

# Einführung

---

## Betriebssysteme WS 2009/2010



**Jörg Kaiser**  
**IVS – EOS**

**Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg**

# Preisfragen:

---

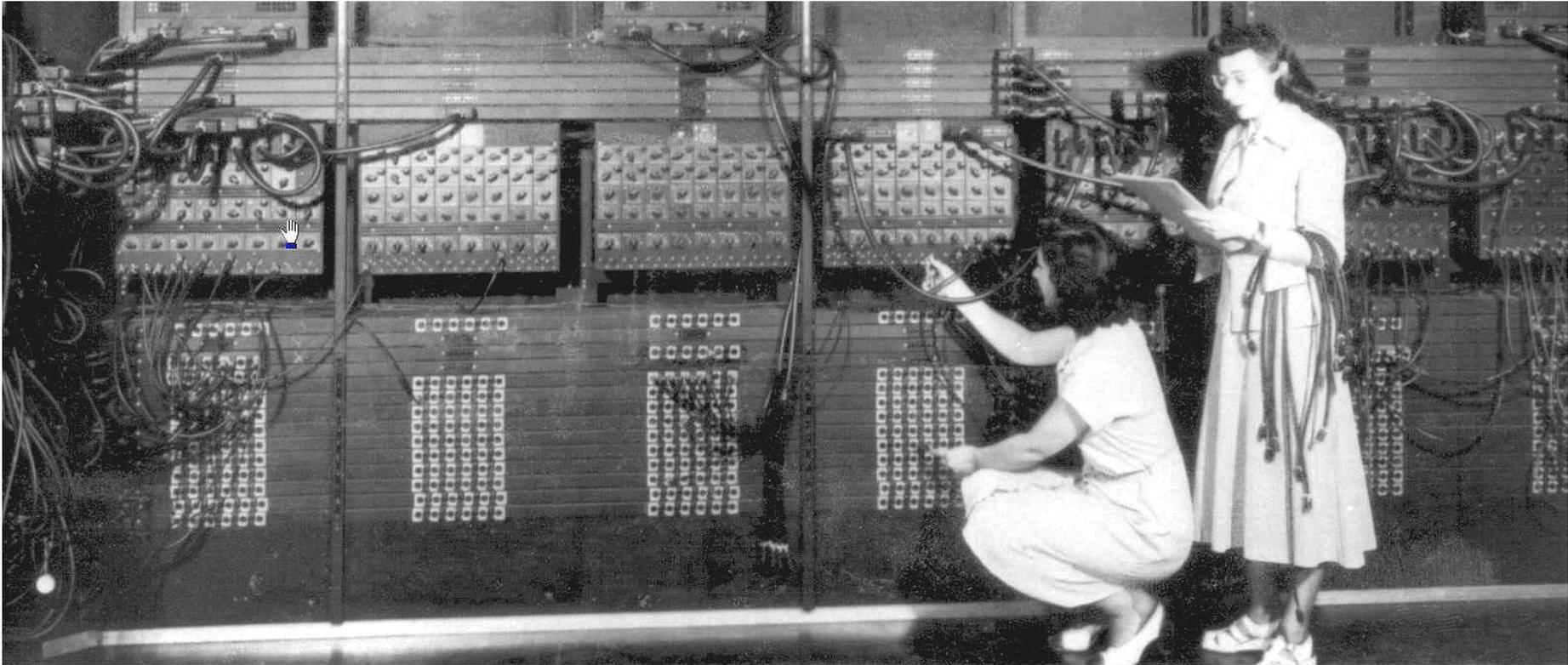
**Was ist ein Betriebssystem?**

**Wozu braucht man ein Betriebssystem?**



# Programmierung des ENIAC (1945)

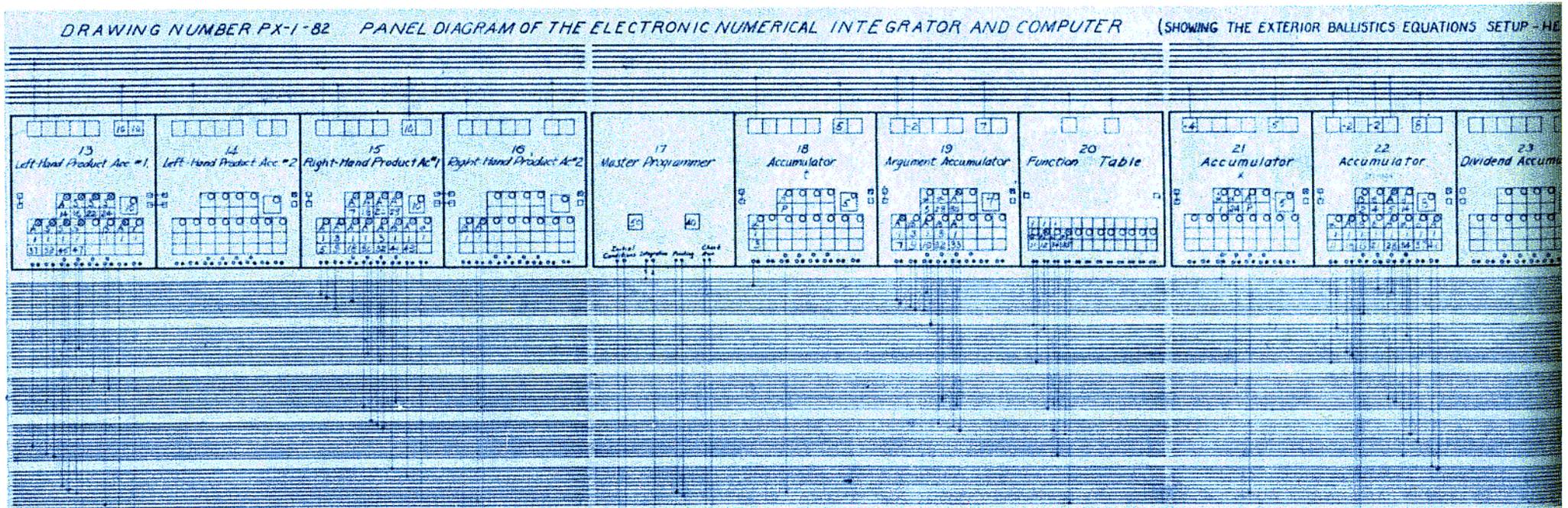
---



**Gloria Gordon and Ester Gerston at work on the ENIAC**



# Programmierung des ENIAC

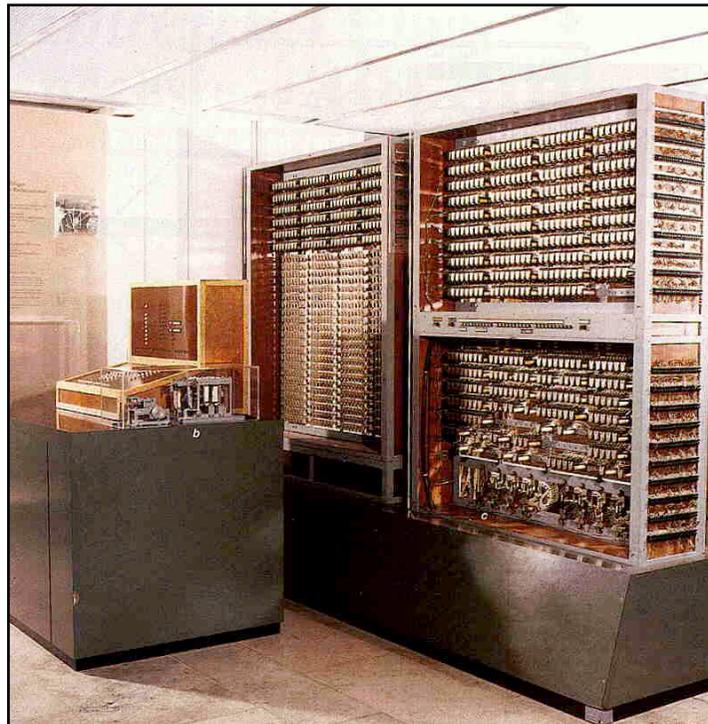


---

Die Anwendungen der frühen Rechner hatten keine Betriebssystemunterstützung.

Welche Konsequenz hat das Fehlen eines Betriebssystems?

Gibt es auch heute noch Anwendungen, bei denen kein BS benötigt wird?



