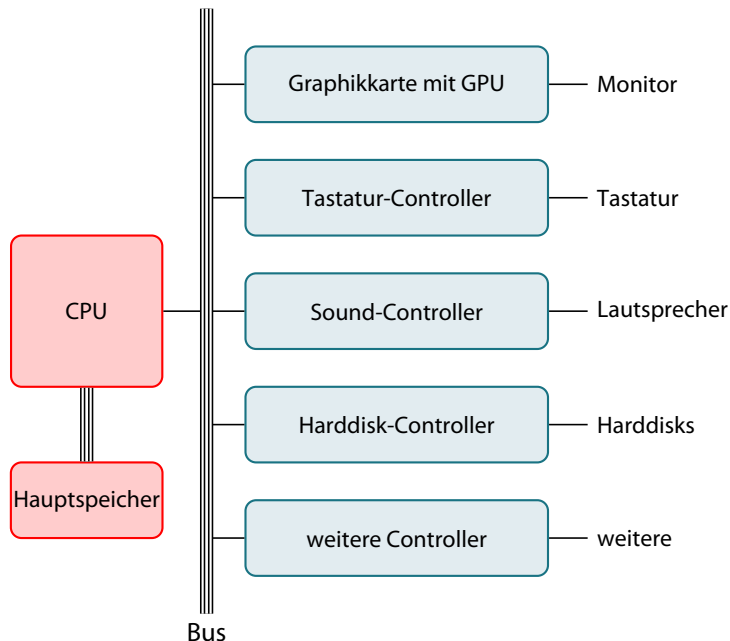
Copyright Justin Morgen, GNU Free Documentation License

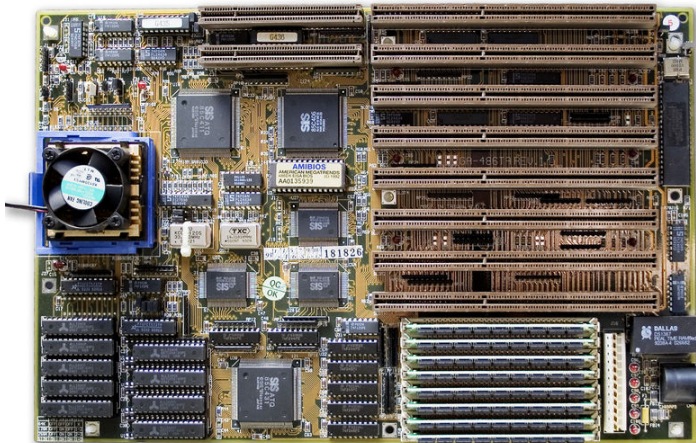


Copyright Silicon Graphics, GNU Free Documentation License

Typische Daten
Googlen wir mal. . .

Wie sind Computer prinzipiell aufgebaut?



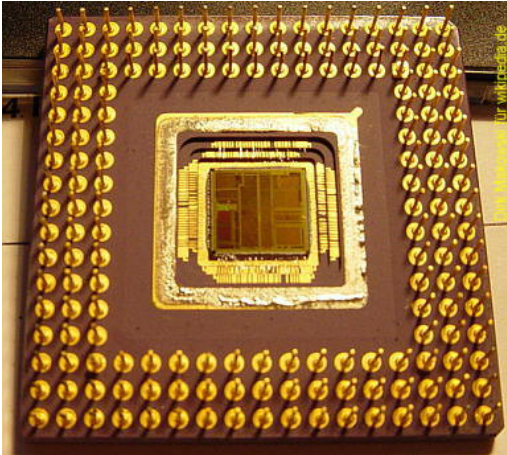


- ▶ Die Abkürzung steht für Central Processing Unit.
- ▶ Sie arbeitet *getaktet*
- ▶ und führt in jedem Takt eine *Instruktion* aus.
- ▶ Typische Instruktionen können sein
 - ▶ Addiere die Zahlen in Speicherzellen 5 und 17 und schreibe das Ergebnis in Speicherzelle 2345872.
 - ▶ Nimm ein Zeichen von der Tastatur entgegen und schreibe es in Speicherzelle 5.
- ▶ Ist eine Instruktion abgearbeitet, so führt die CPU die nächste Instruktion im Speicher aus (außer bei Sprungbefehlen).

Merke

Die Instruktionsfolgen (Programme), die von CPUs ausgeführt werden, nennt man *Software*.

