



Kap. 1: Einführung

- 1.1 Informatik und das tägliche Leben
- 1.2 Die Informatik und ihre Teilgebiete
- 1.3 Geschichtlicher Überblick
- 1.4 Gesellschaftliche Auswirkungen



Quellen

- **U. Rembold, P. Levi: "Einführung in die Informatik für Naturwissenschaftler und Ingenieure", 3. Auflage, Hanser-Verlag, 1999 (Kap. 1)**
- **D. Werner u.a.: "Taschenbuch der Informatik", Fachbuchverlag Leipzig, 1995 (Kap. 1)**
- **B. Randell (Ed): "The Origins of Digital Computers", Springer-Verlag, 1973**
- **C.B. Germain: "Das Programmierhandbuch der IBM /360", Hanser-Verlag, 1969**
- **"25 Jahre Computerzeitung", Sondernummer, Konradin-Verlag, Leinfelden-Echterdingen**
- **Zeitschrift "Annals of the History of Computing", IEEE**
- **J. Friedrich, Th. Herrmann, M. Peschek, A. Rolf: "Informatik und Gesellschaft", Spektrum-Verlag, 1995**



Quellen (2)

- J.L. Hennessy, D.A. Patterson: "Rechnerarchitektur - Analyse, Entwurf, Implementierung, Bewertung", (deutsche Übersetzung), Vieweg-Verlag, 1994
- BBN: "Timeline of Internet Development", Bolt, Beranek, Newman Inc., <http://www.bbn.com/timeline/index.html>
- Arithmeum: Arithmetik-Museum historischer Rechenmaschinen der Uni Bonn, eröffnet 1999
- versch. Internet-Seiten zur Historie: z.B. <http://www.computerhistory.org/>



1.1 Informatik und das tägliche Leben

Def

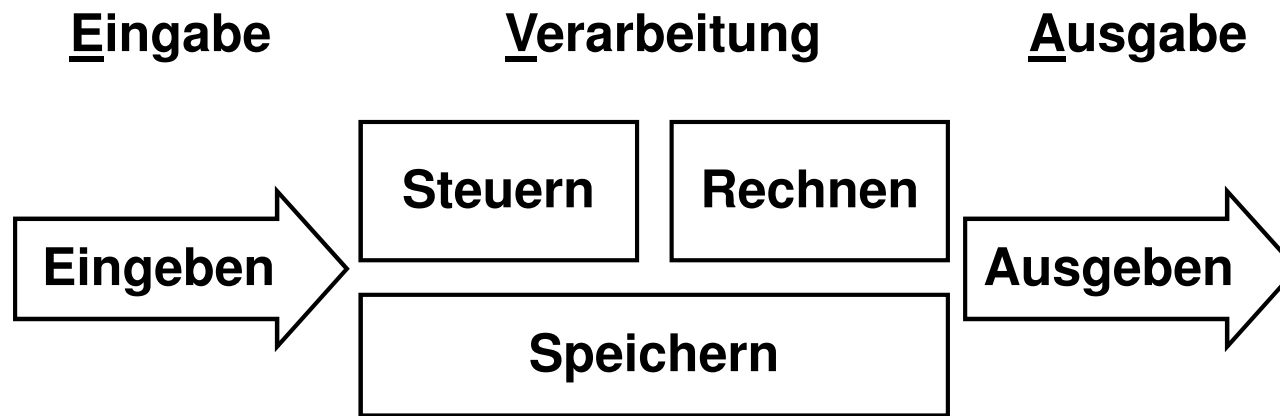
- ***Informatik*** ist die Wissenschaft von der systematischen Darstellung, Speicherung, Verarbeitung und Übertragung von Information (heute fast ausschließlich mit Digitalrechnern).
- Sie befasst sich mit Struktur, Eigenschaften und Beschreibungsmitteln von Informationen und informationsverarbeitenden Systemen und deren Betrieb und Anwendung
- Kunstwort aus *Information* und *Automatik*, in Europa geprägt
- Im Englischen keine direkte Entsprechung (Kombination aus *computer science* und *information systems*)
 - Engl. „*informatics*“ ist eher Teil der angewandten Inf., etwa in *bioinformatics*
 - Im Deutschen hat sich der Begriff „Computerwissenschaften“ nicht durchgesetzt
- Oberbegriff: Informationstechnik (IT)



Informatik und das tägliche Leben

Def

- Ein *Computer, Digitalrechner (Rechner) oder Rechensystem* ist ein technisches informationsverarbeitendes System, das aus Einheiten (*Werken*) für die Eingabe, Verarbeitung, Speicherung und Ausgabe von Informationen besteht. Ein- und Ausgabeeinheiten können auch der Kommunikation mit anderen informationsverarbeitenden Systemen dienen.





Unterteilung der Komponenten

Def

- **Hardware:**
 - Gesamtheit aller physischen, d.h. materiellen Komponenten eines Rechensystems.
- **Software:**
 - ideelle Ausrüstung des Rechensystems, d.h. Programme, deren zugrundeliegende Verfahren (Algorithmen, siehe Kap. 2) und deren Dokumentation.
- **Firmware:**
 - "in Hardware gegossene Software", d.h. in bestimmten Speichern dauerhaft abgelegte, i.d.R. vom Rechensystem ständig benötigte Programme.

Aktuell 2018: Problem der Firmware-Updates in gekaufter Hardware, z.B. gegen KRACK/WPA2-Lücken



Heutige Klassen von Rechensystemen

- **Personalcomputer (PC, Desktop, Laptop), Workstations**
 - Arbeitsplatzrechner und für den Heimbereich
 - Workstations: früher leistungsfähigere, an betriebliche Rechnernetze angebundene Varianten.
 - Leistungsfähigkeiten gleichen sich an.
- **Großrechner (Mainframes), Server**
 - hochverlässliche Verarbeitung von Massendaten
 - Hoch- bis Höchstleistungs-Ein-/Ausgabe-Einheiten
 - Server erbringen Dienstleistungsfunktionen in Rechnernetzen
 - Mainframes sind z.T. wegen nicht mehr wartbarer Altprogramme erforderlich
 - Beispiele: IBM /390 (Mainframe), Sun Enterprise 10000 (Server)

Heutige Klassen von Rechensystemen (2)

- **Supercomputer**
 - Vielzahl von Prozessoren
 - hohe Verarbeitungsleistung
 - Beispiel: numerische Berechnungen zur Wettervorhersage
- **Embedded Computer (eingebetteter Rechner)**
 - Teil von Maschinen, Geräten oder Anlagen
 - Rechensystem steht gegenüber der Funktionalität des umgebenden Systems im Hintergrund
 - dient oft der Steuerung oder der Implementierung von Kommunikationsfunktionen
 - Beispiele: Elektronisch gesteuerte Kamera, Videorekorder, Handy, moderne Lichtschalter und –Aktoren, Steuergeräte in Autos
 - Aktueller Trend: "Pervasive Computing", "Internet of Things (IoT)"

Heutige Klassen von Rechensystemen (3)

- **„Mobile Geräte“**
 - Vernetzt via WLAN
 - Drahtlose Kommunikation über Bluetooth/BLE, NFC u.a.
 - Vielfalt an Sensoren, z.B. Kameras, Beschleunigungs-, GPS-, Kompass-Sensor
 - Konsumenten-orientiert: Einfache Installation von Software („App Stores“), intuitive Bedienung, bequem
 - Beispiele: Tablet-Computer und Smartphones
 - Aktueller Trend: Anbindung an Cloud Services, IoT-"Hub"



Anwendungsgebiete der Informatik

- | | | |
|-----------------------------|---|---|
| • Betriebswirtschaft | } | klassische
kaufmännische / administrative
Datenverarbeitung |
| • Verwaltung | | |
| • Handel | | |
| • Technik | } | klassische
technisch-wissenschaftliche
Datenverarbeitung |
| • Produktion | | |
| • Wissenschaft | | |
| • Militär | | |
| • Medizin | | |
| • Telekommunikation | | |
| • Fahrzeugtechnik | | |
| • ... viele andere Branchen | | |
| • Ausbildung | | |
| • Unterhaltung / Kunst, ... | | |



Beispiele

SAP R/3
Finanzbuchhaltung,
Kraftwerksleitstand

Microsoft
Word

www.amazon.com

XETRA
Börsenhandelssystem

Telefon-
Nebenstellenanlage

GNU C/C++
Compiler

Canon 50 E
Kamera

Cruise
Missile

Oracle
Datenbanksystem

GMD/WDR
Virtuelles
Studio

Nintendo
Spielekonsole

Multimedia-
Lernsystem

Bosch
elektron. Motor-Management

medizin. Operations-
unterstützungssystem

INPOL
Polizeiliches
Informationssystem

Fahrsimulator

Fazit:
Das tägliche Leben
ist heute durchdrungen
von Informatik-
Anwendungen



1.2. Die Informatik und ihre Teilgebiete

Hauptgebiete	Teilgebiete	Untersuchungsgegenstände (Beispiele)
Kern-Informatik	Theoretische Informatik	Automatentheorie Formale Sprachen Informations- und Codierungstheorie Komplexitätstheorie Künstliche Intelligenz
	Praktische Informatik	Betriebssysteme Compilerbau Software-Technologie Verteilte Systeme
	Technische Informatik	Rechnerarchitektur Periphere Geräte Datenübertragungsgeräte
Angewandte Informatik	Wirtschaftsinformatik Medizinische Informatik Rechtsinformatik	Anwendungsspez. Programmsysteme Decision Support Systeme Krankenhausinformationssysteme Juristische Informationssysteme
	Informatik und Gesellschaft	Folgenabschätzung Ethik in der Informatik Informatik und Datenschutz



Die Informatik und ihre Teilgebiete (2)

