

Von-Neumann-Rechner

- Im Jahre 1945 von John von Neumann vorgeschlagenes **Konzept zur Gestaltung eines universellen Rechners**, der technischen, wissenschaftlichen und kommerziellen Anforderungen gerecht wird.
- Von einigen wenigen Ausnahmefällen abgesehen, orientieren sich die heutigen Rechenanlagen an der Struktur dieses klassischen Universalrechners.

Von-Neumann-Prinzipien (1)

1. Der Rechner besteht aus **fünf Funktionseinheiten**:
 - Steuerwerk
 - Rechenwerk
 - Speicher
 - Eingabewerk
 - Ausgabewerk

Von-Neumann-Prinzipien (2)

2. Die **Struktur** des Von-Neumann-Rechners ist **unabhängig von den zu bearbeitenden Problemen**.

Zur Lösung eines Problems muß von außen eine Bearbeitungsvorschrift, das Programm, eingegeben und im Speicher abgelegt werden. Ohne dieses Programm ist die Maschine nicht arbeitsfähig.

3. Programme, Daten, Zwischen- und Endergebnisse werden in demselben Speicher abgelegt.

Von-Neumann-Prinzipien (3)

4. Der Speicher ist in gleichgroße Zellen unterteilt, die fortlaufend durchnummeriert sind. Über die Nummer (Adresse) einer Speicherzelle kann deren Inhalt abgerufen oder verändert werden.
5. Aufeinanderfolgende Befehle eines Programms werden in aufeinanderfolgenden Speicherzellen abgelegt. Das Ansprechen des nächsten Befehls geschieht vom Steuerwerk aus durch Erhöhen der Befehlsadresse um Eins.
6. Durch Sprungbefehle kann von der Bearbeitung der Befehle in der gespeicherten Reihenfolge abgewichen werden.

Von-Neumann-Prinzipien (4)

7. Es gibt zumindest

- arithmetische Befehle wie Addieren, Multiplizieren, Konstanten laden usw.;
- logische Befehle wie Vergleiche, logisches NICHT, UND, ODER usw.;
- Transportbefehle, z.B. vom Speicher zum Rechenwerk und für die Ein-/Ausgabe;
- bedingte Sprünge;

Von-Neumann-Prinzipien (5)

- sonstige Befehle wie Schieben, Unterbrechen, Warten usw.