Beispiel einer CPU



Public Domain, unknown author

1. Hole eine Zahl von der Tastatur und schreibe sie in Speicherzelle 1.
2. Hole eine Zahl von der Tastatur und schreibe sie in Speicherzelle 2.
3. Falls der Inhalt von Speicherzelle 1 kleiner ist als der Inhalt von Speicherzelle 2, weiter bei 5.
4. Vertausche den Inhalt von Speicherzellen 1 und 2.
5. Schicke den Inhalt von Speicherzelle 1 an den Monitor.
6. Schicke den Inhalt von Speicherzelle 2 an den Monitor.

Zur Übung

Finden Sie heraus, was das Programm »macht«.

- ▶ Gemessen wird die Anzahl an Instruktionen, die pro Sekunde ausgeführt werden (mips).
- ▶ Früher brauchte die CPU oft mehrere Takte für eine Instruktion, heute hingegen schafft sie mehrere Instruktionen pro Takt.
- ▶ Daher ist Taktfrequenz nicht gleich Leistung.

Jahr	Prozessor	MHz	mips
1975	6502 (C64)	1	0,365
1985	80386	16	4
2005	Pentium 4	2800	5.340
2011	Core i7	3400	128.300

- ▶ Der Hauptspeicher enthält die Daten, auf die die CPU direkt zugreifen kann.
- ▶ Er enthält auch die Instruktionsfolge, die die CPU abarbeitet.
- ▶ Genau wie die CPU ist er ein Chip.
- ▶ Der Hauptspeicher muss ständig mit Strom versorgt werden, selbst wenn sich gar nichts ändert.

Beispiel eines Hauptspeicher-Riegels



Wie groß ist der Hauptspeicher?

Jahr	Typischer Hauptspeicher
1975	16 kB
1985	128 kB
1995	32 MB
2005	1 GB
2015	8 GB

Zum Vergleich: Ein Desktop-Icon hat bis zu 50kB.

Die *klassische Festplatte*:

- ▶ Festplatten bestehen aus magnetischen Scheiben, auf denen Bits durch Magnetisierung gespeichert werden.
- ▶ Im Gegensatz zum Hauptspeicher behält sie ihren Inhalt auch ohne Strom,
- ▶ kann dafür aber viel mehr speichern als der Hauptspeicher (etwa Faktor 100 bis 1000).
- ▶ Die CPU kann nicht direkt auf die Daten der Festplatte zugreifen.

Die neueren *Solid-State-Disks*:

- ▶ Sie verhalten sich wie Festplatten, sind aber physikalisch »Speicherriegel, die auch ohne Strom ihren Inhalt behalten«.
- ▶ Sie sind wesentlich teurer und schnell als Festplatten.

Beispiel einer klassischen Festplatte



Unknown author, Creative Commons Attribution Sharealike License

Wie groß sind Festplatten?

Jahr	Typische Festplattengröße
1975	--
1985	1 MB
1995	200 MB
2005	250 GB
2015	2 TB

Zum Vergleich: Ein DVD hat ca. 5 bis 9 GB.

- ▶ Die Abkürzung steht für Graphics Processing Unit.
- ▶ Sie arbeitet genau wie eine CPU,
- ▶ hat aber zusätzlich spezielle Instruktionen für Graphik wie
 - ▶ Male eine Linie von (x_1, y_1) nach (x_2, y_2) .
 - ▶ Rotiere diesen Pfeil um 30 Grad.
 - ▶ Fülle dieses Dreieck mit einer Textur.
- ▶ Wirklich benötigt werden die GPUs lediglich für 3D-Graphiken, insbesondere in Computerspielen.

Beispiel eines Graphikprozessors



Unknown author, Creative Commons Attribution Sharealike License

Gemessen wird die Geschwindigkeit von GPUS in »mflops« (statt »mips«), was für »million floating point operations per second« steht.

Jahr	mflops
1975	--
1985	--
1995	3
2005	1.000
2013	4.640.000

Die Rechenleistung von GPUs übertrifft die Leistung der CPUs.

Man missbraucht deshalb manchmal GPUs für wissenschaftliche Berechnungen.

