

1.8 Grundlagen elektronischer Datenverarbeitung

Lerninhalte 01 Grundprinzipien der elektronischen Datenverarbeitung

Grundprinzipien der elektronischen Datenverarbeitung

Entwicklungsschritte zur automatisierten Verarbeitung von Informationen

Im Jahr 1900 fanden Schwammtaucher in einem Schiffswrack vor der griechischen Insel Antikythera einen Mechanismus aus dem 1. Jahrhundert v. Chr., mit dem wahrscheinlich Informationen zu Himmelskörpern dargestellt werden konnten. Dazu wurden die Bewegungen der Sonne, des Mondes und der Planeten am Himmel mit Hilfe von Zahnrädern und Zifferblättern simuliert.



Mechanismus von Antikythera.

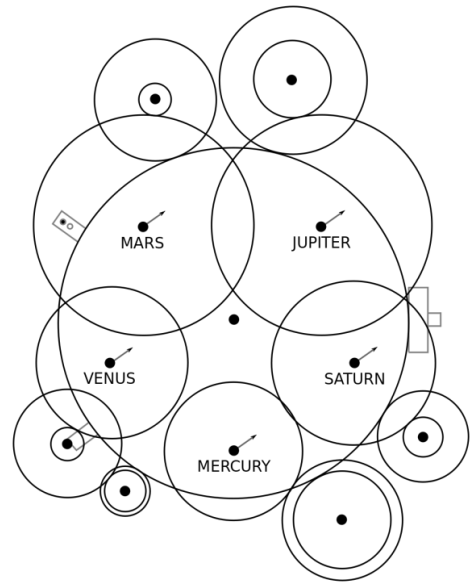
Foto: Deutsches Museum

Geräte zur Verarbeitung und Darstellung von Informationen wurden in Mitteleuropa erst ab dem Mittelalter gebaut und enthielten weniger Details, sind dafür aber teilweise gut erhalten. Die Abbildung rechts zeigt eine Tierkreisuhr mit Mondphasen-Anzeige in der Marienkirche Rostock. (Quelle: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e9/768px-Rostock_Marienkirche_Astronomische_Uhr_2011-02-12.jpg; User: Schiwago)

A Bearbeite das Arbeitsblatt 01: Automaten

- Maschinen, die ein Programm abarbeiten, also selbsttätig nacheinander bestimmte Aktionen ausführen, nennt man **Automat**. Beispiele für Automaten sind Getränkeautomaten, Fahrkartenautomaten, Kaffeeautomaten, Mikrowellengeräte oder Spieluhren.
- Die prinzipielle Arbeitsweise eines Computers lässt sich auf die drei folgenden grundsätzlichen Schritte reduzieren:
Eingabe – Verarbeitung – Ausgabe (EVA).

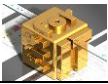
Die Geschichte der Null - Sieh dir dazu das Video von Nixdorf Schulpraxis an.
(vgl. 18-materialien\die-geschichte-der-null\ - Dauer: ca. 25 Minuten)



Vorschlag für die Zuordnung von Planeten in dem Mechanismus von Antikythera.

Quelle: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/0/06/Antikythera-proposed-1.svg/1000px-Antikythera-proposed-1.svg.png>;
User: Lead holder





1.8 Grundlagen elektronischer Datenverarbeitung

Lerninhalte 01 Grundprinzipien der elektronischen Datenverarbeitung

Die ersten mechanischen Rechenmaschinen wurden ebenfalls mechanisch betätigt. Im Jahr 1623 baute Wilhelm Schickard die erste Rechenmaschine der Neuzeit. Später wurden viele ähnlich funktionierende Rechenmaschinen hergestellt, von denen heute noch einige funktionsfähig sind.