Angewandte Informatik

Technische Informatik

Praktische Informatik

Theoretische Informatik

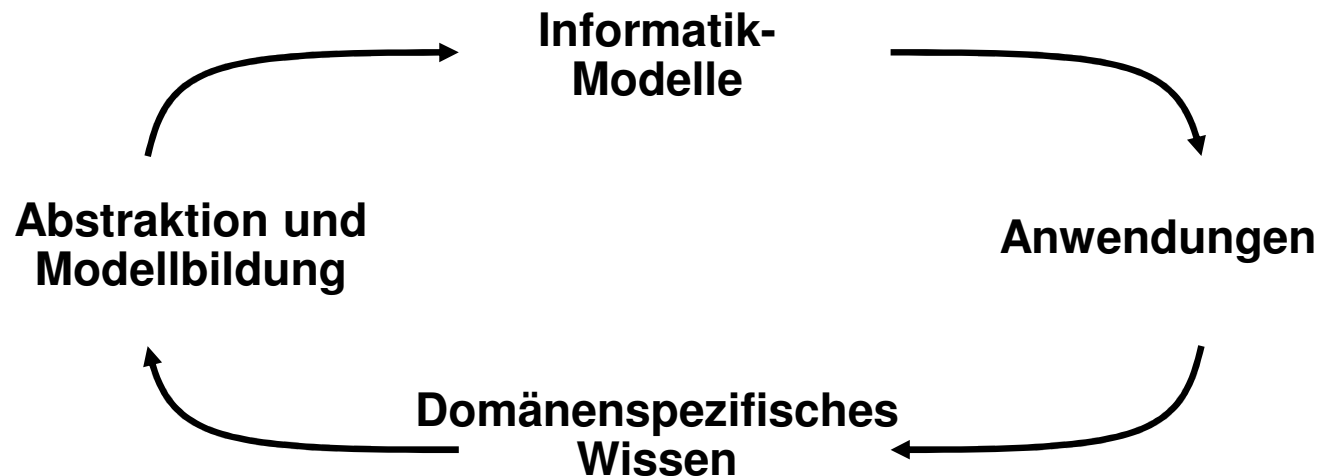
Kerninformatik

Ursprünge: Mathematik, Physik, Elektrotechnik

Kerninformatik - Angewandte Informatik

- Kerninformatik erhält Impulse für die Weiterentwicklung von Informatik-Anwendungen.

- Innovationszyklus

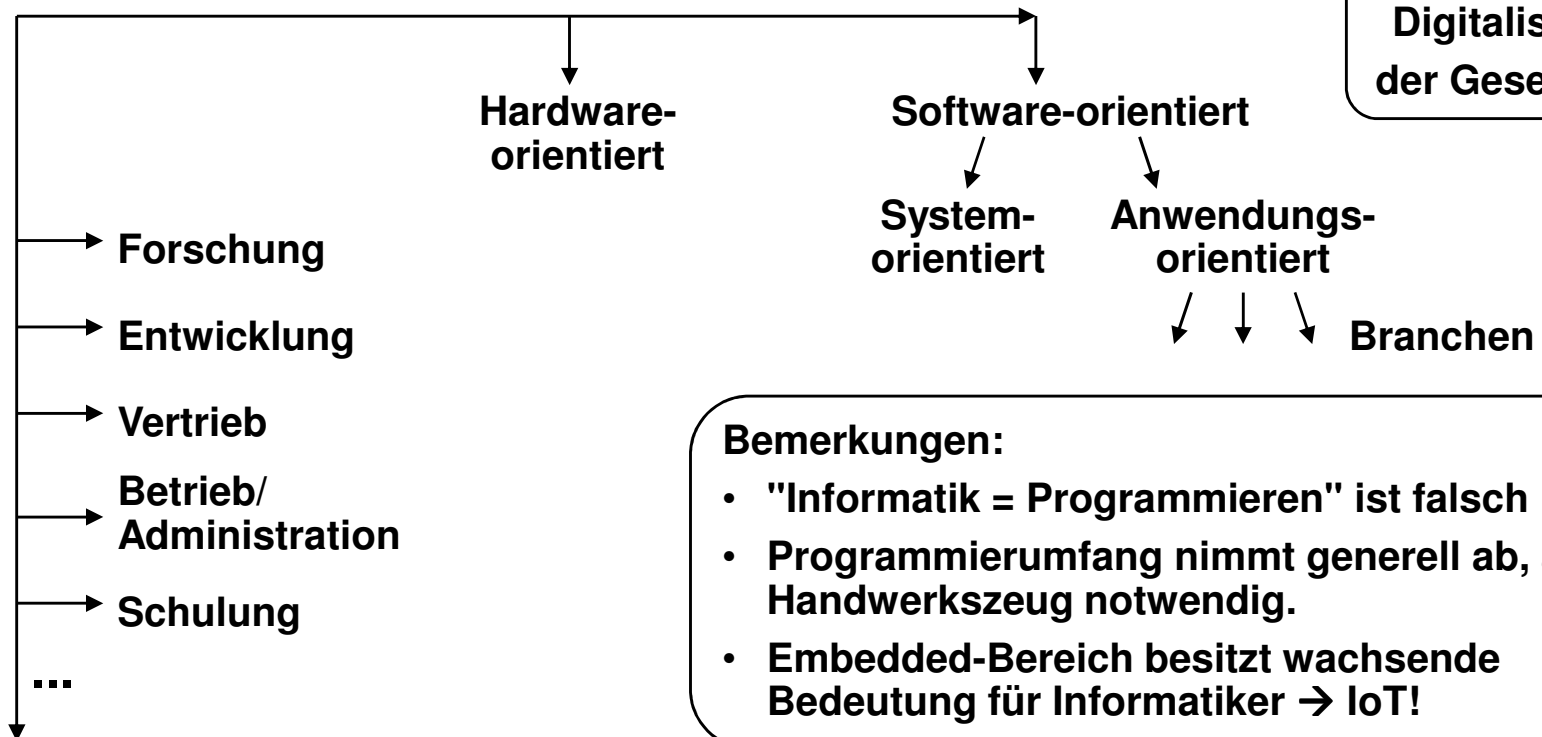


- Beispiele:
 - Automobiltechnik und Echtzeitbetriebssysteme (OSEK)
 - Multimedia-Anwendungen und Signalprozessoren
 - Medizintechnik und Bildverarbeitung



Informatik-Studium und Berufsbilder

- Ein Informatik-Studium ist in der Kerninformatik angesiedelt (im Gegensatz etwa zur Wirtschaftsinformatik, ...).
- Das Informatik-Studium an der HS RM ist eher breit angelegt, Absolvent(inn)en stehen prinzipiell alle Berufsfelder offen.
- Berufsfelder:





1.3 Geschichtlicher Überblick

- Die Informatik, die heute die Entwicklung von Wissenschaft und Technik stark prägt, ist selbst aus dieser Entwicklung hervorgegangen.
- **Haupteinflüsse:**
 - **Mathematik:** Zahlensysteme, Numerische Verfahren
 - **Mechanik:** insbesondere mechanische Rechenmaschinen
 - **Elektronik:** insbesondere Transistortechnik, Mikroelektronik
- **Weitere Betrachtung:**
 - Entstehung der Zahlensysteme
 - Mechanisierung des Rechnens
 - Elektromechanische Rechenmaschinen
 - Entwicklung der elektronischen Rechenanlagen
 - Aktuelle Entwicklung



1.3.1 Entstehung der Zahlensysteme

- Älteste Zahlzeichen ca. 4000 v.Chr.
 - Motiv: "eins", "zwei", "viele"/"alle" (allg.: Mehrzahl)



ägyptische Bilderschrift

chinesische Zeichenschrift

aus Korte:
Zur Geschichte des
maschinellen Rechnens,
Bonn 1981

- Zahlensysteme der wichtigsten Kulturvölker
 - unterschiedlich, basieren i.d.R. auf Abzählprinzip mit 5 oder 10 Fingern
 - z.T. überlagert mit 20er-System
 - Sumerer/Babylonier
 - zusätzlich 60er-System (Trigonometrie)
 - heute: Zeiteinteilung



Entstehung der Zahlensysteme (2)

- **Nicht-Stellenwertsysteme**

- Zeichen haben gleichen Wert, unabhängig von der Position im Wort
- Ägyptische Bilderschrift (2. Jt. v. Chr.)
- Römische Zahlzeichen
 - Reihenfolgeregeln für die Aufschreibung, unbrauchbar zum Rechnen
 - Römische Zahlzeichen um Christi Geburt:
I = 1, V = 5, X = 10, L = 50, C = 100, D = 500, M = 1000; MCMLXXIV = ?

- **frühe Stellenwertsysteme**

- bei Sumerern (3. Jt. v. Chr.)
- bei Babyloniern (2. Jt. v. Chr.)
- in China (um Christi Geburt)
- bei Mayas (6. Jh. n. Chr.)

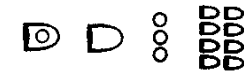


Entstehung der Zahlensysteme (3)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Sumerische Zahlzeichen (Urform), 3. Jt. v. Chr.

60	60·10	60 ²	60 ² ·10

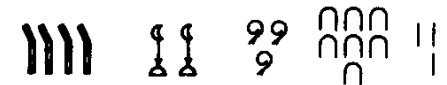


$$600 + 60 + 30 + 8 = 698$$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Ägyptische Bilderzahlschrift, 2. Jt. v. Chr.

100	1000	10000



$$4 \cdot 10000 + 2 \cdot 1000 + 3 \cdot 100 + 7 \cdot 10 + 4 = 42374$$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Babylonische Keilschrift-Zahlzeichen, 2. Jt. v. Chr.



$$1 \cdot 60^2 + 2 \cdot 60^1 + 3 \cdot 10 \cdot 60^0 = 3750$$

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X

Römische Zahlzeichen, um Chr. Geburt

50	100	500	1000

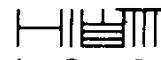
$$M C M L X V$$

$$(2 \cdot 1000 - 100) + 50 + 10 + 5 = 1965$$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Chinesische Sangi-Zahlzeichen, um Chr. Geburt

20	50	60	90



$$10^4 + 3 \cdot 10^3 + 9 \cdot 10^2 + 1 \cdot 10^1 = 11399$$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Maya-Zahlzeichen, 6. Jh. n. Chr.



$$\begin{aligned} & \dots & 8 \cdot (20 \cdot 18) \text{ statt } 20^2 \\ & \dots & + 2 \cdot 20^1 \\ & \text{☉} & + 0 = 2920 \end{aligned}$$

aus Korte:
Zur Geschichte des
maschinellen Rechnens,
Bonn 1981



Entstehung der Zahlensysteme (4)

- stammt ursprünglich aus Indien, gelangt über den Nahen Osten im ausgehenden Mittelalter nach Europa, dann relativ schnelle Ausbreitung auf der ganzen Welt
- Großtat der Inder: **Einführung der Ziffer "Null"**
⇒ volles dezimales Stellenwertsystem

ab 3. Jh. v. Chr.

im 8. Jh. n. Chr.