- ▶ Programmieren auf der Ebene »Gib das Zeichen in Zeile 5, Spalte 7 aus.« ist mühselig,
- ▶ oft wissen wir bei der Programmierung gar nicht, wo das Zeichen nachher ausgegeben wird.
- ▶ Wichtiger noch: Es ist uns auch egal, wo genau es ausgegeben werden wird.
- ▶ Weiterhin ist »Speicherzelle 0« keine gute Idee, da andere Programme diese Speicherzelle vielleicht auch nutzen;
- ▶ ganz ähnlich liegen die Probleme, wenn zwei Programme gleichzeitig drucken wollen.
- ▶ Jeder Computer ist ein bisschen anders: ändert sich die Hardware, müssten die Programme umgeschrieben werden.

Die Lösung: Schichtung der Software.

- ▶ BIOS steht für *B*asic *I*nput *O*utput *S*ystem.
- ▶ Das BIOS stellt einen kleinen Satz von Programmen zur Verfügung, die sich um Dinge kümmern wie
 - ▶ Ein Zeichen auf dem Bildschirm an der aktuellen Cursorposition ausgeben.
 - ▶ Ein Zeichen von der Tastatur lesen.
 - ▶ Einen Datenblock von der Festplatte in den Speicher lesen.
- ▶ Das BIOS ist im Speicher vorhanden, sobald der Computer Strom hat.

Das *Betriebssystem* ist ein großes Programm, das folgende Dinge leistet:

- ▶ Speicherverwaltung (damit »Speicherzelle 0« von Word nicht dasselbe ist wie »Speicherzelle 0« von Mail).
- ▶ Dateiverwaltung (damit Programme auf »/home/tantau/Vorlesung.pdf« zugreifen können und nicht auf Platte 2, Zylinder 4, Spur 5, Sektor 36, Bits 341325 bis 341991).
- ▶ Prozessverwaltung (damit alle Programme gerecht Rechenzeit bekommen).

Beispiel

Windows, MacOS, Linux, Solaris, AIX.

- ▶ Die graphische Oberfläche wird auch GUI genannt (Graphical User Interface).
- ▶ Auch sie ist eine Software,
- ▶ die sich darum kümmert, die Fenster zu verwalten und Graphiken anzuzeigen.
- ▶ Das GUI wird heutzutage oft mit dem Betriebssystem verschmolzen, besonders bei Windows und MacOS.

Beispiel

Windows, MacOS, X Windows

- ▶ Anwendungsprogramme »thronen über allem«.
- ▶ Wie der Name schon sagt, werden sie direkt von Anwendern benutzt.
- ▶ Idealerweise sollten sie
 - ▶ fehlertolerant (Motto: Benutzer machen keine Fehler!),
 - ▶ schnell,
 - ▶ anpassbar,
 - ▶ intuitiv,
 - ▶ leicht erlernbar,
 - ▶ konsistent,
 - ▶ . . . und noch viele weitere schöne Eigenschaften haben.

Beispiel

Word, Mail, Spiele, Firefox

Was passiert bei einem Mausklick?

Systemtakt	Was macht der Computer?
0	Mausknopf wird gedrückt, Anwendung malt gerade Pixel 35 eines Fensters
1.000	Mauscontroller bittet um Unterbrechung, Sicherung der aktuellen Instruktionsnummer
1.050	BIOS meldet dem Betriebssystem »Mausknopf-Runter«
1.150	Betriebssystem reiht »Mausknopf-Runter« in die Systemwarteschlange ein
1.250	Rückkehr zur Anwendung und Malen von Pixeln
1.000.000	Wechsel zum Betriebssystem-Programm
1.000.500	Schaue nächstes Ereignis in der Warteschlange an
1.001.000	Graphische Oberfläche berechnet, auf welches Fenster geklickt wurde

Was passiert bei einem Mausklick?

Systemtakt	Was macht der Computer?
1.003.000	Graphische Oberfläche reiht »Mausknopf-Runter« in die Warteschlange der Anwendung des Fensters ein
1.004.000	Mail-Anwendung wird kurz ausgeführt
2.000.000	Wechsel zur Anwendung, auf die geklickt wurde
2.050.000	Anwendung schaut sich ihre Warteschlange an
2.051.000	Anwendung beginnt, Instruktionen auszuführen, die sich um den Mausklick kümmern.

Hardware

Computer sind programmierbare Geräte, die aus CPU, GPU, Hauptspeicher, Festplatte und Peripherie bestehen.

Software

- ▶ Programme sind Instruktionsfolgen.
- ▶ Durch Schichtung in BIOS, Betriebssystem, GUI und Anwendungen wird das Programmieren überhaupt erst möglich.

Moore's Law

Die Leistungsfähigkeit aller Komponenten verdoppelt sich etwa alle zwei Jahre.