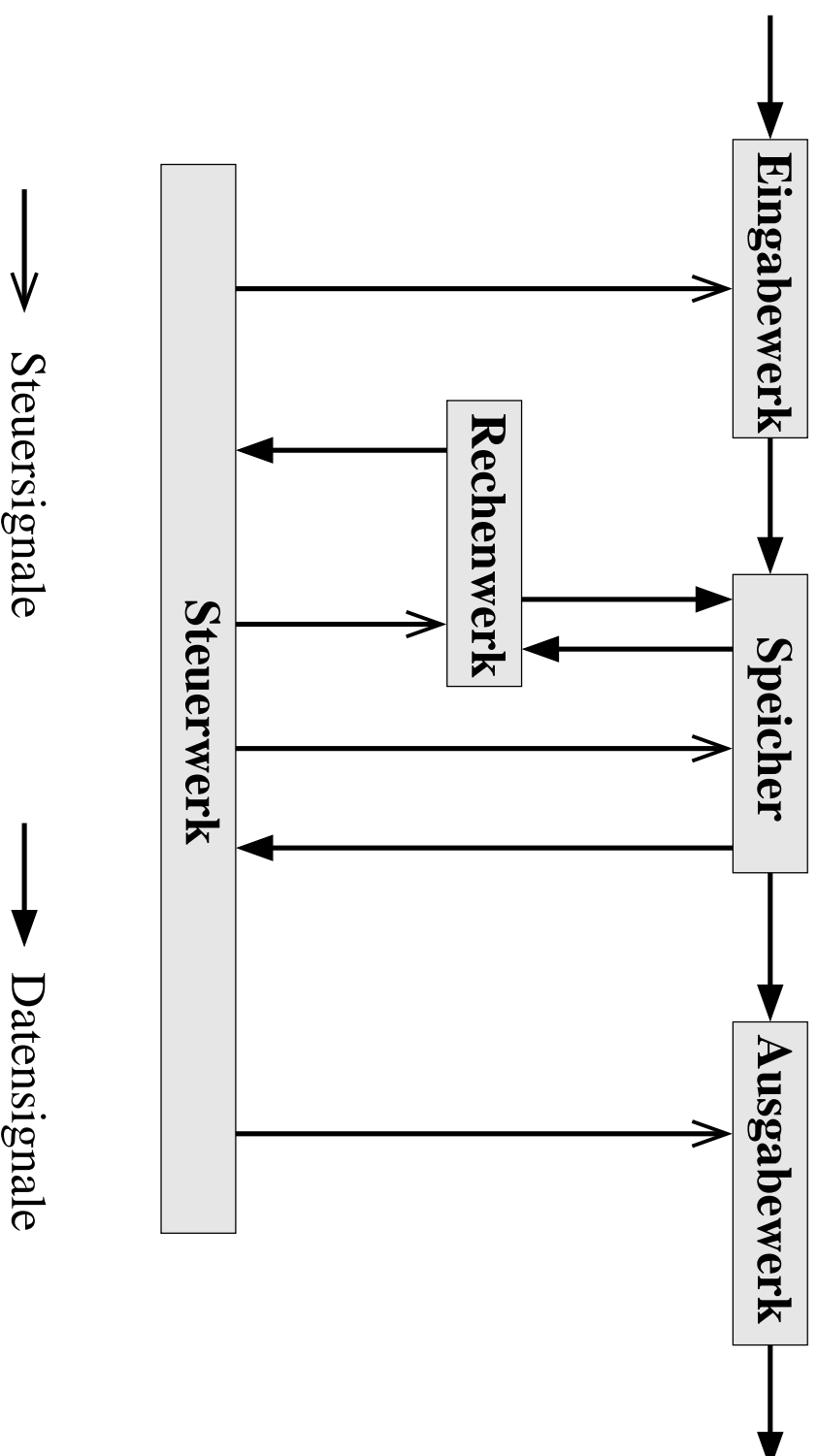
Alle diese Befehle können in verschiedenen Adressierungsarten ausgeführt werden.

8. Alle Daten (Befehle, Adressen usw.) werden binär codiert. Geeignete Schaltwerke im Steuerwerk und an anderen Stellen sorgen für die richtige Entschlüsselung (Decodierung).

Bemerkung:

Die Von-Neumann-Prinzipien erinnern stark an die Struktur imperativer Programmiersprachen.