Schaltschwingenmaschine ca. 1935,
Animation: 18\18-materialien\animationen\
schaltschwingenmaschine\
schaltschwingenmaschine.htm
Quelle: Mechanisches MaschinenMuseum,
PH Ludwigsburg, Prof. Erhard Anthes
[http://www.ph-ludwigsburg.de/fileadmin/
subsites/2e-imix-t-1/user_files/mmm/mmm_online/](http://www.ph-ludwigsburg.de/fileadmin/subsites/2e-imix-t-1/user_files/mmm/mmm_online/)



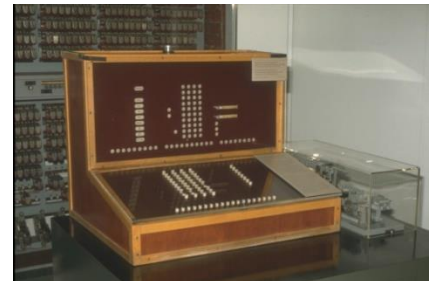
Sprossenradmaschine, ca. 1928,
Animation: 18\18-materialien\animationen\
sprossenradmaschine\sprossenradmaschine.htm
Quelle: Mechanisches MaschinenMuseum,
PH Ludwigsburg, Prof. Erhard Anthes
[http://www.ph-ludwigsburg.de/fileadmin/
subsites/2e-imix-t-01/user_files/mmm/mmm_online/](http://www.ph-ludwigsburg.de/fileadmin/subsites/2e-imix-t-01/user_files/mmm/mmm_online/)

Der erste Entwurf einer programmierbaren mechanischen Rechenmaschine stammt aus dem Jahr 1837 von dem britischen Mathematikprofessor Charles Babbage (1791-1871). Die *Analytical Engine* sollte von einer Dampfmaschine angetrieben werden und einen Speicher für 1000 Wörter zu 50 Dezimalstellen beinhalten (das entspricht gut 20 Kilobyte). Sie wurde allerdings nicht fertiggestellt, weil Babbage nicht die finanziellen Mittel für den Bau beschaffen konnte.

Dagegen wurde die Entwicklung *digitaler* Computer sinnvoll, nachdem **Schalter** entwickelt wurden, die elektromagnetisch geöffnet und geschlossen werden (Relais).

1941 stellte **Konrad Zuse** den weltweit ersten programm-gesteuerten Rechenautomaten fertig. Dieser **Z3** genannte Rechner entsprach in den Grundzügen Babbages Maschine, allerdings **codierte** Zuse die **Daten und Befehle binär** und benutzte Relais.

Dieser erste Computer enthielt 2600 Relais, die Speicherkapazität betrug 64 Zahlen mit jeweils 7 Dezimalstellen. Parallel dazu entwickelte Howard H. Aiken in den USA einen Rechenautomaten, den **MARK I**. Aiken nannte den 1944 fertiggestellten Rechner „Automatic Sequence Controlled Computer“ (ASCC). Damit wurde zum ersten Mal der Begriff **Computer** verwendet.



Funktionsfähige Rekonstruktion der
Z3 im Deutschen Museum München

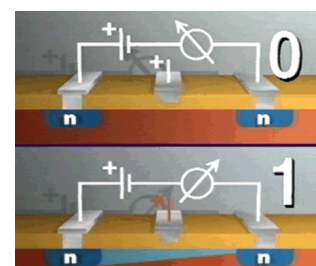


In der Z3 wurden Relais verwendet
Foto: Deutsches Museum

Die *elektronische* Datenverarbeitung wurde nach der Erfindung des **Transistors** möglich. In der Grafik rechts ist das Funktionsprinzip von Transistoren dargestellt:

Sie werden aus Halbleitern hergestellt, deren elektrischer Widerstand durch Anlegen einer elektrischen Spannung steuerbar ist. Dadurch kann ein Transistor im Prinzip wie bei einem Lichtschalter ein- (1) und ausgeschaltet (0) werden.

Mit der Verwendung von integrierten Schaltkreisen (**IC** - engl. integrated circuit) begann die technische Revolution in der elektronischen Datenverarbeitung. Bei einem IC werden alle Komponenten auf einem kleinen Plättchen des Halbleitermaterials (**Chip**) aufgebracht.





1.8 Grundlagen elektronischer Datenverarbeitung

Lerninhalte 01 Grundprinzipien der elektronischen Datenverarbeitung

Verarbeitung binär codierter Daten

Um die Funktionsweise eines Computers verstehen zu können, muss man wissen, wie binär codierte Daten verarbeitet werden.

A Bearbeite das Arbeitsblatt 02, S. 1: Binäre Darstellung von Daten (Wiederholung)

Wie du schon im Modul Modul 1.4 *Informationsaustausch* erfahren hast, werden für die Verarbeitung mit einem Computer alle Daten binär codiert („als Folge von Einsen und Nullen“), z. B. im ASCII-Code. Dasselbe gilt auch für Bilddaten und Audiodaten.