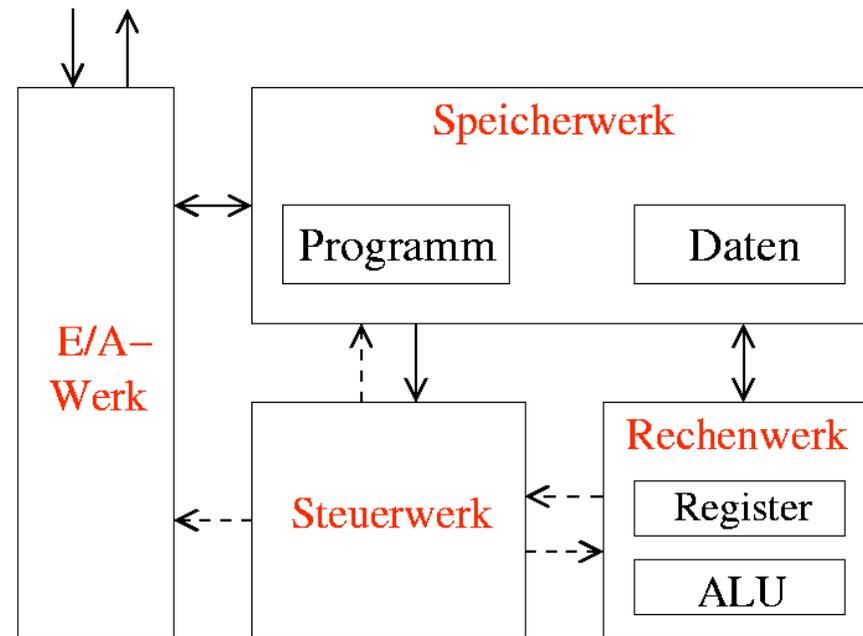
Zuse Z1: 1941



## seit 1945: Von-Neumann Architektur (John von Neumann)

---

- **Speicherwerk** enthält Programme und Daten
- **Rechenwerk** mit ALU und Registern
- zentrales **Steuerwerk** mit „*fetch-decode-execute*“ Instruktions-zyklus
- **Ein-/Ausgabe-Werk** mit Datenumwandlung



## Probleme für den Programmierer

---

Programmieren auf der "nackten" CPU-Hardware wie bei ENIAC ist aufwändig, fehleranfällig und nicht auf andere CPUs zu übertragen.

Häufig benutzte Funktionen, z.B. Eingabe und Ausgabe müssen für jede Anwendung neu programmiert werden.

Es besteht im Allgemeinen eine große Diskrepanz zwischen den Eingabe und Ausgabegeschwindigkeit und der Arbeitsgeschwindigkeit des Prozessors.

Keine Unterstützung um mehrere Anwendungen im Speicher zu halten und auszuführen.



**Bessere Hardware/Software-Schnittstelle**



**Unterstützung einer Ausführungsumgebung für Anwendungen**



# Definition: Betriebssystem

---

## BS als Schnittstellen- Manager

**Hofstadter** *The operating system is itself a program which the functions of shielding the bare machine from access (thus protecting the system), and also of insulating the programmer from the many extremely intricate and messy problems of reading the program, calling a translator, running translated program, directing the output to the proper channels the proper time, and passing control to the next user.*

- **Silberschatz/Galvin** Ein Programm, das als *Vermittler zwischen Rechnernutzer und Rechnerhardware* fungiert. Der Sinn des Betriebssystems ist es, eine Umgebung bereitzustellen, in der Benutzer bequem und effizient Programme ausführen können.



# Definition: Betriebssystem

---

## BS als Ausführungsumgebungs-Manager

- **Lexikon der Informatik** *Summe derjenigen Programme, die als residenter Teil einer EDV-Anlage für den Betrieb der Anlage und für die Ausführung der Anwenderprogramme erforderlich ist.*
- **DIN 44300** *Die Programme eines digitalen Rechensystems, die zusammen mit den Eigenschaften der Rechenanlage die Grundlage der möglichen Betriebsarten des digitalen Rechensystems bilden und insbesondere die Abwicklung von Programmen steuern und überwachen.*



# Definition: Betriebssystem

---

## BS als (virtuelle) Maschine

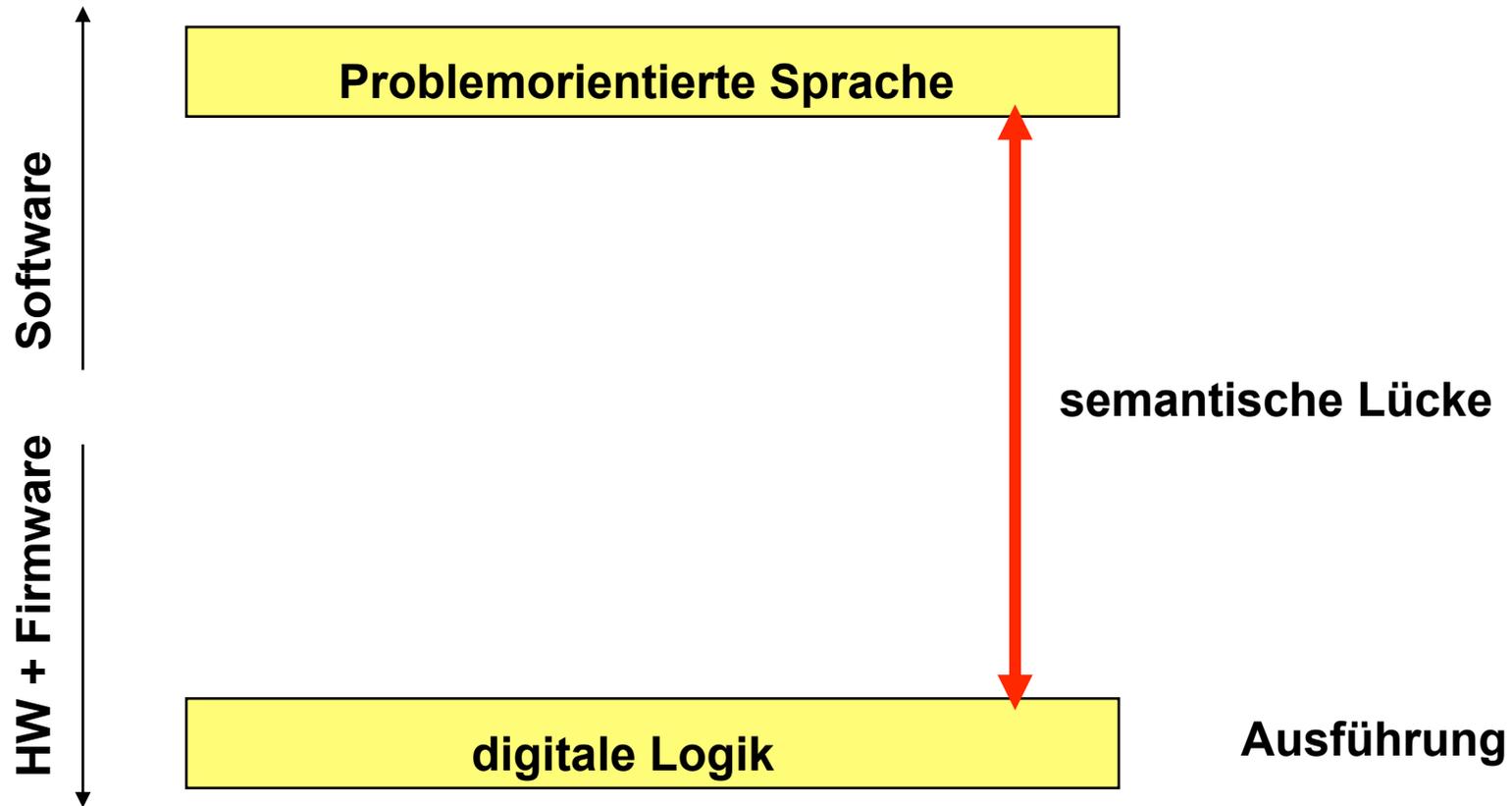
**Tanenbaum** *Eine Softwareschicht, die alle Teile des Systems verwaltet und dem Benutzer eine Schnittstelle oder eine Maschine anbietet, die einfacher zu verstehen und zu programmieren ist [als die nackte Hardware].*

**Kittler** *Ein Betriebssystem kennt auf jeden Fall keinen Prozessor mehr, sondern ist neutral gegen ihn, und das war es vorher [d. h., bevor die Schnittstelle zum real existierenden Prozessor softwaremäßig formuliert wurde] noch nie. Und auf diese Weise kann man eben jeden beliebigen Prozessor auf jedem beliebigen anderen emulieren, wie das schöne Wort lautet.*