Abb. 5: Entwicklungsverlauf der „arabischen“ Ziffern



Entstehung der Zahlensysteme (5)

- Rechenbuch zu indischen Ziffern von Muhammed ibn Musa Al-Chwarizmi um 820
- Aus der lateinischen Übersetzung dieses Buchs soll der Begriff "Algorithmus" hervorgegangen sein. 12. Jh.
- Rechenbücher von Adam Ries ($\approx 1492-1559$) zum schriftlichen Rechnen der Grundrechenarten mit den arabischen Ziffern des Dezimalsystems 1518-1550
- **Dezimalsystem ist die Basis für die Entwicklung der mechanischen Rechenmaschinen**



Das Dualsystem

- **wichtig, da Grundlage der Entwicklung elektronischer Rechner**
- wird dem Mathematiker *Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716)* zugeschrieben, stammt aber vermutlich aus China.
- Das Dualsystem ist ein Stellenwertsystem mit der Basis 2 und den Ziffern {0, 1} (manchmal auch {O, L} geschrieben) (vgl. Kap. 3).

Dezimal-System	Dual-System
<i>3210</i>	<i>2109876543210</i>
0	0
1	1
2	10
5	101
10	1010
16	10000
100	1100100
500	111110100
4096	1000000000000

Das Dualsystem erscheint weniger überschaubar, aber nur zwei unterschiedliche Ziffern kann man sehr gut in elektrischen Schaltungen repräsentieren, z.B. 0: keine Spannung; 1: Spannung

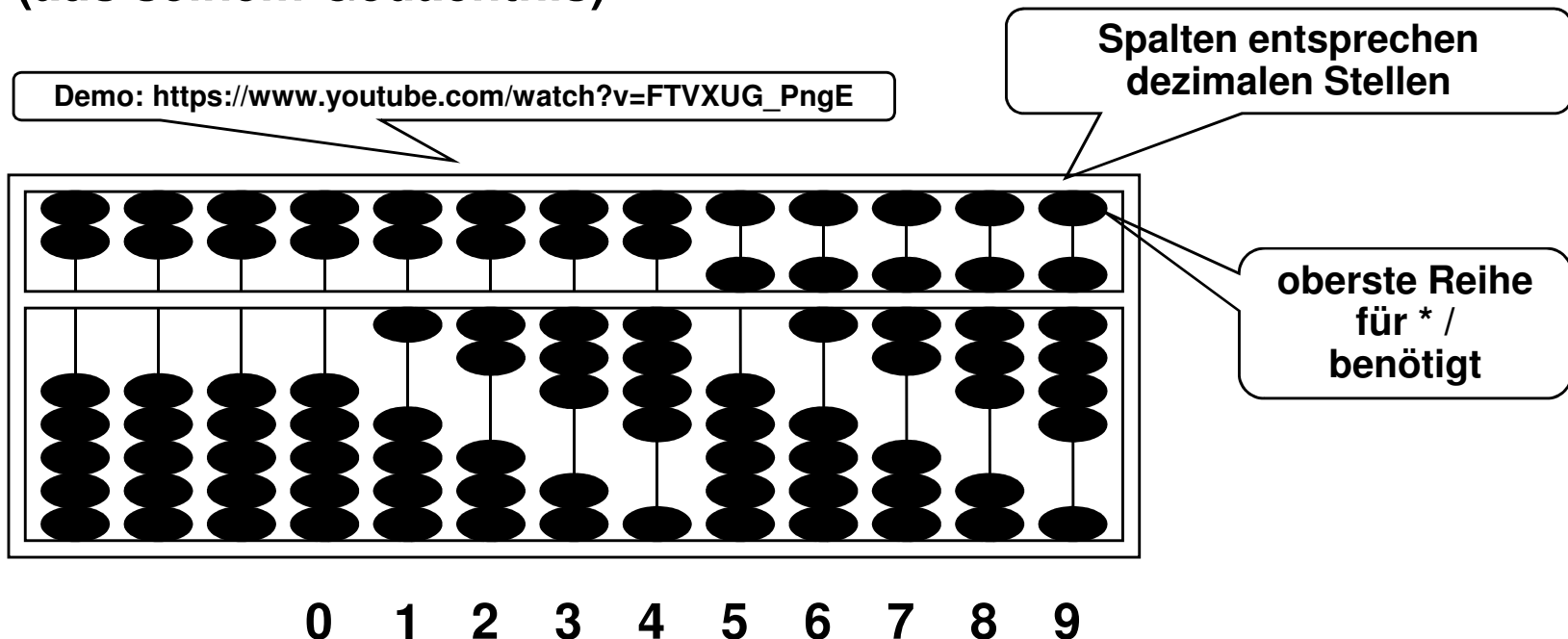


1.3.2 Mechanisierung des Rechnens

- **Rechenbretter des Altertums: römischer Abakus**

- **Urform: chinesischer Suanpan**
- **kann als einfaches Rechenwerk angesehen werden**
- **Bediener übernimmt Ein-/Ausgabe (Verstellen, Ablesen) und Steuern der Abläufe durch Kenntnis der Verstellregeln für die Grundoperationen $+$ $-$ $*$ $/$ (aus seinem Gedächtnis)**

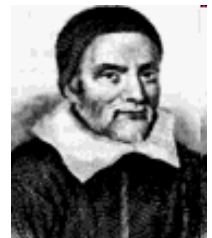
**ab 2. Jh. v. Chr.
bis heute**





Rechenstäbe / Rechenschieber

- ***Lord Napier (1550-1617), Schottland***
 - Erfinder des Kommas zum Abtrennen von Dezimalbrüchen 1614
 - Buch über Logarithmen 1617
 - logarithmische Rechentafel
 - einfache Multiplikationsmaschine für einstelligen Multiplikator
- **Multiplikation und Division werden auf Addieren bzw. Subtrahieren der entsprechenden Logarithmen zurückgeführt** 1622
- **Rechenschieber mit 2 logarithmischen Skalen durch *William Oughtred*** 1650





Rechenstäbe / Rechenschieber

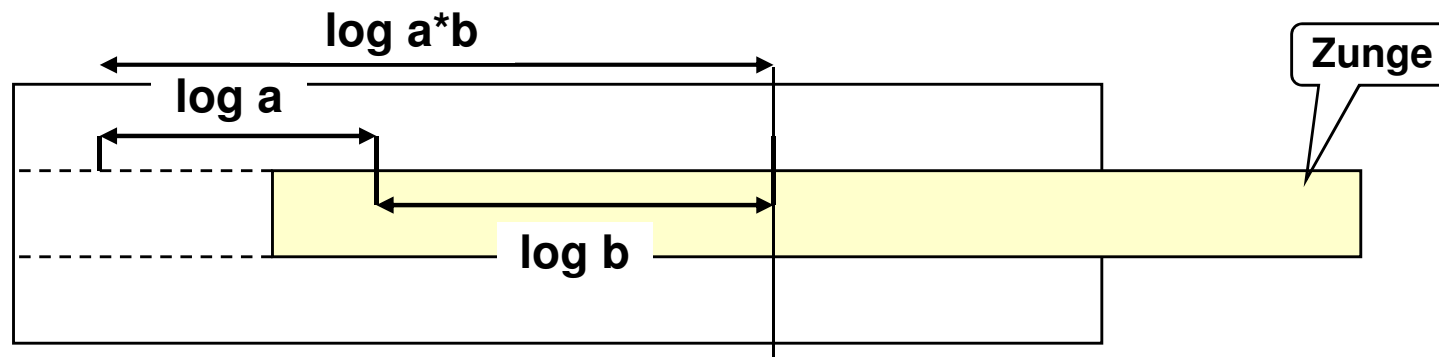
- (heutige) Form mit beweglicher Zunge.

- Grundlagen:

- $\log(a * b) = \log(a) + \log(b)$
- $\log(a^x) = x * \log(a)$

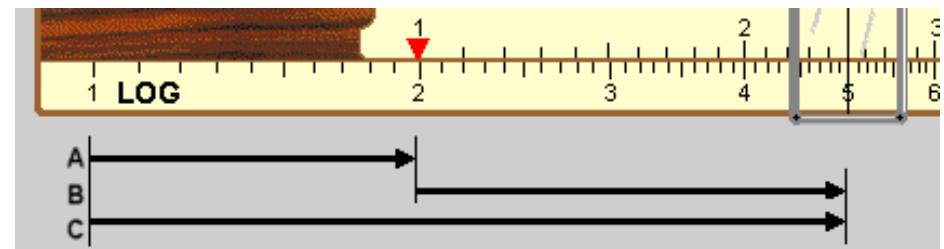
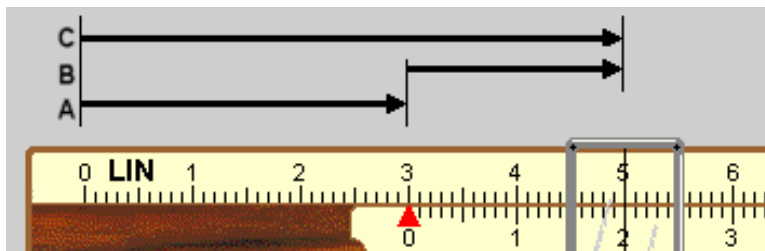
Aus Multiplizieren wird Addieren

Aus Potenzieren wird Multiplizieren



Linear: $C = A + B$, $5 = 3 + 2$

Log.: $C = A * B$, $5 = 2 * 2,5$



Quelle: www.rechenhilfsmittel.de; Demo z.B.: <https://www.youtube.com/watch?v=YjsXTe5j4BE>



Mechanische Rechenmaschinen

- Konstruktion der ersten nachweisbaren Rechenmaschine für die 4 Grundrechenarten durch *Wilhelm Schickard (1592-1635)*

Rekonstruktion 1957 bis 1960, Deutsches Museum
<http://www.mathematik.uni-wuerzburg.de/>



1624

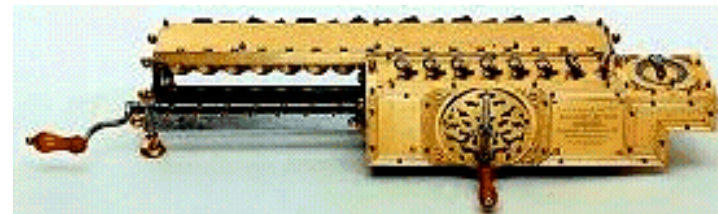
- Addiermaschine von *Blaise Pascal (1623-1662) (F)*
- "4-Spezies"-Rechenmaschine durch *Gottfried Wilhelm Leibniz*