Skizze Von-Neumann-Architektur



Wesentliche Komponenten eines Von-Neumann-Rechners

Rechenwerk Durchführung von Rechenoperationen und logischen Verknüpfungen

Speicher Speicherung von Programmen und Daten

Steuerwerk Steuerung des Programmablaufs

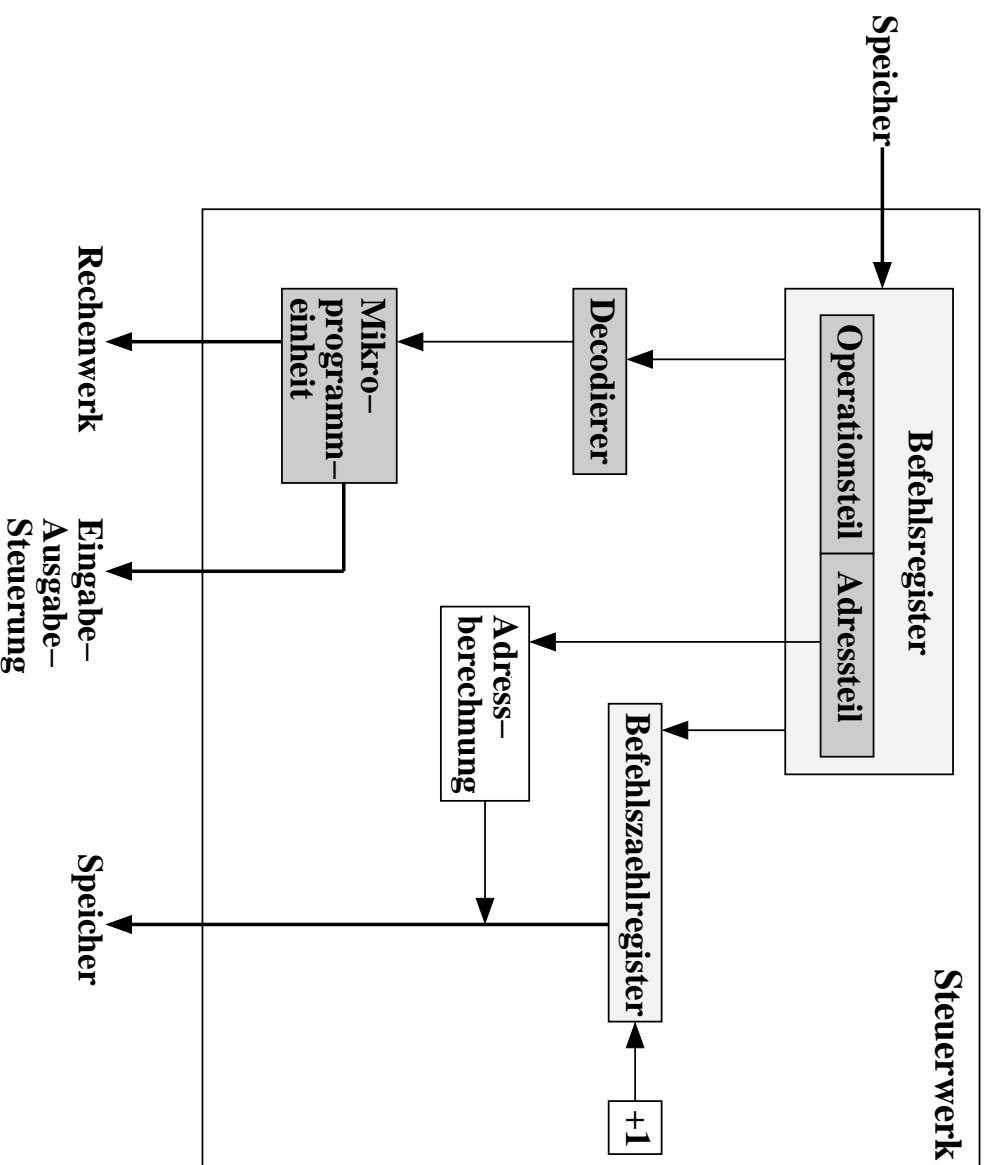
Eingabewerk Eingabe von Daten und Programmen

Ausgabewerk Ausgabe von Daten und Programmen

Aufgaben des Steuerwerks

- **Laden** der Befehle aus dem Speicher in der richtigen Reihenfolge
- **Decodierung** der Befehle
- **Interpretation** der Befehle
- **Versorgung** der an der Ausführung der beteiligten Funktionseinheiten mit den nötigen Steursignalen

Skizze Steuerwerk



Komponenten des Steuerwerks (1)

Befehlsregister enthält den Befehl, der gerade ausgeführt wird; besteht aus **Operationsteil** und **Adreßteil**.

Decodierer entschlüsselt den Operationsteil; wählt für jeden möglichen Operationscode genau eine Eingangsleitung der Mikroprogramm Einheit aus.

Befehlszählregister speichert die Adresse des nächsten auszuführenden Befehls.

Nach der Ausführung eines Befehls wird der Inhalt um 1 erhöht; bei Sprungbefehlen wird eine im Adreßteil des Befehls stehende Adresse in das Befehlszählregister kopiert.

