

# 64-040 Modul IP7: Rechnerstrukturen

[http://tams.informatik.uni-hamburg.de/  
lectures/2012ws/vorlesung/rs](http://tams.informatik.uni-hamburg.de/lectures/2012ws/vorlesung/rs)

– Kapitel 1 –

Andreas Mäder



Universität Hamburg  
Fakultät für Mathematik, Informatik und Naturwissenschaften  
Fachbereich Informatik

**Technische Aspekte Multimodaler Systeme**

Wintersemester 2012/2013

# Kapitel 1

## Einführung



# Informatik

## Brockhaus-Enzyklopädie: „Informatik“

*Die Wissenschaft von der systematischen Verarbeitung von Informationen, besonders der automatischen Verarbeitung mit Hilfe von Digitalrechnern (→ Computer). ...*

# Informatik

**Brockhaus-Enzyklopädie: „Informatik“**

*Die Wissenschaft von der systematischen Verarbeitung von Informationen, besonders der automatischen Verarbeitung mit Hilfe von Digitalrechnern (→ Computer). ...*

# Informatik

## Brockhaus-Enzyklopädie: „Informatik“

*Die Wissenschaft von der systematischen Verarbeitung von Informationen, besonders der automatischen Verarbeitung mit Hilfe von Digitalrechnern (→ Computer). ...*

Thema in Rechnerstrukturen: *Wie funktioniert ein Digitalrechner?*

- ▶ Wie wird Information (Zahlen, Zeichen) repräsentiert / codiert
- ▶ technisches Grundverständnis der Funktionskomponenten

# Inhalt und Lernziele

## Kennenlernen der Themen

- ▶ Prinzip des von-Neumann-Rechners
- ▶ Zahldarstellung, Rechnerarithmetik, Codierung
- ▶ Abstraktionsebenen, Hardware/Software-Schnittstelle
- ▶ Befehlssätze und Maschinenprogrammierung (Assembler)
- ▶ Befehlsabarbeitung in Prozessoren, Pipelining
- ▶ Adressierungsarten, Speicherhierarchie und -verwaltung
- ⇒ Informatik Basiswissen
- ⇒ Bewertung von Trends und Perspektiven
- ⇒ Fähigkeit zum Einschätzen zukünftiger Entwicklungen
- ⇒ Chancen und Grenzen der Miniaturisierung

# Motivation

## Wie funktioniert ein Digitalrechner?

Warum ist das überhaupt wichtig?

- ▶ Informatik ohne Digitalrechner undenkbar
- ▶ Grundverständnis der Interaktion von SW und HW
- ▶ zum Beispiel für „performante“ Software
- ▶ Variantenvielfalt von Mikroprozessorsystemen
  - ▶ Supercomputer, Server, Workstations, PCs, ...
  - ▶ Medienverarbeitung, Mobile Geräte, ...
  - ▶ RFID-Tags, Wegwerfcomputer, ...

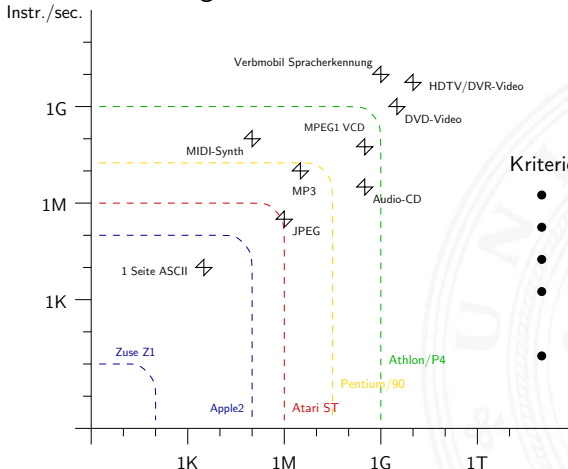
# Fortschritt

1. ständige technische Fortschritte in Mikro- und Optoelektronik mit einem weiterhin *exponentiellen* Wachstum (50 %...100 % pro Jahr)
    - ▶ Rechenleistung von Prozessoren („Performance“)
    - ▶ Speicherkapazität Hauptspeicher (DRAM, SRAM, FLASH)
    - ▶ Speicherkapazität Langzeitspeicher (Festplatten, FLASH)
    - ▶ Bandbreite (Netzwerke)
  2. neue Entwurfsparadigmen und -Werkzeuge
- ⇒ Möglichkeiten und Anwendungsfelder
- ⇒ Produkte und Techniken