1642-45

1671

Realisierung
1694

Nachbau 1923, Deutsches Museum
<http://www.mathematik.uni-wuerzburg.de/>



- Hauptproblem: Feinmechanik



Mechanische Rechenmaschinen (2)

- Weiterentwicklung der 4-Spezies-Rechenmaschinen durch 17. und 18. Jh.
 - *Jakob Leupold (1674-1727)* in Leipzig
 - *Antonius Braun (1685-1727)* in Wien
 - *Pfarrer Philipp M. Hahn (1739-1790)* in Kornwestheim
 - Fabrikproduktion des Arithmometers von *Charles Xavier Thomas* in Paris ab 1820
 - erste druckende Addiermaschine *W.S. Burroughs* (USA) 1884
 - erste elektrisch angetriebene, mechanische 4-Spezies-Rechenmaschine mit Ergebnisdruck durch *Fa. Mauser-Cordt* 1929
-



Mechanische Rechenmaschinen (3)

- mechanischer Taschenrechner für alle Grundrechenarten, mit 11-stelliger Genauigkeit:

Curt Herzstarks "Curta"

(über 150.000 gebaute Exemplare)



Quelle: www.curta.de

1947

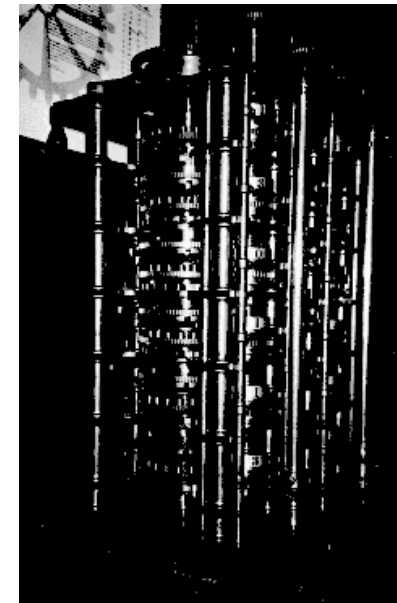
1954

- Ablösung der mechanischen Rechenmaschinen mit Einführung der ersten vollelektronischen 4-Spezies Tischrechner (Fa. Sumlock)
 - Weiterführendes Material: www.rechenhilfsmittel.de
-

1961

✱ Datenspeicherung und Programmsteuerung

- Entwicklung des ersten maschinell lesbaren Informationsträgers durch *Falcon (F)* 1728
 - genutzt für Webstühle
 - Kette von Holzplättchen mit Löchern zur Codierung von Webmustern mit mechanischer Ablesung
- Perfektionierung dieser Idee durch *Joseph-Marie Jacquard* mit Kartonstreifen 1805
 - Mehr als 10.000 programmgesteuerte Webstühle
- Entwicklung einer "Difference Engine" auf der Basis einer Menge verbundener Addierer zur Bestimmung von Folgen von Funktionswerten algebraischer Funktionen durch *Charles Babbage (1791-1871)* (Univ. Cambridge, England). 1822



<http://vmoc.museophile.sbu.ac.uk/babbage/>

Datenspeicherung und Programmsteuerung (2)

- Entwurf einer "Analytical Engine" 1833-1837
durch *Charles Babbage* als erstes Konzept Verbesserungen
eines programmgesteuerten, mechanischen bis 1846
Rechenautomaten mit allen Komponenten
eines modernen Rechensystems:
 - Rechenwerk auf der Basis der Difference Engine
 - Speicherwerk für Operanden und Zwischenergebnisse
 - Speicherung des Programms auf Lochkartenband
 - Steuerwerk zur Abarbeitung des Programms mit Iterationen (Schleifen), bedingten Verzweigungen und Erkennen von Fehlerbedingungen
 - Ein-/Ausgabe-Werke auf Lochkartenbasis und Ergebnisdruck
 - Geplantes Anwendungsfeld:
Erstellung mathematischer Tabellenwerke
- teilweise Fertigstellung durch seinen Sohn Henry Babbage

Datenspeicherung und Programmsteuerung (3)

- **Konstruktion einer Maschine zum Auswerten von Volkszählungsdaten in den USA durch *Herman Hollerith* (1860-1929):** 1886
 - Lochkarten mit Verschlüsselungen von Merkmalen Patent 1889
 - elektrische Abtastung
 - mehrere elektromagnetische Zählwerke
 - erste prakt. Nutzung: Sterblichkeitsstatistik in Baltimore 1887
 - gewann Wettbewerb zur Lieferung der Ausstattung für den US Census 1890 (Auswertung von 56.000.000 Karten)
 - Gründung "Tabulating Machine Company" 1896
- **Entwicklung von Maschinen zum Stanzen, Prüfen, Sortieren, Vervielfältigen, Tabellieren von Lochkarten, zum Drucken.** 1911/14

✱ Datenspeicherung und Programmsteuerung (4)

- Verkauf der Firma und Fusion mit zwei weiteren führten unter Leitung von *Thomas J. Watson* zur Gründung der *International Business Machines Corporation (IBM)*

1911/14



- Ständige Verbesserung führte über die Entwicklung der elektronischen Rechner letztlich zur modernen DV

1924

✱ Datenspeicherung und Programmsteuerung (5)

- Konstruktion des ersten mechanischen, programmgesteuerten Universalrechners durch den Bauingenieur *Konrad Zuse (1910-1996)*, D:

Patent-
einreichung
1936



- mechanischer Speicher mit 16 numerisch adressierten Speicherplätzen
- Rechenwerk für Gleitpunkt-Dualzahlen (vgl. Kap. 3)
- Programm auf Lochstreifenband mit Folgen von Instruktionen
- Jede Instruktion enthält einen Operationscode und einen Adressteil für zwei Operanden und das Ergebnis im Speicher.
- noch keine bedingten Sprünge
- Fertigstellung Z1

1938

- Z1 erwies sich als nicht zuverlässig genug
 - Weiterentwicklung zu elektromechanischem Rechner
-

1.3.3 Elektromechanische Rechenmaschinen

- **Vorführung des ersten arbeitsfähigen Relaisrechners Zuse Z3 durch *Konrad Zuse* und *Helmut Schreyer*:** **1941**
 - im Auftrag der Deutschen Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt
 - erste programmgesteuerte Rechenanlage mit Rechenwerk und Speicherwerk in Relaistechnik
 - Technische Daten:
 - 2600 Fernmelderelais
 - 64 Speicherplätze für 22-stellige Gleitpunkt-Dualzahlen
 - 4 Grundrechenarten und Radizieren
 - 15-20 arithm. Operationen/sec
 - 1 Multiplikation in 4-5 sec
 - Antrag auf Weiterentwicklung zu einem elektronischen Röhrenrechner wurde abgelehnt
 - <http://www.spiegel.de/netzwelt/gadgets/z3-von-konrad-zuse-wird-75-als-die-maschinen-rechnen-lernten-a-1091894.html>
 - <http://www.spiegel.de/fotostrecke/it-pionierinnen-als-die-informatik-weiblich-war-fotostrecke-85582.html>

Elektromechanische Rechenmaschinen (2)

- **Inbetriebnahme des elektromechanischen Computers Mark I an der Harvard-Universität in USA durch *Howard H. Aiken (1900-1973)*: 1944**
 - Grundideen entsprechen ebenfalls denen von Babbage
 - dekadische Zählräder
 - Eingabe durch Lochstreifen und Lochkarten
 - Ausgabe auf Lochstreifenstanzer und elektrische Schreibmaschine
 - Ein-/Ausgabe programmgesteuert
 - Programm auf Lochstreifen, noch kein interner Programmspeicher
 - Riesige Ausmaße:
15m lang, 2.5m hoch, 35 Tonnen, 700.000 Einzelteile
 - Technische Daten:
 - 72 Additionszähler mit je 23 Dezimalstellen
 - Addition in 0.3 sec, Multiplikation in 6 sec, Division in 11 sec
-



1.3.4 Entwicklung der elektronischen Rechenanlagen

- Basis sind einerseits grundlegende Erfindungen:
 - Erfindung der Elektronenröhre (Triode) durch *Lee de Forrest* und *Robert von Lieben* 1906
 - Erfindung des Spitzentransistors durch *John Bardeen*, *Walter H. Brattain* und *William Shockley* 1947
 - Erfindung des Magnetkernspeichers im Rahmen des Whirlwind-Projekts (MIT) und durch *J.W. Forrester* 1951
 - Einführung des Transistors 1955
 - Einführung des ersten integrierten Schaltkreises (Fa. Fairchild) 1961
 - Erster 4-bit-Mikroprozessor i4004 durch Fa. Intel (*Ted Hoff*) 1971
 - erstes ARPANET Pilotnetz / Weitverkehrsnetz (WAN) 1969
 - Entwicklung des Ethernet Local Area Network Konzepts durch *Robert Metcalfe* am Xerox Palo Alto Research Center (XPARC) 1973
 - 10Mbit/sec Ethernet Standard durch Digital/Intel/Xerox 1980
-

Entwicklung der elektronischen Rechenanlagen (2)

- Hierdurch wird die Einteilung der weiteren Entwicklung in sogenannte Rechner-Generationen motiviert.



Konzeptionelle Grundlagen



Alan Turing

***Alan Turing* beschreibt im Zusammenhang mit Berechenbarkeitsproblemen eine "Universalmaschine"**

1936

Diese besitzt alle Eigenschaften eines modernen Computers!



John von Neumann

***John von Neumann (1902-1957)* (ab 1946 Princeton Univ.) formuliert in einem Bericht (als Berater im Zusammenhang mit ENIAC/EDVAC) eine bahnbrechende Idee:**

1945

Idee vom intern gespeicherten Programm zusammen mit den zu verarbeitenden Daten.

<http://www.computerhistory.org/>



Konzeptionelle Grundlagen (2)

- Darauf aufbauender Bericht von *Burks, Goldstine* und *von Neumann* gilt als wegweisend für die Rechnerarchitektur. 1946

Das nach von Neumann benannte Operationsprinzip ist dasjenige fast aller heutigen Rechner.