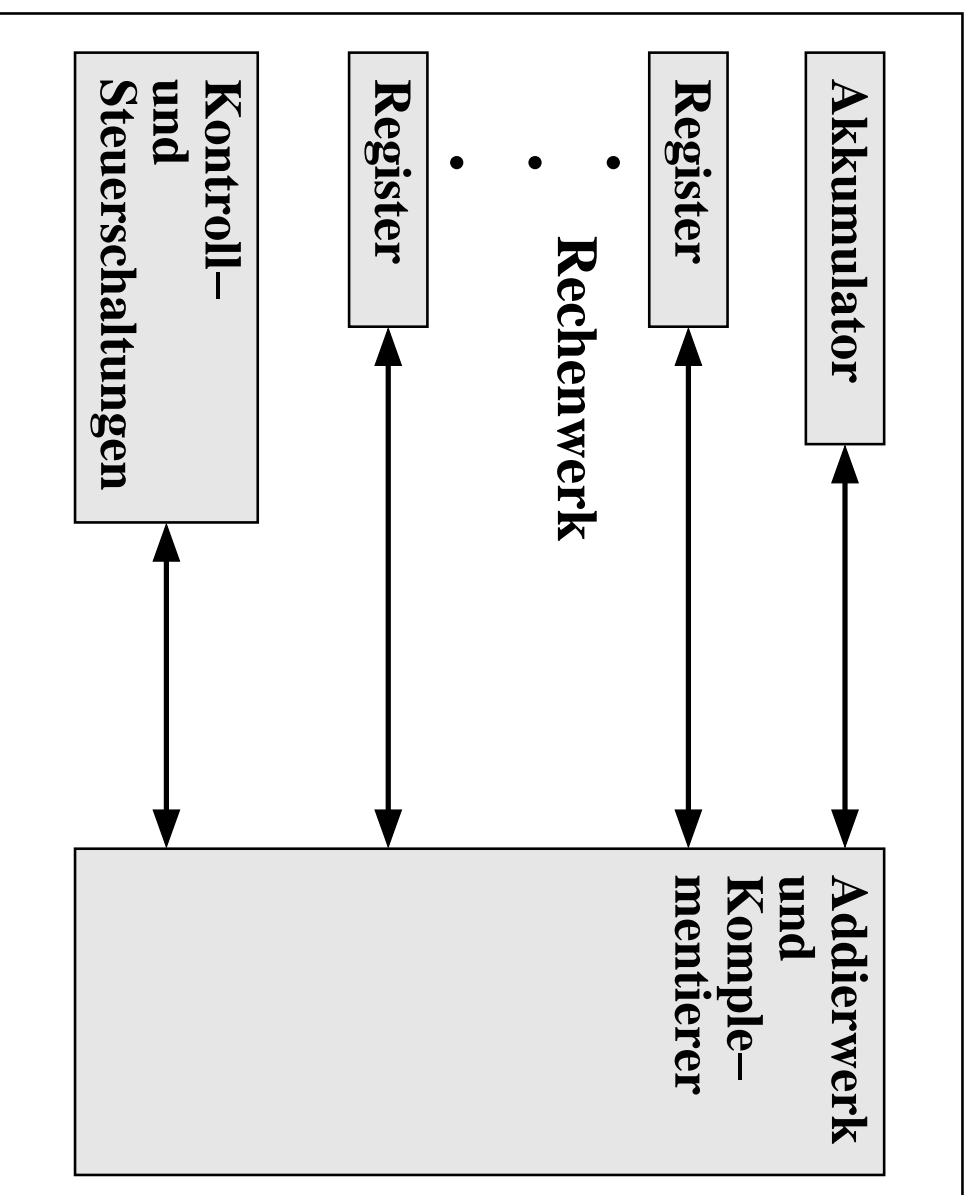
Komponenten des Steuerwerks (2)

Mikroprogramm Einheit erzeugt eine Folge von Signalen zur Ausführung des Befehls (mit Hilfe der decodierten Informationen des Operationscodes).

Rechenwerk

- Durchführung arithmetischer (z.B. Addition, Subtraktion) und logischer Verknüpfungen (z.B. und, oder, nicht)
- auch ALU (Arithmetic Logical Unit) genannt
- die für die Verknüpfung notwendigen Operanden werden vom Steuerwerk geliefert

Skizze Rechenwerk



Komponenten des Rechenwerks (1)

Addierer und Komplementierer sind die grundlegenden Verknüpfungselemente des Rechenwerks, da alle arithmetischen Operationen auf

- Verschieben der Stellen im Register
- Stellenweises Komplementieren ($0 \rightarrow 1, 1 \rightarrow 0$)
- Addieren

zurückgeführt werden können

Komponenten des Rechenwerks (2)

Steuersignale erhält das Rechenwerk vom Steuerwerk. Sie sind notwendig für die richtige Durchführung der arithmetischen Operationen.

Register (Hilfs- und Zwischenregister) z.B. zum Speichern der Operanden

Akkumulator enthält das Ergebnis

Operationssteuerung sorgt dafür, daß die durch das Steuerwerk veranlaßten Rechenoperationen korrekt ablaufen