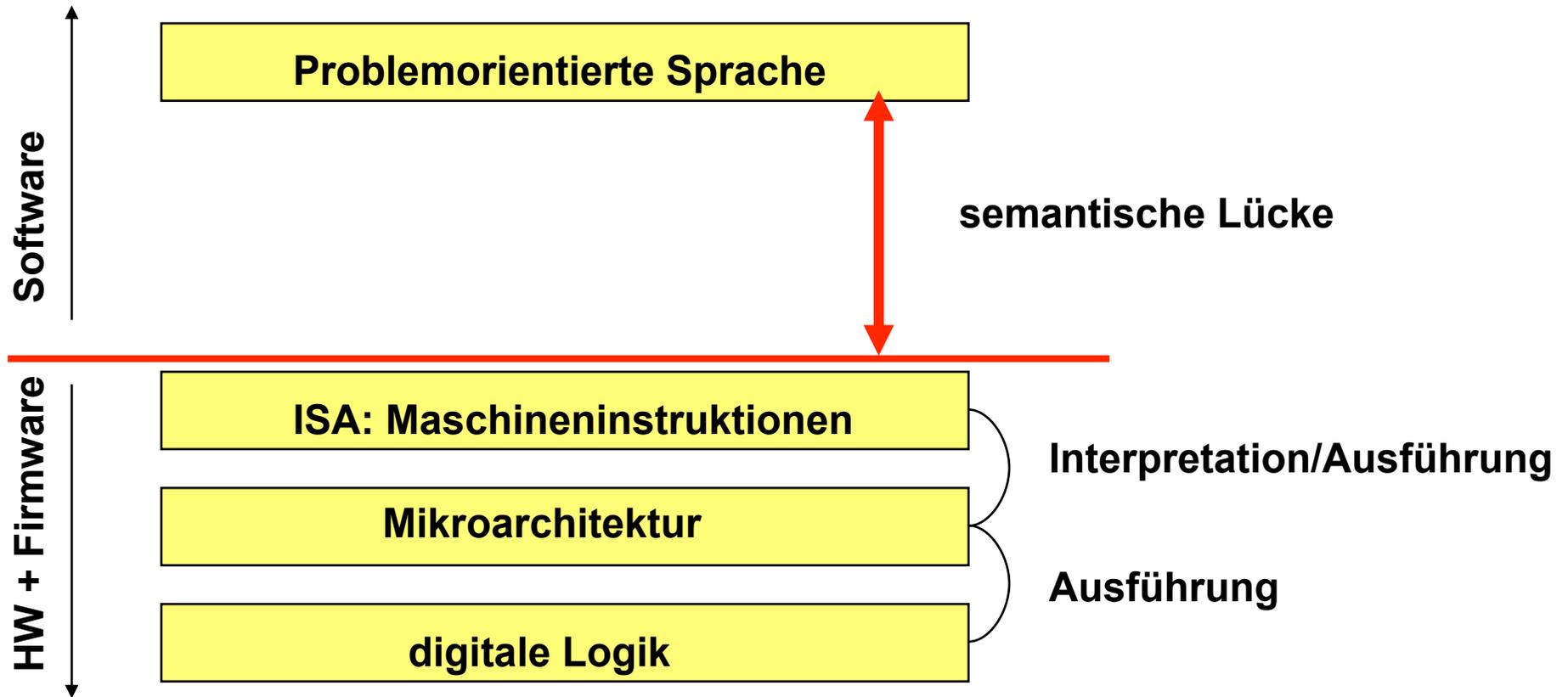


# Ein Computersystem als Hierarchie virtueller Maschinen

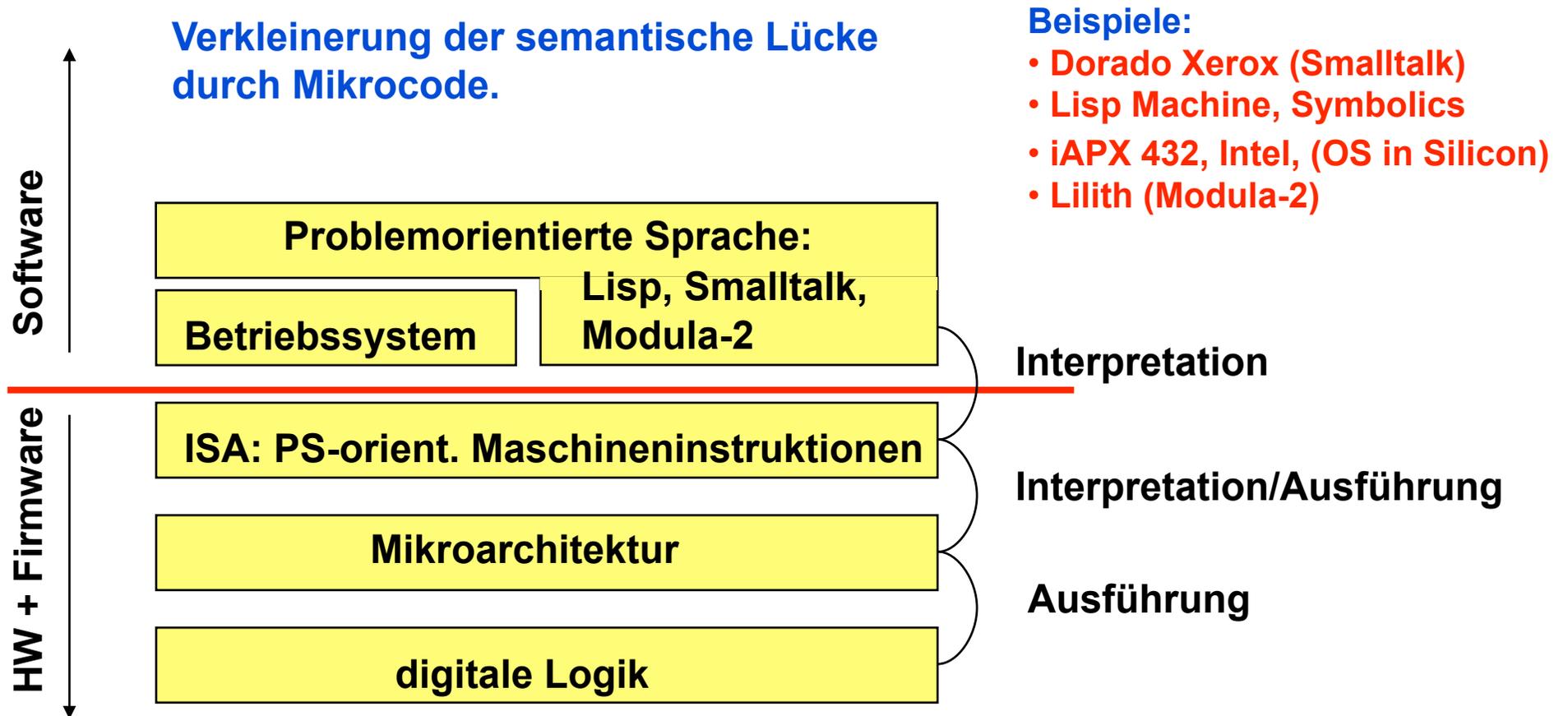
---



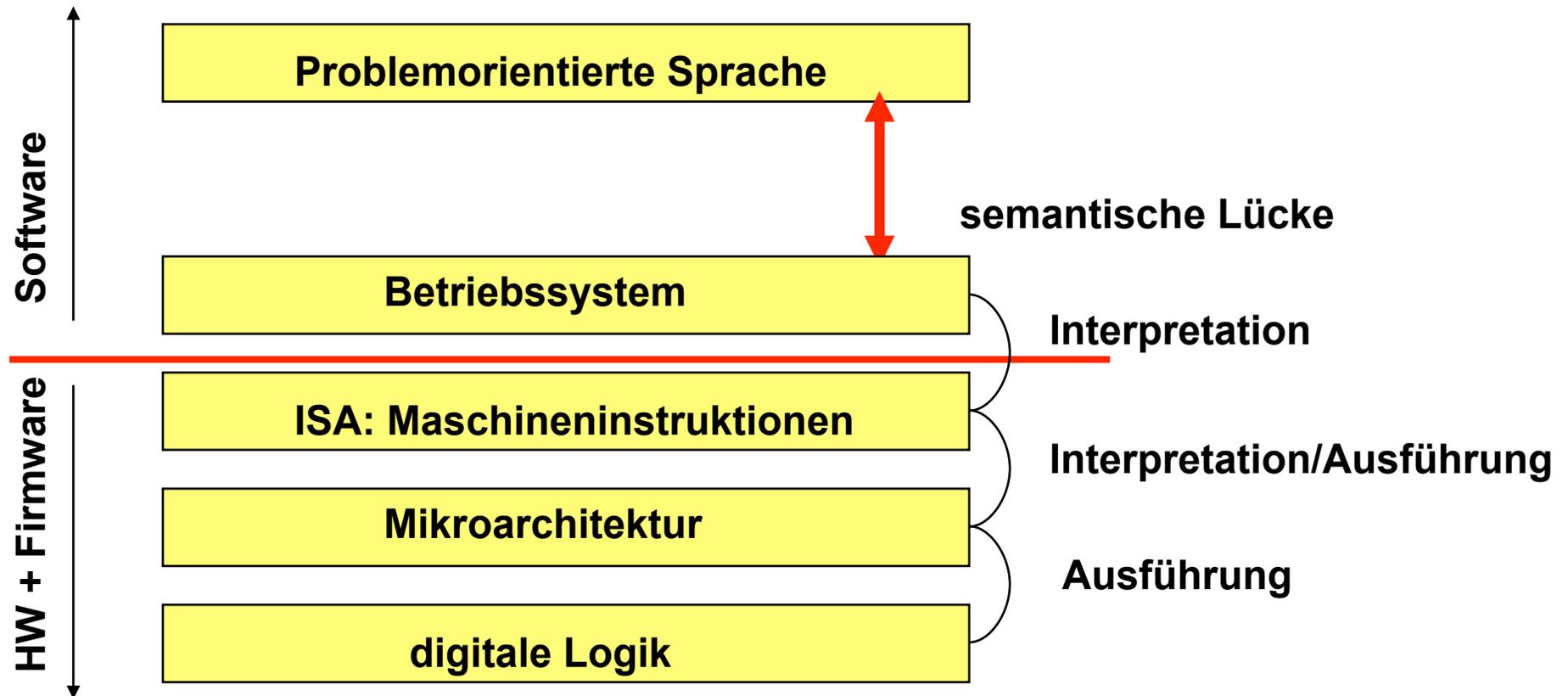
# Ein Computersystem als Hierarchie virtueller Maschinen