Deshalb reicht es aus, wenn ein Computer Dualzahlen verarbeiten kann. Und da sich alle Grundrechenarten auf die Addition zurückführen lassen, **muss ein Computer zunächst nur addieren können**.

A Bearbeite das Arbeitsblatt 02, S. 2: Addition von Dualzahlen

Im Dualsystem kann man ganz ähnlich zählen wie im Dezimalsystem .

Nur kommt schon nach der 1 wieder die 0 und die nächsthöhere Stelle erhöht sich – wie im Dezimalsystem nach der 9 wieder die 0 kommt und sich die nächsthöhere Stelle erhöht.

Im Dezimalsystem gilt z. B.: $1+1=2$ oder $9+1=10$, im Dualsystem gilt: $1+1=10$.

➤ Für die Addition zweier einstelliger Dualzahlen gibt es insgesamt nur vier Möglichkeiten:

- „Null plus Null gibt Null“
- „Null plus Eins gibt Eins“
- „Eins plus Null gibt Eins“
- „Eins plus Eins gibt Null, Übertrag eins“

0	0	1	1
+0	+1	+0	+1
0	1	1	10

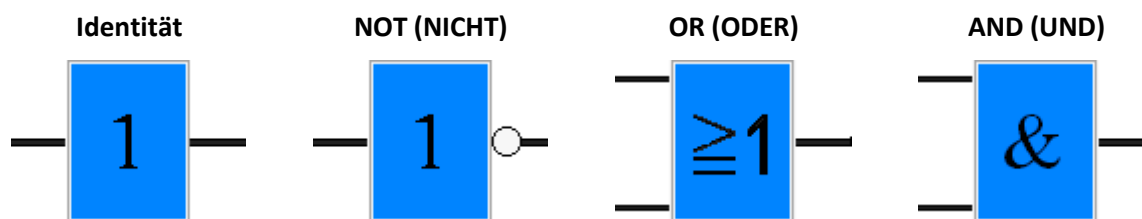
Logische Schaltungen

Neben dem Addieren **müssen Computer auch vergleichen können**. Dazu werden logische Schaltungen verwendet. Die vier wichtigsten Grundsaltungen (**Gatter**) sollen nun vorgestellt werden.

Zum besseren Verständnis werden diese Schaltungen mit einem elektrischen Modell verglichen, indem Schalter verwendet werden, die das gleiche Verhalten zeigen.

A Bearbeite das Arbeitsblatt 03: Logische Grundfunktionen

Die vier wichtigsten Logikgatter werden mit Schaltsymbolen dargestellt.



➤ Zwei oder mehr Gatter lassen sich zu einer **logischen Schaltung** verbinden.

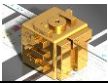
Mit Hilfe logischer Schaltungen können also binär codierte Daten verarbeitet werden. Ein Computer muss zunächst vor allem Bits vergleichen und addieren können.

A Bearbeite das Arbeitsblatt 04: Binär codierte Daten vergleichen und addieren

➤ Bei der **Äquivalenzschaltung** $E1 \wedge E2 \vee \overline{E1} \wedge \overline{E2}$ („E1 UND E2 ODER NICHT E1 UND NICHT E2“) wird der Ausgang immer auf 1 gesetzt („wahr“), wenn die beiden Eingänge gleich sind.

➤ Ein **Halbaddierer** zur Addition zweier einstelliger Dualzahlen benötigt zwei Ausgänge.

- Übertrag: $E1 \wedge E2$
- Summe: $\overline{E1} \wedge E2 \vee E1 \wedge \overline{E2}$



1.8 Grundlagen elektronischer Datenverarbeitung

Lerninhalte 01 Grundprinzipien der elektronischen Datenverarbeitung

Modell eines Computers

Mit den beschriebenen logischen Schaltungen kann man im Prinzip einen einfachen Rechenautomaten konstruieren. Um zwei Zahlen zu multiplizieren, wiederholt man eine Addition so lange, bis eine bestimmte Anzahl an Wiederholungen erreicht ist. Auch die übrigen Grundrechenarten lassen sich auf die Addition zurückführen. *Was ist aber das Besondere eines Computers im Vergleich zum Automaten?*