# Fortschritt (cont.)

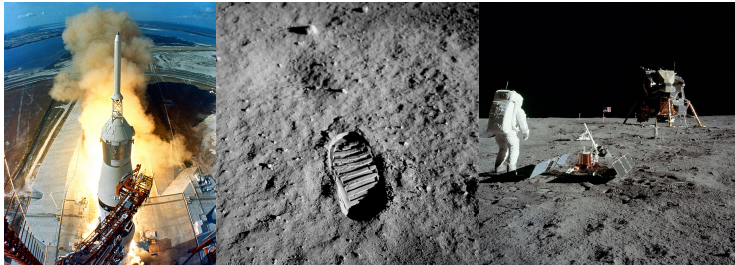
## neue Anwendungsfelder



### Kriterien:

- MIPS
- MBytes (RAM, Platte)
- Mbps
- MPixel
- jede Rechnergeneration erlaubt neue Anwendungen

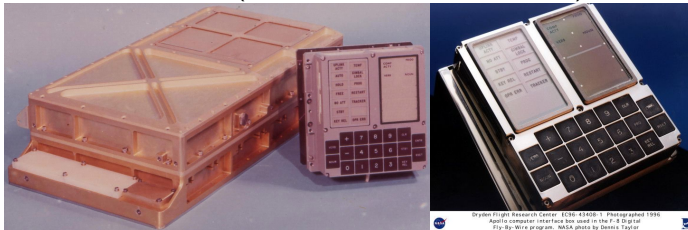
## Beispiel: Apollo 11 (1969)



- ▶ [www.bernd-leitenberger.de/computer-raumfahrt1.shtml](http://www.bernd-leitenberger.de/computer-raumfahrt1.shtml)
- ▶ [www.hq.nasa.gov/office/pao/History/computers/Compspace.html](http://www.hq.nasa.gov/office/pao/History/computers/Compspace.html)
- ▶ [en.wikipedia.org/wiki/Apollo\\_Guidance\\_Computer](http://en.wikipedia.org/wiki/Apollo_Guidance_Computer)
- ▶ [en.wikipedia.org/wiki/IBM\\_System/360](http://en.wikipedia.org/wiki/IBM_System/360)

# Beispiel: Apollo 11 (1969) (cont.)

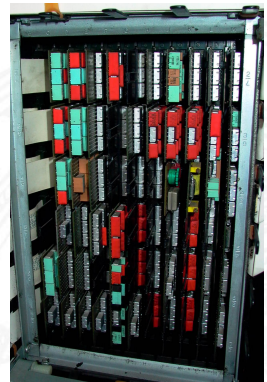
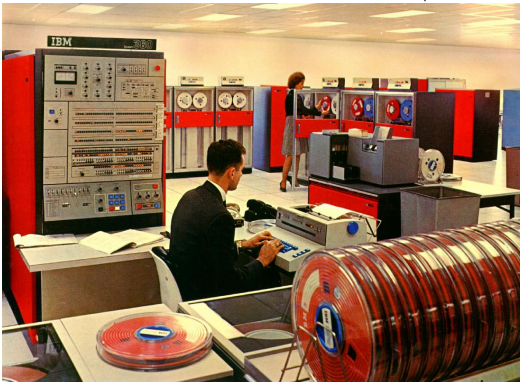
## 1. Bordrechner: AGC (Apollo Guidance Computer)



- ▶ Dimension  $61 \times 32 \times 15,0 \text{ cm}$  31,7 kg  
 $20 \times 20 \times 17,5 \text{ cm}$  8,0 kg
- ▶ Taktfrequenz: 1,024 MHz
- ▶ Addition  $20 \mu\text{s}$
- ▶ 16-bit Worte, nur Festkomma
- ▶ Speicher ROM 36 KWorte 72 KByte Zykluszeit 11,7 ms (85 Hz)  
 RAM 2 KWorte 4 KByte

# Beispiel: Apollo 11 (1969) (cont.)

## 2. mehrere Großrechner: IBM System/360 Model 75s



## Beispiel: Apollo 11 (1969) (cont.)

- ▶ je nach Ausstattung: Anzahl der „Schränke“
- ▶ Taktfrequenz: bis 5 MHz
- ▶ 32-bit Worte, 24-bit Adressraum (16 MByte)
- ▶ Speicherhierarchie: bis 1 MByte Hauptspeicher (1,3 MHz Zykluszeit)
- ▶ (eigene) Fließkomma Formate
- ▶ Rechenleistung: 0,7 Dhrystone MIPS

### ▶ Heute...

	CPU	Cores	[MIPS]	$F_{clk}$ [GHz]
Smartphone	Qualcomm Krait	dual	9 900	1,5
Desktop PC	Core i7 3960X	hex	177 730	3,33

# Konsequenzen

- ▶ wegen technischer Entwicklung: kein „stationärer Zustand“
- ▶ Perspektiven/Roadmaps derzeit bis über 2025 hinaus. . .
- ▶ Details zu Rechnerorganisation veralten schnell  
aber die Konzepte bleiben gültig (!)
- ▶ Schwerpunkt der Vorlesung auf dem „Warum“  
Ziel: ein Gefühl für Größenordnungen entwickeln
- ▶ Software entwickelt sich teilweise viel langsamer:  
LISP seit 1958, Prolog 1972, Smalltalk/OO 1972, usw.