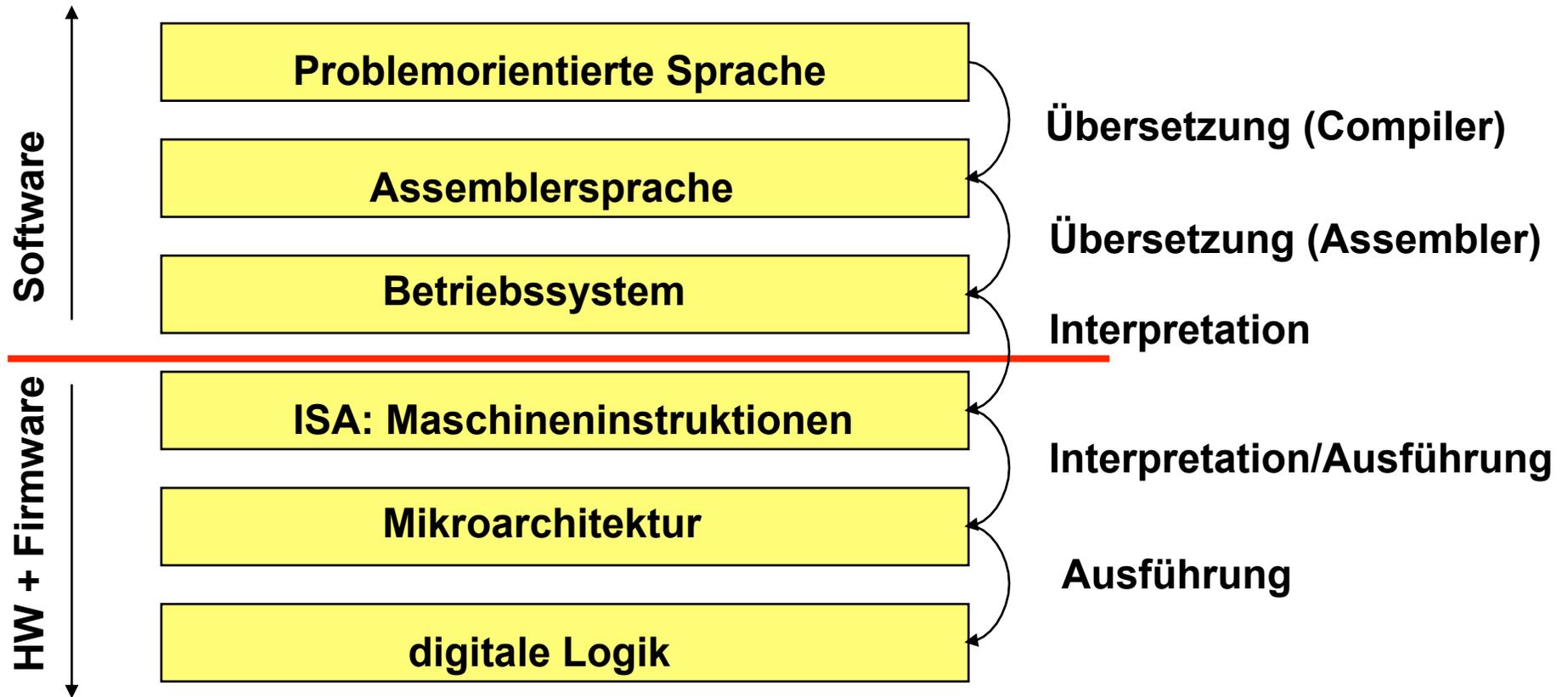
# Ein Computersystem als Hierarchie virtueller Maschinen



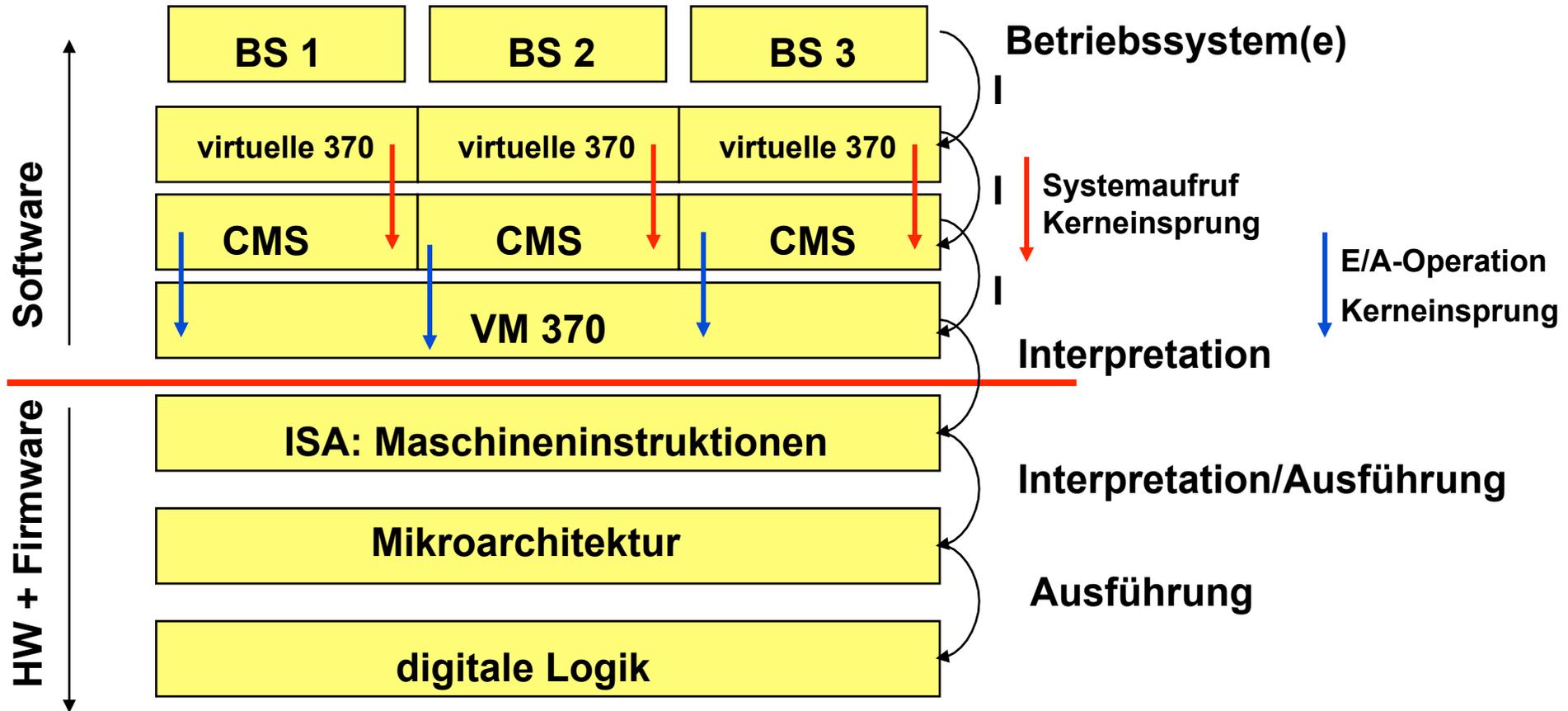
# Ein Computersystem als Hierarchie virtueller Maschinen