Rechner-Generationen im Überblick

Gen.	Zeitraum ca.	Bestimmende Technologie und Betriebsweise	Neuartiges Produkt	Neue Firmen und Maschinen
1	1945-1955	Röhren und Steckkarten	Kommerzielle Elektronische Rechner	IBM 701, UNIVAC 1
2	1955-1965	Transistoren und Stapelverarbeitung	Billige Rechner	Burroughs 6500, NCR, CDC 6600, Honeywell
3	1965-1975	Integrierte Schaltkreise und Mehrprogrammbetrieb	Minicomputer	50 neue Firmen: DEC PDP-11, Data General Nova
4	1975-	Hochintegrierte Schaltkreise und Netzwerkbetriebssysteme	Personal Computer und Workstations	Apple II, Apollo DN 300, Sun 2
5	199?	Parallelverarbeitung?	Multiprozessor- und Multicomputersysteme ?	?



1. Generation: Röhren und Steckkarten

- Zeitrahmen ca. **1945-1955**
- Schaltungsaufbau aus Elektronenröhren
- Gruppe von Personen kümmert sich um Entwurf, Bau, Programmierung, Operating und Wartung jedes einzelnen Rechners, Rechner sind Unikate.
- Programmierung durch Verdrahtung von Steckkarten oder in absoluter Maschinensprache (Programmiersprachen und Betriebssysteme sind noch unbekannt).
- Nutzung für numerische Berechnungen
- Ab Anfang der 50er Jahre
 - Benutzung von Lochkarten
 - Einführung von Magnettrommelspeichern und Magnetbändern
- Am Ende der Periode
 - Einführung von Ferritkernspeichern



Die ersten Röhrenrechner

- **John Atanasoff** vom Iowa State College in Ames entwickelt **1939-1942** den ersten Röhrenrechner "Electronic Linear Equation Solver"; nicht funktionsfähig.
- Entwicklung des Röhrenrechners **ENIAC** (Electronic Numerical Integrator and Computer) an der Pennsylvania Univ. unter Leitung von **John P. Eckert** und **John W. Mauchly**: **Beginn 1942**
1944-46
 - bis 1973 als erster Röhrenrechner angesehen (Patentstreit)
 - war der erste funktionsfähige Röhrenrechner
 - Spezielle Röhrenschaltkreise für * und /
 - ebenfalls gewaltig: 27 Tonnen, 17.468 Röhren, 1.500 Relais, 174 kW Anschlussleistung **Öffentliche Vorstellung: 1946**
 - Ausfallrate: 2-3 Röhren / Woche
 - Technische Daten: Addition/Mult.: 0.2 / 2.8 ms, Dez.-System
 - Dateneingabe über Lochstreifen
 - Programmierung durch austauschbare Steckbretter und Kabel; umständlich, zeitaufwändig und fehleranfällig
 - für Ballistik-Berechnungen im 2. Weltkrieg gedacht, zu spät



<http://www.computerhistory.org/>

Mehr zum ENIAC: <https://www.heise.de/newsticker/meldung/Zahlen-bitte-17-468-Roehren-fuer-den-ersten-vollelektronischer-Computer-4180867.html>



Die ersten Röhrenrechner (2)

- Inbetriebnahme Electronic Delay Storage Automatic Computer (EDSAC) in Cambridge (GB) unter Leitung von *Maurice Wilkes*
 - erster voll funktionsfähiger, speicherprogrammierbarer Rechner
 - Wilkes besuchte 1946 die ENIAC-Gruppe

http://www.cl.cam.ac.uk/Relics/archive_photos.html



1949

- Inbetriebnahme Electronic Discrete Variable Automatic Computer (EDVAC, Nachfolger von ENIAC)
- Mark III und Mark IV als Nachfolger von Mark I unter Aiken in Harvard mit getrennten Speichern für Befehle und Daten.
(Daraus wird heute der Begriff der Harvard-Architektur für Rechner mit getrennten Befehls- und Daten-*Caches* abgeleitet).

1952

✱ Die ersten kommerziellen Röhrenrechner

- Eckert und Maughly gründen eine Firma und bauen den ersten Rechner BINAC für einen Kunden (Fa. Northrop), nun unter Verwendung des Binärsystems. Fertigstellung:

1947

1949

- Diese Firma wird (wg. finanzieller Schwierigkeiten) von der Remington Rand Corp. übernommen und wird zu deren UNIVAC Division.

- Eckert und Maughly bauen den ersten Universalrechner **UNIVAC I**
- „Universal Automatic Calculator“
- mehrere Jahre Marktführer in USA
- Gesamtstückzahl: 48 !
- 1955: Rand+Sperry, 1986: + Burrows → **Unisys**



<http://www.computerhistory.org/>

1951

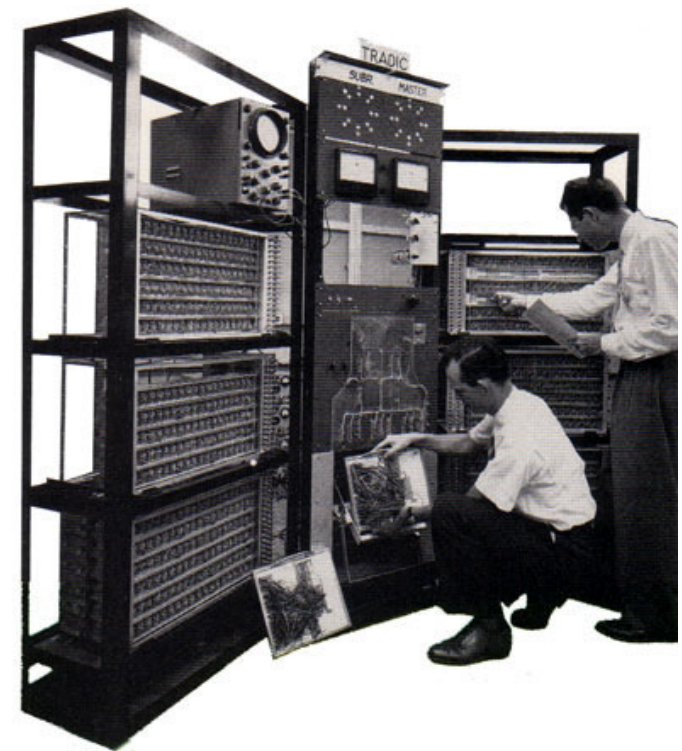
- IBM beginnt ab 1950 mit der Entwicklung von Rechnern.
 - Erster IBM-Rechner: IBM 701
 - Gesamtstückzahl: 19 !

1952

✖ 2. Generation: Transistoren und Stapelverarbeitung

- Zeitrahmen ca. 1955-1965
- Schaltungsaufbau mit geätzten Leiterplatten bestückt mit diskreten Bauelementen, insbesondere Transistoren
- Erster volltransistorisierter: Transistorized Airborne Digital Computer (TRADIC) der *Bell Laboratorien* unter *J. H. Felker* (800 Transistoren, 11.000 Dioden; 100 W)
- Lochkarten als Haupteingabemedium (vgl. Geräte im oberen Flur des Informatik-Gebäudes)
- Ferritkernspeicher als Arbeitsspeicher mit Zugriffszeiten um 1 μ s
- Magnetband- und Magnettrommelspeicher als externe Speicher
- Unterscheidung zwischen Entwicklern, Herstellern, Operateuren, Programmierern und Wartungspersonal.

1955



<http://www.cedmagic.com/history/>



2. Generation (2)

- Entwicklung unterschiedlicher Produktlinien für techn.-wiss. Anwendungen und kommerzielle Anwendungen.
- Beispiel:
 - IBM 7094
wortorientiert für numerische Berechnungen in Wissenschaft und Technik
 - IBM 1401
zeichenorientierter kommerzieller Rechner für Banken, Versicherungen, Verwaltung;
(12.000 Ex. gefertigt)
Als Vorrechner für IBM 7094 gedacht
 - Begriffsbildend für „Mittlere Datentechnik“



<http://www.computerhistory.org/>



2. Generation (2a)

- **frühe Einführung von Assemblersprachen**
 - **maschinenorientierte Programmiersprachen speziell für jeden Prozessortyp,**
 - **Vereinfachung gegenüber Maschinensprache durch Formulieren der Befehle mit symbolischen Namen (Mnemocode) und symbolisch benannten Operanden**

L	OP1	Laden Operand 1 in Akkumulator
ADD	OP2	Addieren Operand 2
ST	SUMME	Speichern des Ergebnisses in Summe

- **1:1-Überführung eines Assembler-Programms in Maschinencode durch sogenannte Assembler.**



2. Generation (2b)

- **Maschinencode vs. Assemblersprache am Beispiel des Z80-Mikroprozessors, Aufgabe: Register HL = DE * C**

Obj Code	Label	Statement	Kommentar
210000	MLTPLY	LD HL, 0	Register HL mit 0 initialisieren
0608		LD B, 8	Register B mit 8 laden (8-Bit-Mult!)
CB39	MLOOP	SRL C	Register C logisch rechts schieben
3001		JR NC, NOADD	Bedingter Sprung
19		ADD HL, DE	Register DE zu HL addieren
CB23	NOADD	SLA E	Register E arithm. rechts schieben
CB12		RL D	Carry Flag links in D einrotieren
10F5		DJNZ MLOOP	B:=B-1, Schleife falls nicht Null

**Programmierung mit Mnemonics statt Binärcode,
Sprünge zu Labels statt Speicheradressen, mit Sprunglängenberechnung durch Assembler**



2. Generation (3)

- Einführung von problemorientierten Sprachen
 - bessere Lesbarkeit
 - Unabhängigkeit von der Maschinensprache
 - Benutzung von Variablen
 - Bildung komplexer mathematischer Ausdrücke
 - Kontrollstrukturen (z.B. Schleifen)
 - Einführung von Unterprogrammen und Bibliotheken (Unterprogrammsammlungen für best. Aufgaben)
 - (**Plankalkül** (K. Zuse) als erste höhere Programmiersprache) 1942-46
 - **FORTRAN**, später: **Fortran** (Formula Translator) 1957
für techn.-wiss. Anwendungen (u.a. von J.W. **Backus**)
 - **Algol** (Algorithmic Language), sehr bedeutend für die weitere Entwicklung der Programmiersprachen 1960
 - **COBOL** (Common Business Language) 1960
für kommerzielle Anwendungen
 - Übersetzung in Maschinencode durch sog. Compiler
-



2. Generation (4)

- Einführung einfacher Monitorprogramme zur Ablaufsteuerung gegen Ende der Periode

- „Hello world“ in FORTRAN 77:

```
PROGRAM HELLO  
WRITE (UNIT=*, FMT=*) 'Hello World'  
END
```