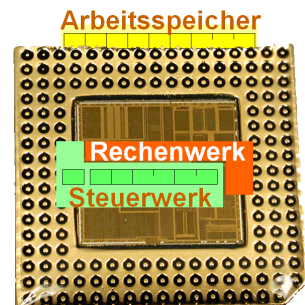
Die ersten Computer waren tatsächlich lediglich Rechenmaschinen, die einfacher programmierbar waren und schneller rechnen konnten als die mechanischen Vorgänger. Das änderte sich in den Jahren nach 1945 durch eine bahnbrechende Neuerung:

Die Von-Neumann-Architektur

Dass ein Computer vielseitiger ist als ein Automat, liegt im Wesentlichen daran, dass im Computer **Daten und Programme** binär codiert in einem Speicher abgelegt werden und während des Programmablaufs geändert werden können.

Dieses Konzept geht auf einen Vorschlag des amerikanischen Mathematikers John von Neumann zurück. Er stellte die nach ihm benannte Rechnerarchitektur im Jahr 1945 vor. Danach sollte die Zentraleinheit eines Computers aus einem **Steuerwerk**, einem **Rechenwerk** und einer **Speichereinheit** bestehen.

Der Speicher wird in fortlaufend durchnummerierte Zellen eingeteilt.



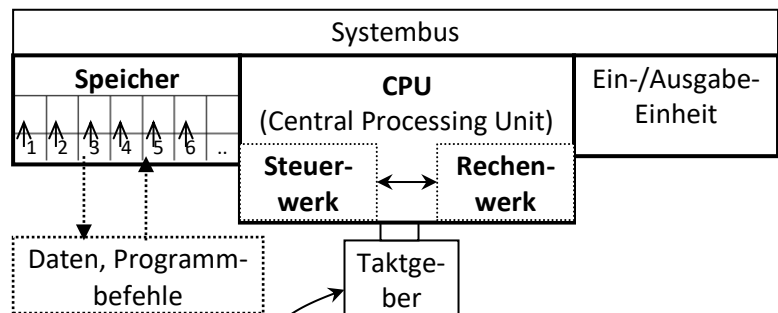
A Bearbeite die Arbeitsblätter 05 und 06: Funktionsweise eines von-Neumann-Rechners I und II

Bisher wurde festgehalten, dass ein Prozessor **addieren** und **vergleichen** können muss. Darüber hinaus muss er auch noch

- einen **Wert** in den **Speicher schreiben** oder daraus **lesen** sowie
- zur nächsten oder einer beliebigen Speicheradresse **springen** können.

Bis heute beruhen die meisten Computer auf der Von-Neumann-Architektur:

- Über den **Systembus** (Gesamtheit der Verbindungsleitungen) werden Daten zwischen den Komponenten eines Von-Neumann-Rechners transportiert.
- Das Steuerwerk und das Rechenwerk sind in der **CPU** zusammengefasst.
- Der Taktgeber gibt elektrische Impulse in einer bestimmten Frequenz ab. Dadurch löst er die Schaltvorgänge aus.



So können Schaltprozesse automatisch ablaufen. Im Prinzip funktioniert das in einem PC auf diese Weise, nur mit Taktfrequenzen von mehreren Gigahertz, also mehreren Milliarden Schaltvorgängen pro Sekunde, und mit vielen Millionen Transistoren.

Die Taktfrequenz ist eines der wichtigen Leistungsmerkmale eines Computers. Sie bestimmt, wie viele Schaltvorgänge pro Sekunde stattfinden. Weitere Leistungsmerkmale sind:

- Die Taktfrequenz des Bussystems.
- Die Geschwindigkeit und Größe des Arbeitsspeichers (RAM – Random Access Memory).
- Die Effizienz der Befehlsbearbeitung in der CPU:
Diese wird zum Beispiel auch durch die Entwicklung von Mehrkernprozessoren verbessert (Dualcore, Quadcore). Dadurch können Befehle parallel abgearbeitet werden.
- Eine moderne CPU verfügt z. B. auch über Pufferspeicher (Cache), um die Zugriffe auf die Daten zu beschleunigen.

Wie entsteht ein CHIP? - Sieh dir dazu das Video der Firma INFINEON-Technologies an.
(vgl. 18-materialien\infineon\ - Dauer: 16 Minuten)