# Ein Computersystem als Hierarchie virtueller Maschinen



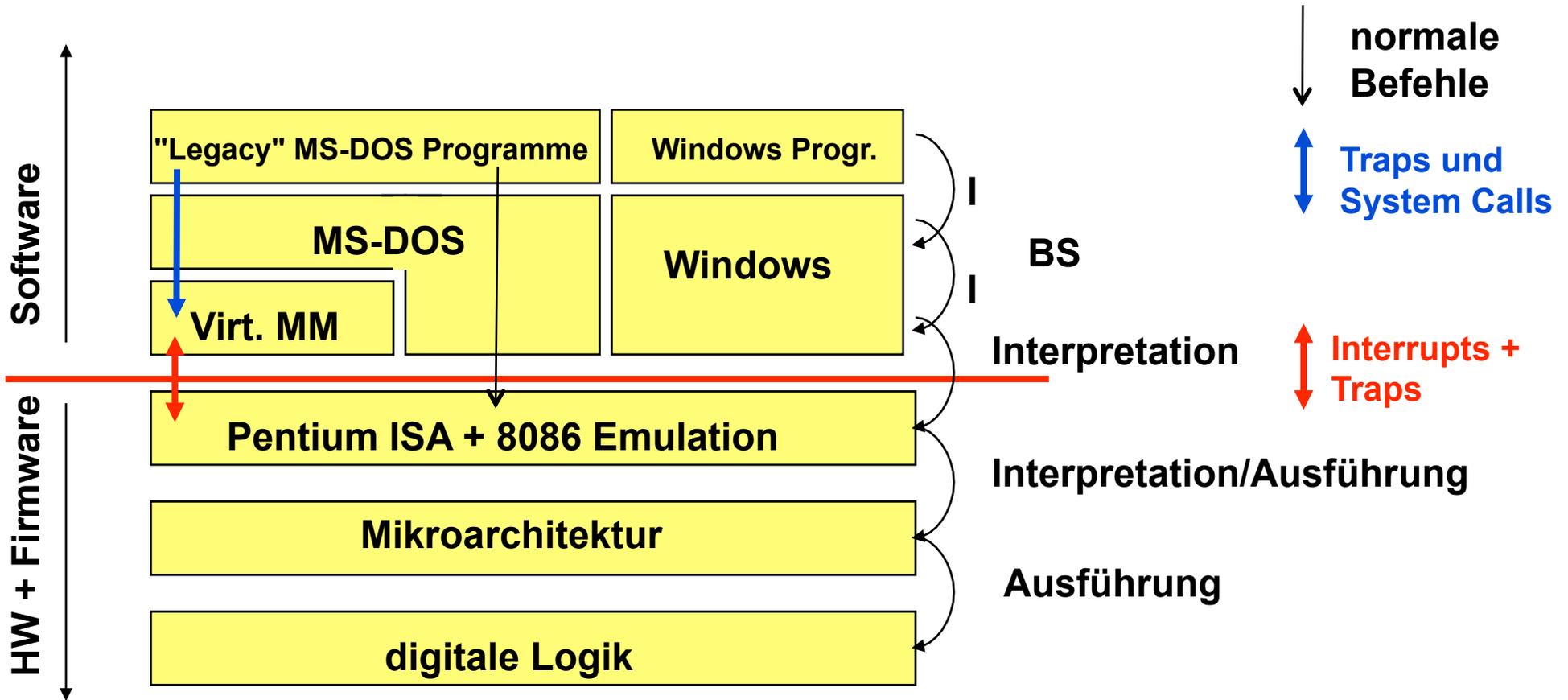
# Hierarchie virtueller Maschinen im IBM VM/370-System mit CMS



**CMS: Conversational Monitor System**



# Hierarchie virtueller Maschinen zur 8086 Emulation

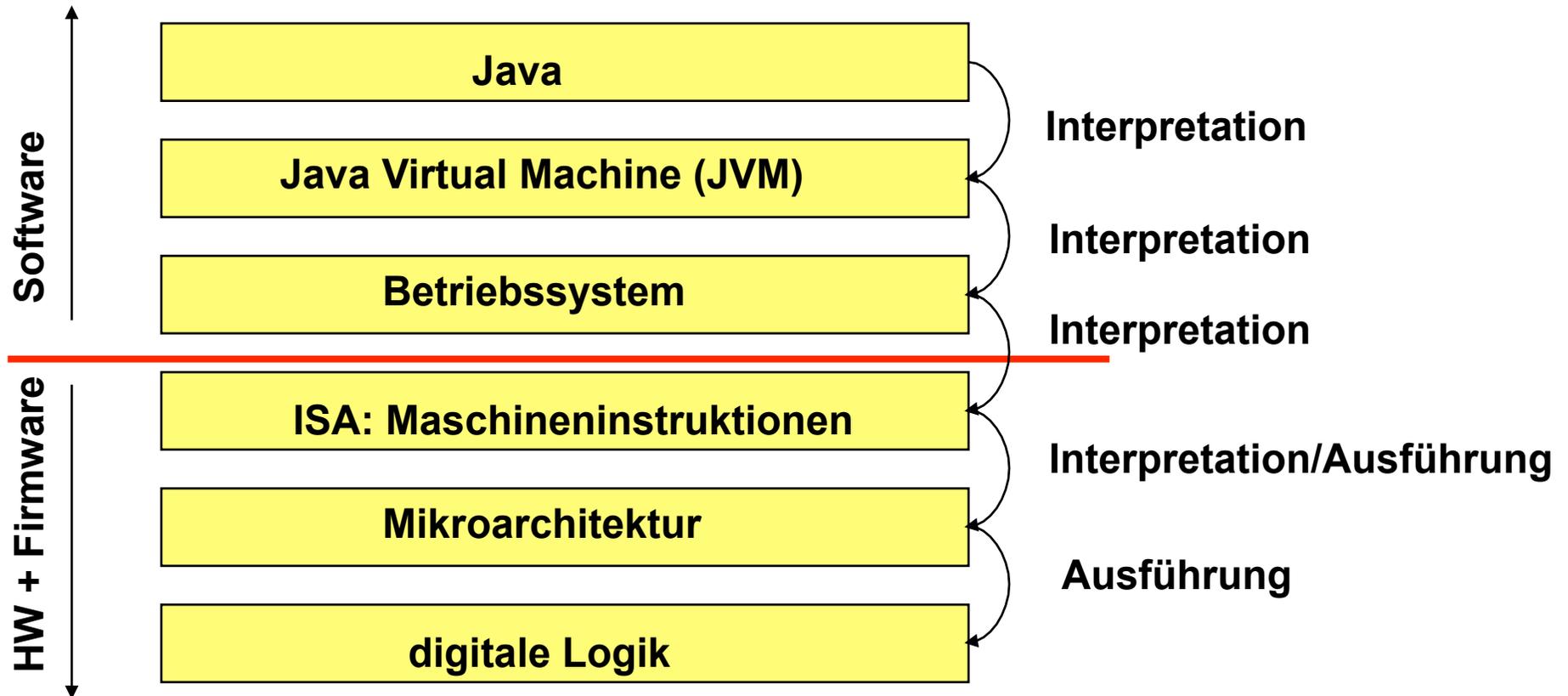


**Virt. MM: Virtual Machine Monitor, emuliert 8086 Trap+Interruptverhalten**



# Ein Computersystem als Hierarchie virtueller Maschinen

Beisp. JVM



Vorläufer: BASIC, Modula 2.