- „Hello world“ in Algol-60:

```
'COMMENT' HALLO, WELT PROGRAMM IN ALGOL 60;  
'BEGIN'  
    OUTSTRING (2, ' ( 'HALLO, WELT' ) ' ) ;  
'END '
```

Beispiele von M. Neumann et al.,
<http://www.ntecs.de/old-hp/uu9r/lang/html/lang.de.html>



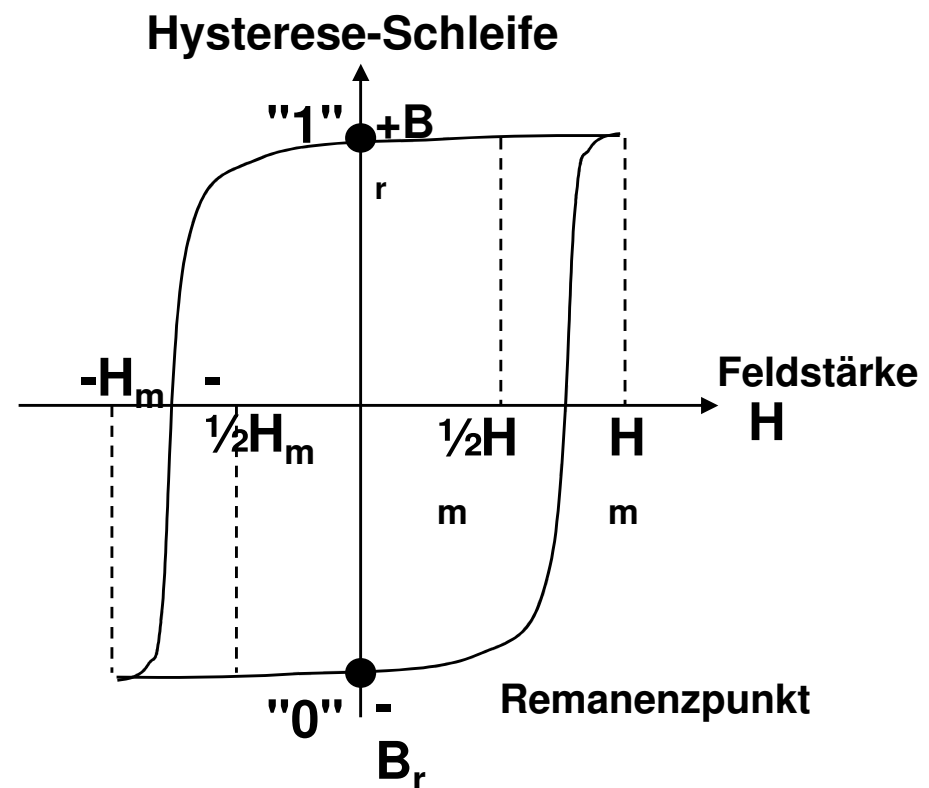
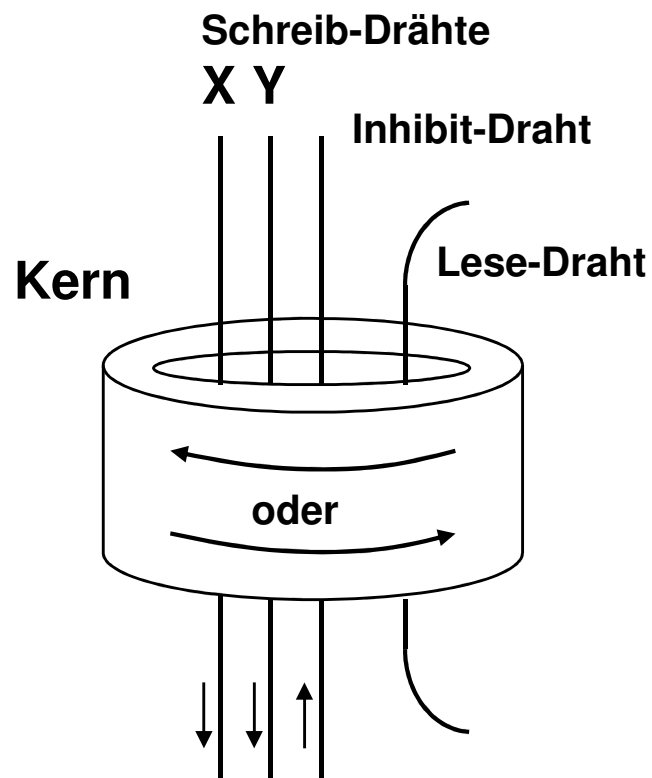
2. Generation (5)

- „Hello world“ in COBOL:
IDENTIFICATION DIVISION.
PROGRAM-ID. HelloWorld.
AUTHOR. Fabritius.
ENVIRONMENT DIVISION.
CONFIGURATION SECTION.
INPUT-OUTPUT SECTION.
DATA DIVISION.
FILE SECTION.
WORKING-STORAGE SECTION.
LINKAGE SECTION.
PROCEDURE DIVISION.
DISPLAY "Hello World".
STOP RUN.



Ferritkernspeicher

- ferromagnetisches Material als bistabiles Speicherelement
- zerstörendes Lesen (Schreiben einer 0), gelesene 1 erzeugt Lesespannung
- Wiedereinschreiben (Zyklus) durch Schreiben einer 1, verhindert durch Inhibit, falls 0 gewünscht
- Zykluszeiten ca. 5 μsec - 0.5 μsec





Ferritkernspeicher (2)

- Aufbau einer Matrix-Speicherebene

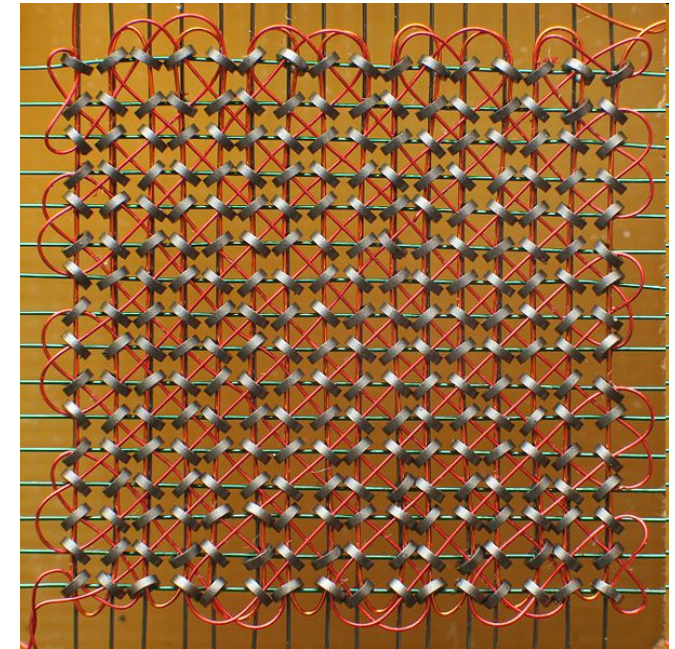
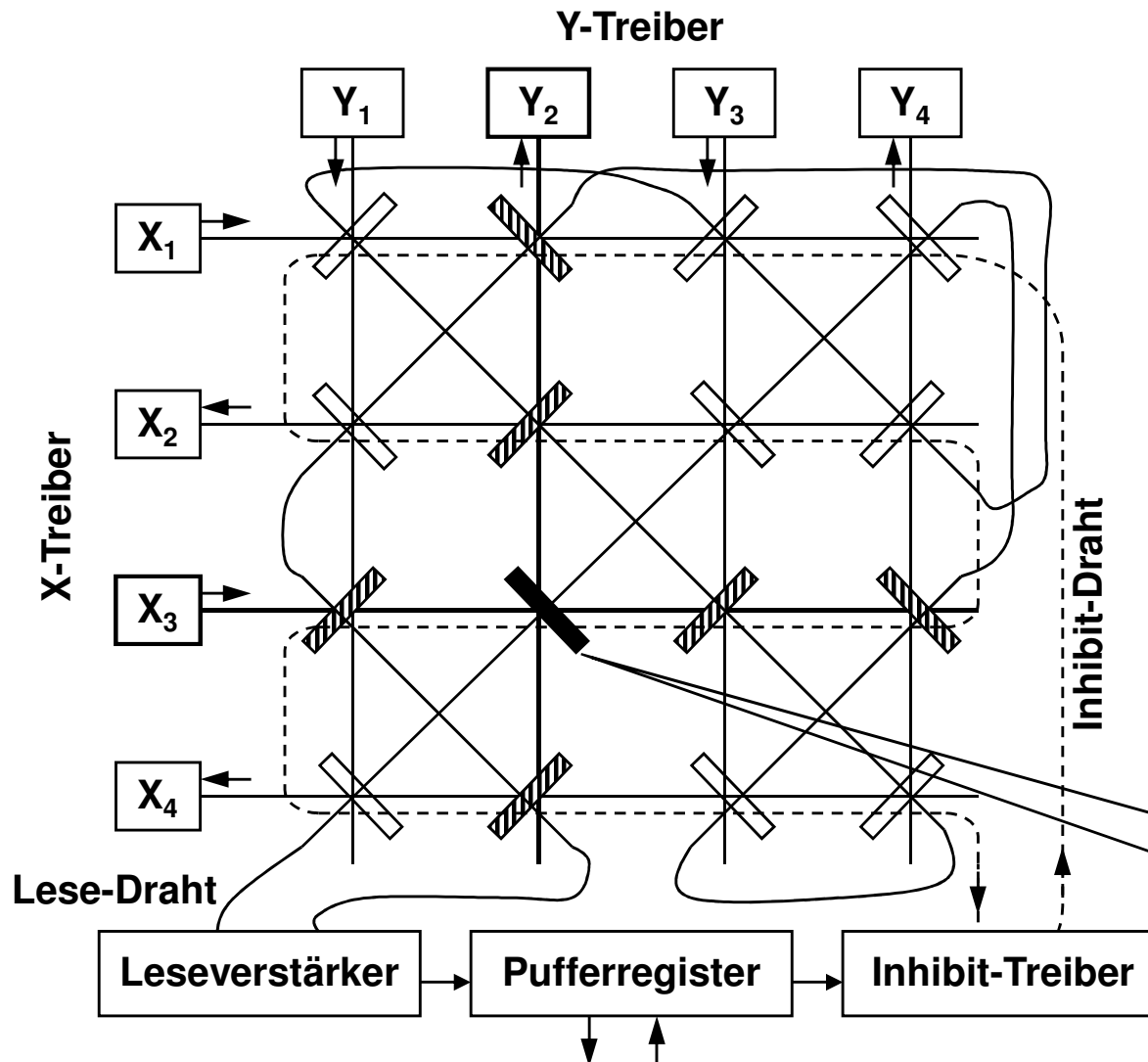