# Aufgaben und Ziele eines Betriebssystem

---

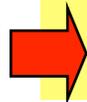
## Aufgaben



**Anpassung der Maschinenwelt an die Benutzerwelt**



**Organisation und Steuerung des Betriebs:**  
Verwaltung aktiver und passiver Ressourcen  
Einhaltung von Leistungsanforderungen  
Unterstützung bei Fehlern und Ausfällen



**Langfristige Datenhaltung**

## Ziele



**Bequemlichkeit**



**Effizienz, Portierbarkeit**

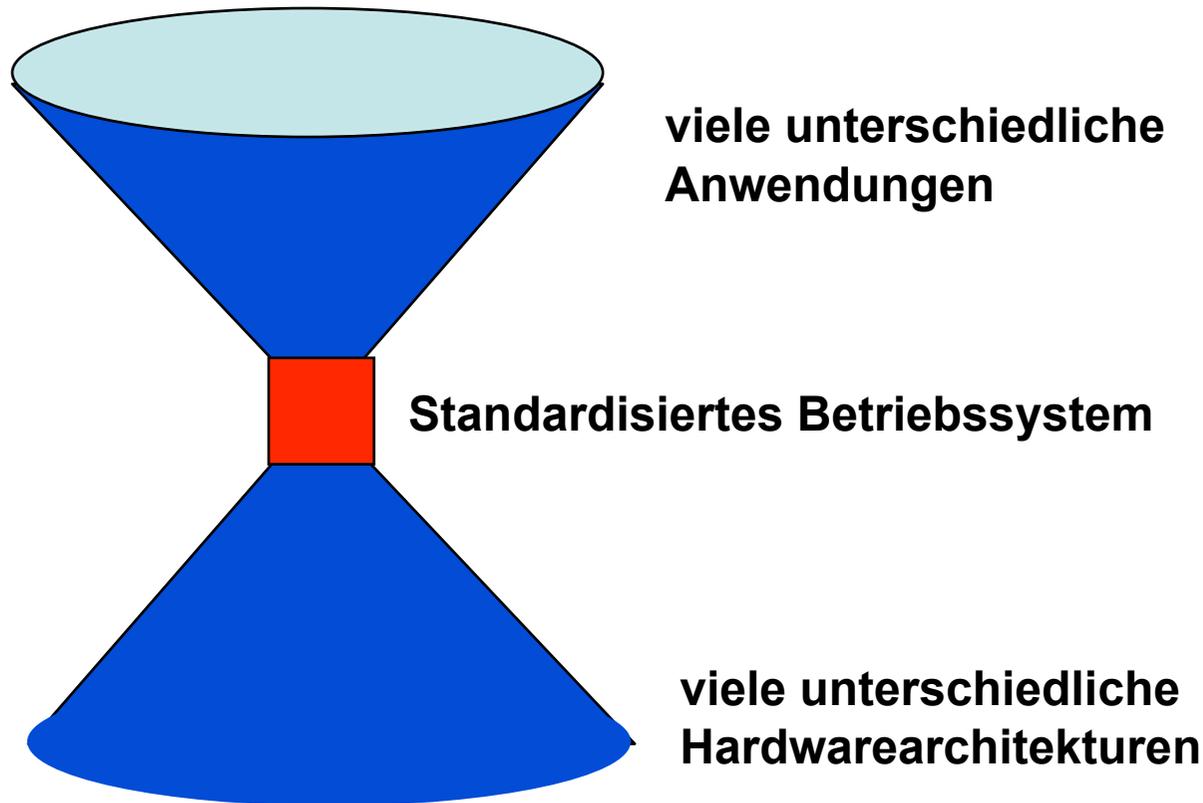


**Fähigkeit zur Erweiterbarkeit und Skalierbarkeit**



# Stundenglasmodell

---

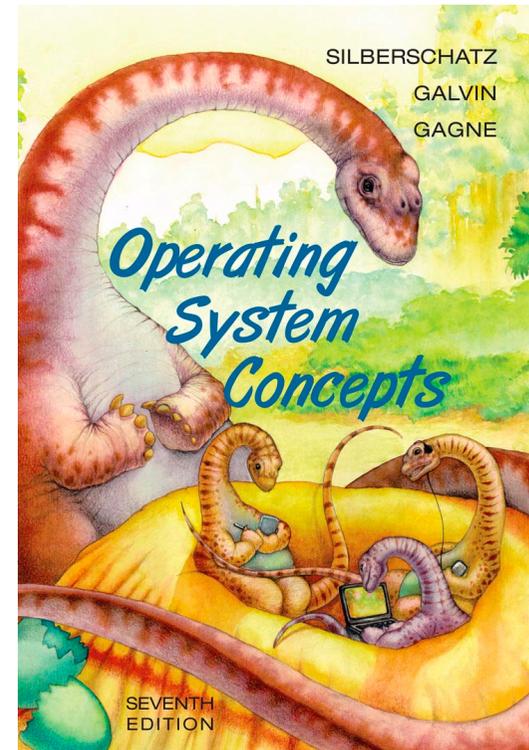
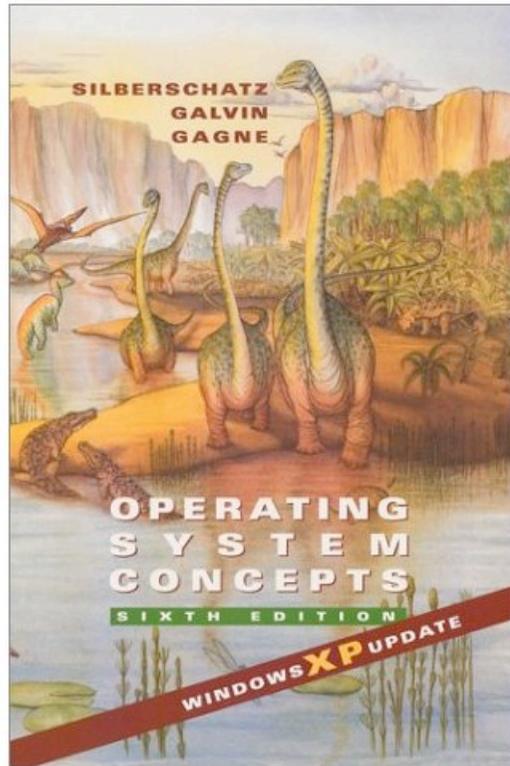


**BS maskiert  
Heterogenität der  
Hardware.**



# Entwicklung der Betriebssysteme

---



# Entwicklung der Betriebssysteme

## Die Fünziger

Ein Programm wird von einem Prozessor abgearbeitet.

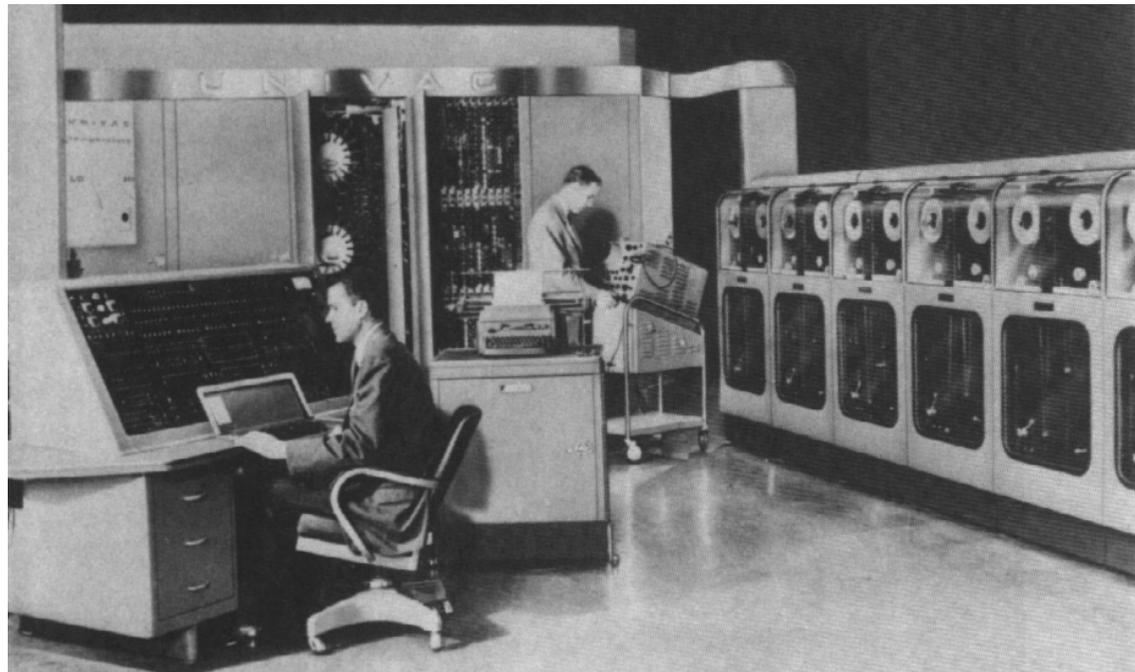
Stapel-Verarbeitung (Batch-Processing)

Die Betriebssystemfunktion beschränkt sich auf:

Unterstützung beim Laden der Programme, der Ein-/Ausgabe (Spooling), Umwandlung von Zahl- und Zeichendarstellungen.



**Univac-1, gebaut von Reminton Rand, 1950 wurde die erste Maschine an das U.S. Census Bureau ausgeliefert**



# NORC (Naval Ordnance Research Calculator) Supercomputer

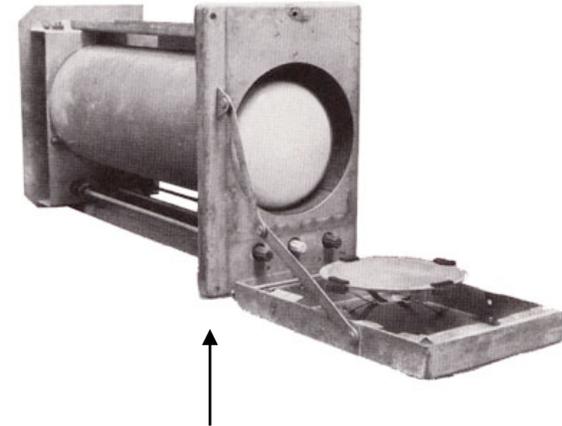
---



# NORC (Naval Ordnance Research Calculator) Supercomputer

schnellster Rechner der Welt von 1954 - 1963

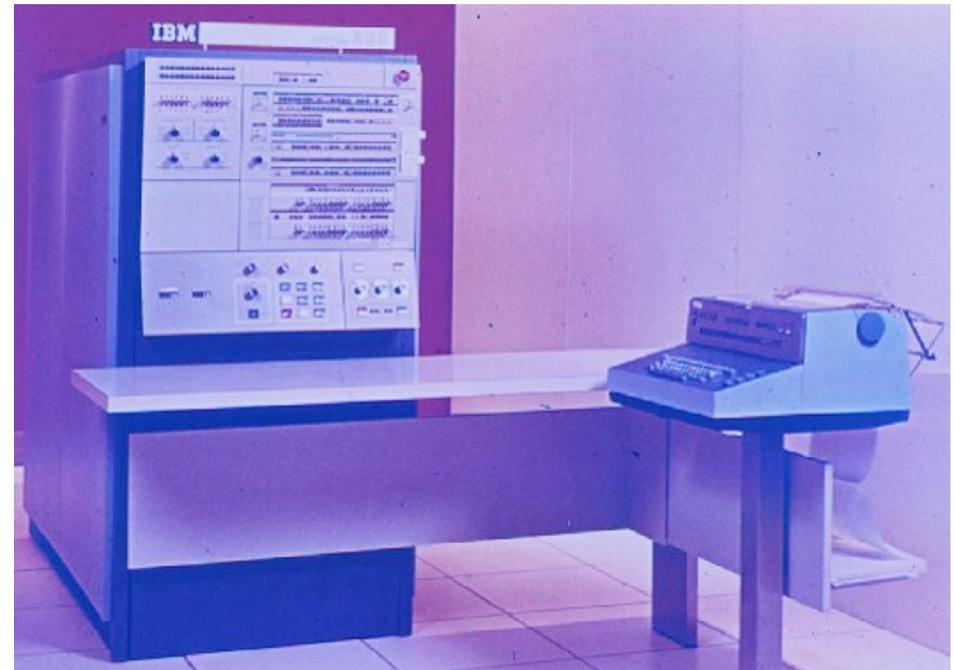
- Decimal integer and floating-point notation and operation.
- Word size: 16 decimal digits + check digit (64 + 2 bits).
- 64 three-address instructions.
- Clock: 1  $\mu$ sec.
- 15,000 operations per second with automatic error checking.
- Two universal registers, one million digits per second.
- Three address/index registers.
- Add time: 15  $\mu$ sec. Multiply: 31  $\mu$ sec. Divide: 227  $\mu$ sec.
- Random-access CRT memory: 3600 words, 8  $\mu$ sec access, provided by 264 Williams-type CRTs
- Magnetic tape: 8 units, 4-track, 510 char/inch, 71,500 char/sec.
- Printers: 2 units, 120 char/line, 150 lines/minute.
- Offline card/tape converter.
- Control console: Decimal display of register contents, manual controls, status lights.
- Swappable components (pluggable units).
- Cost: approximately \$2.5 million (1950s dollars).
- IBM profit: \$1.00 [40].



# Entwicklung der Betriebssysteme: die "Mainframes"

---

- 1965: IBM System/360
  - **Rechnerfamilie**
  - **Mehrprogrammbetrieb**
  - **Mikroprogrammierung**
  - Verwendung von integrierten Schaltkreisen (**ICs**)
  - 32-Bit Worte
  - 16 Mbyte Adreßraum
  - typischer Großrechner (auch als „*Mainframe*“ bezeichnet)



## Konzepte und Meilensteine in den 60ern: Virtualisierungskonzepte für Prozessoren und Speicher

---

Steigende CPU-Leistung wird zunehmend durch niedrige E/A-Rate blockiert.

BS unterstützen die Ausführung mehrere unabhängiger Programme (Multiprogramming).

Begriff des virtuellen Speicher eingeführt (single-level-store, ATLAS , 1959).

Der Begriff des Prozesses für nebenläufige Aktivitäten wird eingeführt.

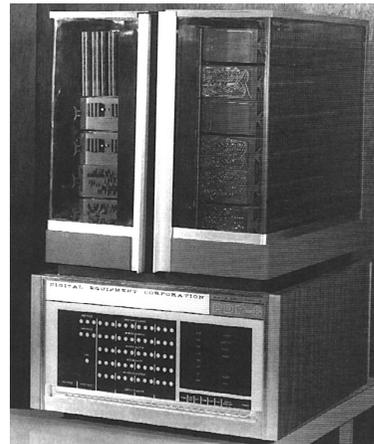
Interaktiver Betrieb durch mehrere Benutzer (Timesharing).

(Hardware-) Parallelität zur Durchsatzsteigerung durch Einsatz von E/A-Prozessoren.

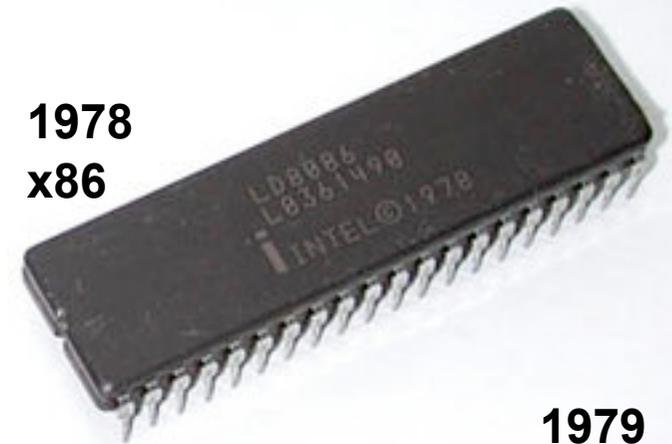
- Spooling
- Direct Memory Access



# Entwicklung der Betriebssysteme: die Mini- und Microcomputer



1978  
x86



1979  
68K



- erster Mini: PDP-1 1961
- Meilensteine: PDP-8 1965 weitverbreiteter Prozeßrechner
- PDP-11 1970 16-bit Minicomputer
- C.mmp Multiprozessor aus 16 PDP-11 (CMU)
- Intel 8080 1972
- Intel 8086 1978 (16-Bit Prozessor)
- Motorola 68K 1979 (intern 32-Bit Prozessor)



# Entwicklung der Betriebssysteme, die Mini- und Microcomputer

---

## Neue Konzepte und Meilensteine in den 70ern: Software-Engineering !

- ➔ "Leichtgewichtige" Betriebssysteme (UNIX 1972).
- ➔ Software-Engineering Ansätze.
- ➔ Strukturierter Systementwurf, nicht-funktionale Eigenschaften werden wichtig.
- ➔ Entwicklung in "höherer" Programmiersprache.
- ➔ Konzept der Schutzumgebung mit Zugriffsrechten, Capabilities (Hydra, StarOS: CMU 1974, 1978).
- ➔ Modulare Programmierung, Abstrakte Datentypen.
- ➔ Anwendung auf das BS.