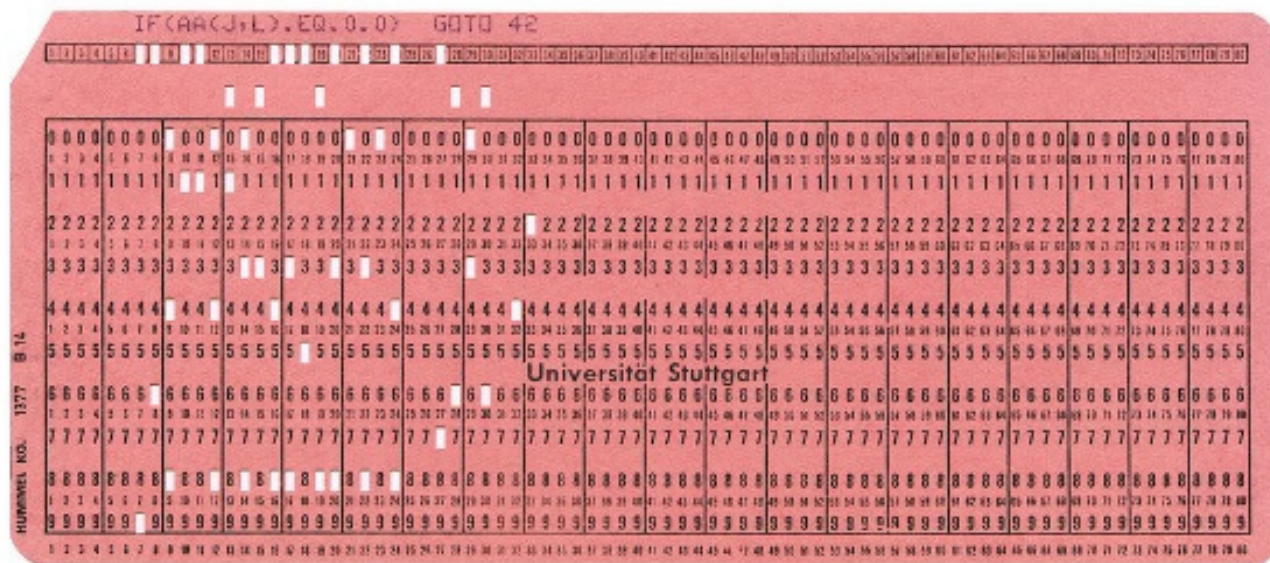
Abb.: Konstantin Lanzet, Wikipedia

In jeder Ebene
wird zu einem Zeitpunkt
nur ein Speicherelement
selektiert, hier (3,2)

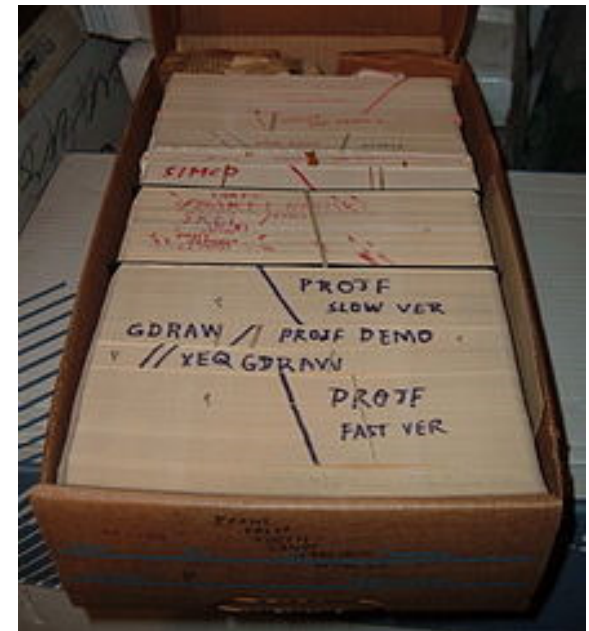


Stapelverarbeitung

- Zunächst Ausführung einzelner Jobs in Form von Lochkartenstapeln mit hohem Anteil manueller Arbeiten
- Rationalisierung des Operating durch Einführung des Stapel(verarbeitungs)betriebs (Batch-System)



Q.: <http://smoch.santis-basis.ch/index.php/lochkarte>

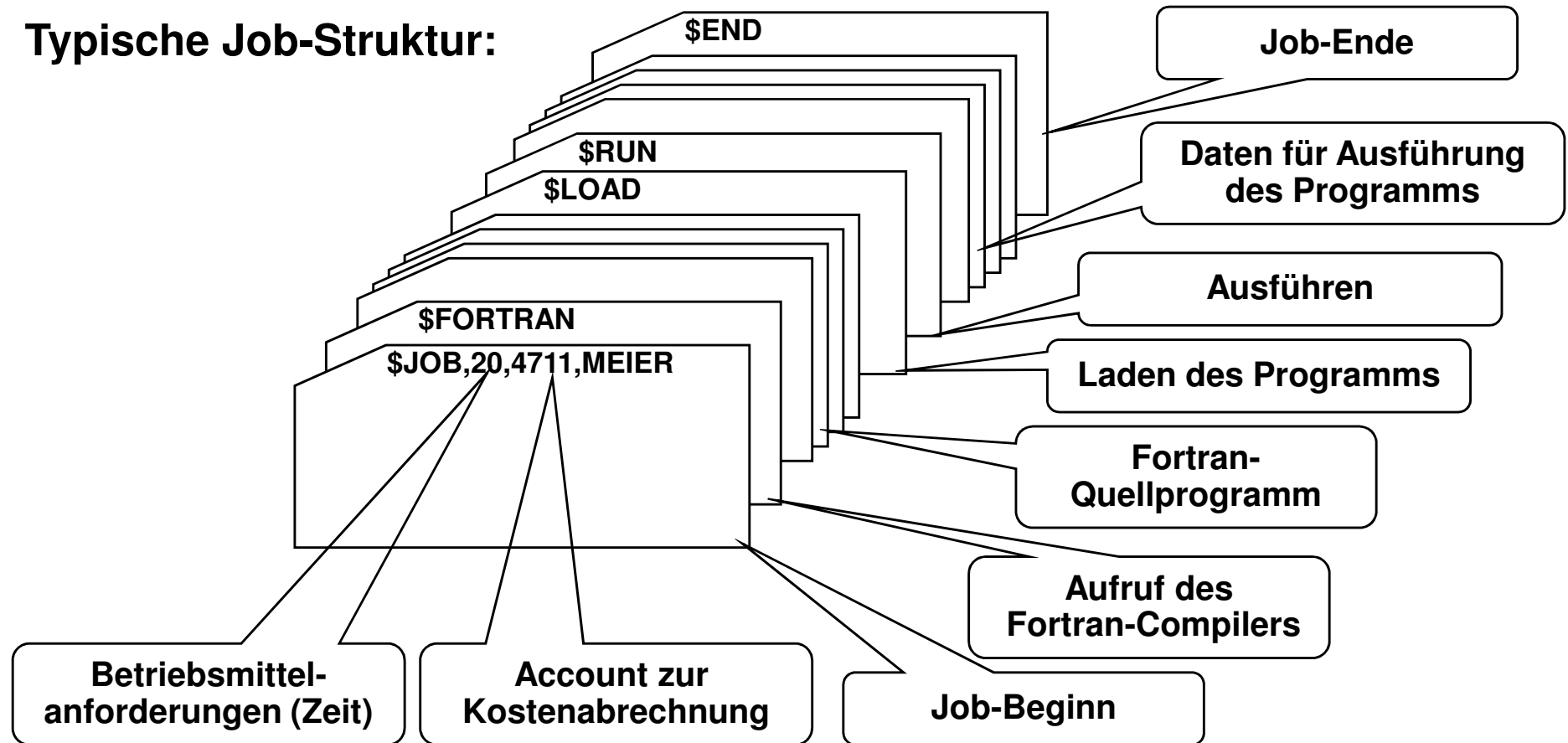


Q.: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:PunchCardDecks.agr.jpg>



Stapelverarbeitung (2)

Typische Job-Struktur:



- Kontrollkarten sind die Vorläufer der Job-Kontrollsprachen (JCL) und der Kommando-Interpreter.
- Monitorprogramm zur Abarbeitung der Job-Folge ist der Vorläufer eines Betriebssystems.

3. Generation: ICs und Mehrprogrammbetrieb

- Zeitrahmen ca. 1965-1975
- Schaltungsaufbau zunächst aus Modulen aus planaren (flachen) Transistoren,
aus integrierten Schaltkreisen (Integrated Circuits, ICs) mit bis zu mehreren hundert Transistorfunktionen
- Vorteile: geringerer Platzbedarf, kürzere Schaltzeiten, größere Betriebssicherheit, besseres Preis/Leistungsverhältnis
- Operationszeiten im Bereich von μs
- Einführung von Rechnerfamilien:
Unterscheidung der Mitglieder in Preis und Leistung, aber gleicher Instruktionssatz.
 - Urvater IBM /360

ab ca.
1972

1964



ICs und Mehrprogrammbetrieb (2)

- Sowohl für wissenschaftliche als auch für kommerzielle Berechnungen geeignet
- Die gesamte Software, auch das Betriebssystem, soll auf allen Modellen der Familie ablauffähig sein.
(Betriebssystem wird nicht mehr als Teil der Hardware angesehen; Software wird erstmals getrennt in Rechnung gestellt (1969); Prozessoren werden erstmals „kompatibel“)
Forderung nach Effizienz für alle Benutzertypen
⇒ komplexe Betriebssysteme zur Ablaufsteuerung entstehen
- Entwicklung von Plattenspeichern, Halbleiterspeichern, Bildschirm-Terminals



ICs und Mehrprogrammbetrieb (2)

- Aufkommen von preiswerten Mini-Rechnern neben den Großrechnern, Einsatz auch im Embedded-Bereich aufgrund gesunkener Kosten

um 1965

Beispiel: Digital Equipment Corporation (DEC):

- Programmable Data Processor PDP-8, zu 20% der Kosten einer IBM /360
- PDP-11

Andere: Data General, Hewlett-Packard (HP)