# Entwicklung der Betriebssysteme: Arbeitsplatzrechner, Personalcomputer und verteilte Systeme

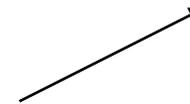
**IBM PC (1981)**



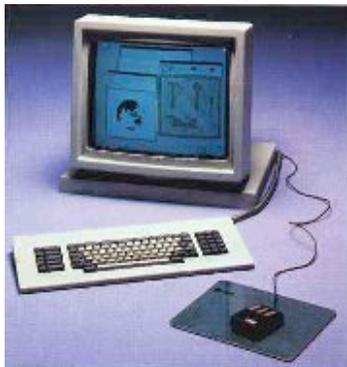
**MAC (24.1.1984)**



**Lisa 1983-84**

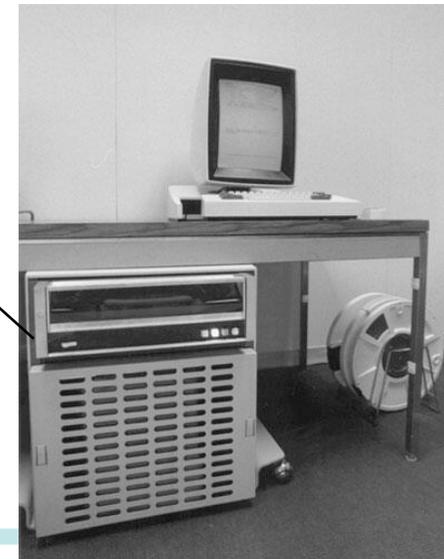
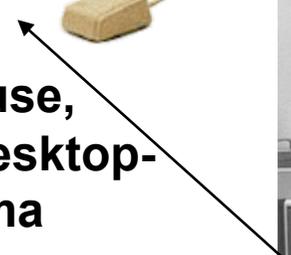


**SUN (1984)**



**Unix, Ethernet, TCP/IP**

**GUI, Mouse,  
Icons, Desktop-  
Paradigma**



**Xerox Alto  
Mikroprogr.  
LISP, Smalltalk  
GUI, Simple  
Icons, Mouse,...**

**Nachfolger:  
Xerox Star,  
Xerox Dorado**



# Entwicklung der Betriebssysteme: Workstations und verteilte Systeme

---

## Konzepte und Meilensteine in den 80ern:

- ➔ "Operating System in Silicon" (Intel iAPX 432, 1983)
- ➔ Unix-Derivate werden Standard für Workstations
- ➔ Mikrokern Ansätze (QNX, Mach, Chorus, L3)
- ➔ Integration grafischer Benutzerschnittstellen (X: 1984, X11: 1987)
- ➔ Integration der Kommunikation in das Betriebssystem
- ➔ Homogene verteilte Systeme, Transparenzeigenschaften
- ➔ Leichtgewichtige Prozesse zur Strukturierung von Berechnungen  
(Trennung von Prozeß und Adreßraum (--> Thread Konzept)
- ➔ Standardisierung (OSI, TCP/IP, NFS, POSIX, OSF, X/OPEN, OMG, ODP).



# Entwicklung der Betriebssysteme: Internet, Middleware, eingebettete Systeme, Supercomputer

Neue Konzepte und Meilensteine in den 90ern bis heute:

- ➔ **WWW: Tim Berners-Lee (1989). "The explosion started in earnest during 1993, a year in which web traffic over the Internet increased by 300,000%."**
- ➔ **Middleware erlaubt Interoperabilität in heterogenen Systemen (DCE, CORBA).**
- ➔ **Computerisierung der Umwelt --> eingebettete Systeme.**
- ➔ **"Palm-Top Computer" und Handy Betriebssysteme.**
- ➔ **Multimedia erfordert Integration von Audio- und Videofunktionen.**
- ➔ **Supercomputer als Netze von Workstations.**

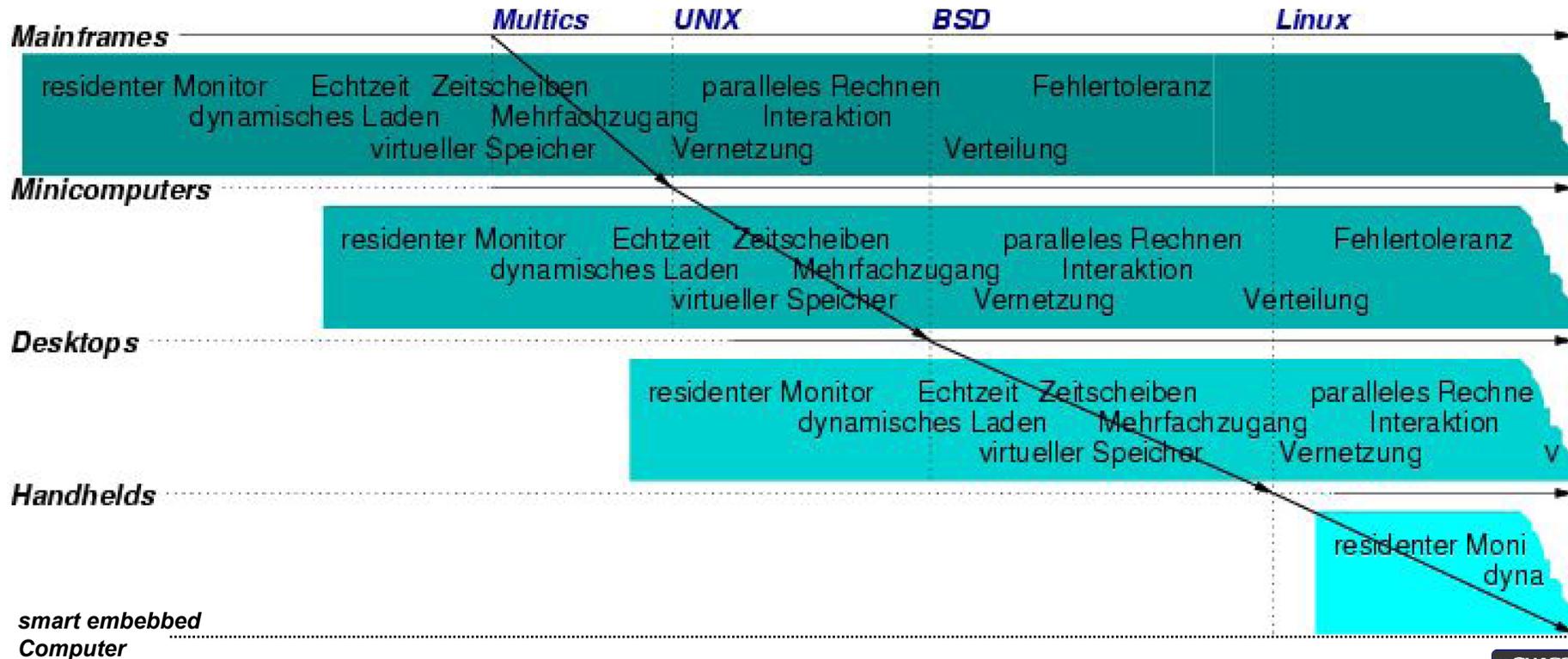




<p><b>2004 Smart Card (3g)</b></p>	<p><b>1981 erster IBM PC (~10kg)</b></p>
<p><b>16-32 Bit Prozessor@ 25Mhz</b>  <b>8 KB Hauptspeicher</b>  <b>1-2 MB Flash</b>  <b>Kryptographie-Coprozessor</b>  <b>Drahtlose Schnittstelle ~500Kb/sec</b></p>	<p><b>16 Bit Prozessor@ 5 Mhz</b>  <b>64 KB Hauptspeicher</b>  <b>160 KB Floppy</b>  <b>-</b>  <b>-</b></p>



# Ontogenese wiederholt Phylogenese



Technologie als Antrieb für die Entwicklung schafft die Voraussetzungen



# Betriebsarten eines Computersystems

---

## Klassifikation nach der Art der Auftragsbearbeitung

- |   |   |
|---|---|
| ➔ | <b>Stapelverarbeitung (<i>Batch Processing</i>)</b><br>- eine Aufgabe nach der anderen                          |
| ➔ | <b>Interaktiver Betrieb (<i>Interactive Processing</i>)</b><br>- Rechner reagiert sofort auf Befehle            |
| ➔ | <b>Time-Sharing-Betrieb</b><br>- Rechenzeit wird über mehrere Benutzer oder Programme aufgeteilt                |
| ➔ | <b>Echtzeitbetrieb (<i>Real Time Processing</i>)</b><br>- Rechner reagiert innerhalb vorgegebener Zeitschranken |

## Klassifikation nach Ressourcennutzung:

- |   |   |
|---|---|
| ➔ | <b>Ein- oder Mehrprogrammbetrieb (<i>Uni-Programming, Multiprogramming</i>)</b> |
| ➔ | <b>Ein- oder Mehrbenutzerbetrieb (<i>Single User, Multiuser</i>)</b>            |



# Inhaltliche Ausrichtung BS I

---

## **Die Hardware-Software Schnittstelle**

Assembler, Adressierung, Prozessorstatus, E/A, Unterbrechungen

## **Prozesse, Nebenläufigkeit und Scheduling**

Prozesszustände, Threads, Prozesswechsel, Schedulingstrategien

## **Prozess- Interaktion und Synchronisation**

Wechselseitiger Ausschluss, Schlossvariable, Semaphore, Monitore, Interaktionsmodelle

## **Hauptspeicherverwaltung**

Adressumsetzung, Mehrprogrammbetrieb, Virtueller Speicher, Seitentauschstrategien

## **Dateiverwaltung**

Dateistruktur, Verzeichnisse, effiziente Abbildung auf Plattenstruktur



# Weitergehende Vorlesungen

---

**Betriebssysteme II**

**Eingebettete Systeme**

**Echtzeitsysteme**

**Verteilte Systeme**

**Rechnernetze**