Siehe auch:
Ausstellungsobjekte
im 1. OG Geb. C (KSR)

PDP-11/20

<http://www.retrocomputing-world.com/>



1970



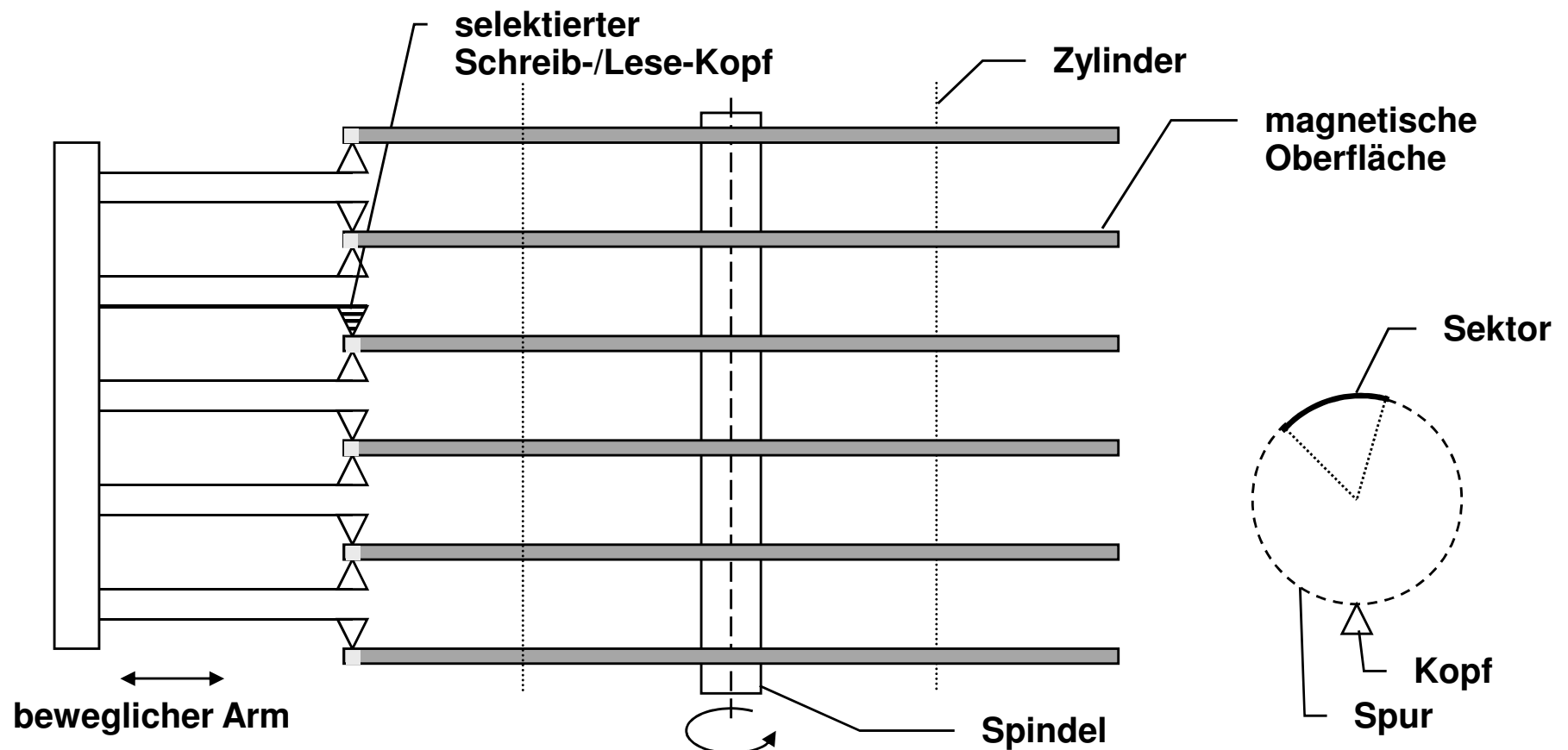
Plattenspeicher

Frage: Nachteile von Magnetband-Speichern?

Beispiel: IBM 2311

1956: 305 RAMAC IBM-HDD

- 203 Zylinder, 10 Spuren/Zylinder, Gesamtkapazität ca. 7 MB
- 2.400 U/min, Zugriffszeit ca. 150 msec, 156 kB/sec Transferrate
- Steuereinheiten erlauben Suchen von Sätzen mit bestimmtem Schlüssel !





Mehrprogrammbetrieb

- **Mehrprogrammbetrieb:**
 - Ziel: Vermeidung von Wartezeiten für "teure" CPU während I/O, besonders relevant in I/O-intensiven kommerziellen Anwendungen.
 - Lösung: Gleichzeitiges Bereithalten mehrerer Jobs im Arbeitsspeicher.
- **Einführung des Spooling-Betriebs:**
 - möglich durch Mehrprogrammbetrieb und Einführung von Magnetplatten.
 - Nebenläufiges Einlesen der Kartenstapel und Speichern auf Platte, bis mit der Bearbeitung in einer Partition begonnen wird.
 - Speichern der Ausgaben auf Platte und nebenläufige Ausgabe.



Mehrprogrammbetrieb (2)

- **Fazit:**
 - **Systeme finden breite Akzeptanz.**
 - **Systeme behalten zunächst im Grunde Stapelverarbeitungsprinzip bei.**
 - **Antwortzeiten für einen Job im Bereich von einigen bis vielen Stunden (Problem für Programmierer).**



Mehrprogrammbetrieb (3)

- **Timesharing-Betrieb als Variante:**
 - Dialogbetrieb, wegen Drang nach kurzen Antwortzeiten.
 - Benutzer bekommen über ein Bildschirm-Terminal „on-line“-Zugang zum System.
 - Kurze Reaktionen des Systems auf Benutzereingaben, vorrangig bearbeitet, Stapelverarbeitung im Hintergrund.
- **Das Beispiel: MULTICS** ab 1963
 - MULTICS (MULTiplexed Information and Computing System):
 - gemeins. Projekt von MIT, Bell Labs, General Electric, 1965
brach auseinander wg. technischer Schwierigkeiten.
 - Ziel: Hunderte von Benutzern im Dialogbetrieb auf GE645, am MIT
letztlich in Produktionsumgebung am MIT und einigen anderen
Einrichtungen eingesetzt. ab 1969
 - MULTICS hatte bedeutenden Einfluss auf nachfolgende
Systeme wie UNIX. bis 2000



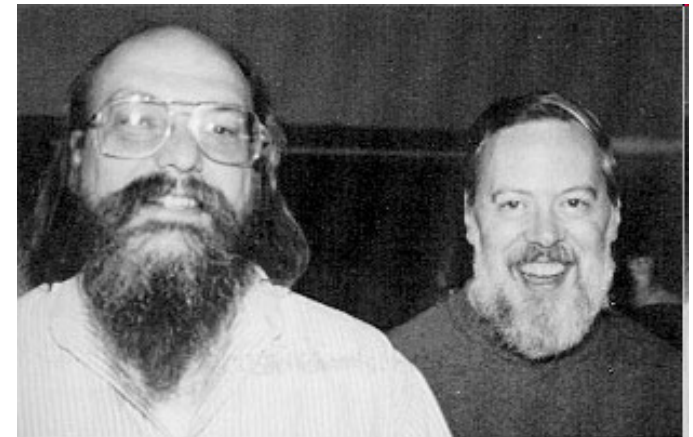
Mehrprogrammbetrieb (3)

- **UNIX**

- **Ken Thompsons UNICS (UNiplexed Information and Computing System) auf DEC PDP-7 nach Ausstieg von Bell Labs aus MULTICS.**

1969

- **Ken Thompson, Dennis Ritchie u.a. entwickeln PDP-11 UNIX für den damals führenden Minirechner DEC PDP-11. Dateisystemaufbau und -schnittstelle, Kommando-Interpreter (Shell) u.a. entstammen MULTICS-Ideen.**



K. Thompson, D. Ritchie Q: Wikimedia Commons

Re-Implementierung in C (von Ritchie ab 1971 entworfen).

1973

- **Meilenstein-Papier zu UNIX von Ritchie und Thompson, gekennzeichnet von Einfachheit und Eleganz (später ACM Turing Award).**

1974





4. Generation: VLSI, PCs, Netzwerke

- Zeitrahmen ab ca. 1975
- Höhere Integrationsdichten der Bauelemente:
 - LSI (Large Scale Integration) 10^3 - 10^5 Transistorfunktionen
 - VLSI (Very Large Scale Integration) 10^5 - 10^7 Transistorfunktionen
- Halbleiterspeicher und schnelle externe Massenspeicher
- Operationszeiten im Bereich von Nanosekunden (10^{-9} sec)
- Erste **Supercomputer** (z.B. Cray-1) bis 400 MIPS (Millionen Instruktionen pro Sekunde)
- **Personal Computer** als Individuen zugeordnete Werkzeuge (=Workstation), preiswert aber leistungsstark wie Minirechner bzw. Großrechner.
- Breites Software-Angebot entsteht.
- Netzwerke zur Kommunikation und Kooperation.

4. Generation: VLSI, PCs, Netzwerke (2)

- **Hohe Grafikfähigkeit**
⇒ **benutzerfreundliche Oberflächen (z.B. Apple Macintosh)**
⇒ **neue Anwendergruppen, ohne eigentliche Rechnerkenntnisse.**
- **Marktdominierende Betriebssysteme: MS-DOS und UNIX.**
- **Netzwerkbetriebssysteme erlauben Zugang zu anderen Rechnern, Dateitransfer, gemeinsame Benutzung von Informationen.**



Personal Computers

- Grundlegende Forschungsarbeiten zu Personal Computers im *Xerox Palo Alto Research Center* (XPARC): Alto, Star

60er und
70er Jahre

- *bit-mapped displays*
- graphische Fenstersysteme und Maus
- Local Area Netzwerk
(3 Mbit/sec Forschungs-Ethernet)

- Intel 4-bit Mikroprozessor 4004

1971: Erster in Serie produzierter
Mikroprozessor
2250 Transistoren, 108 kHz Takt
46 Befehle, Harvard-Arch.



Nachfolger: 1972 - 4040, 1974 - **8080**



Xerox Alto
<http://www.computerhistory.org/>



Personal Computers (2)

- **Personal Computer** auf Basis von 8-bit-Prozessoren (Intel 8080, Zilog **Z80**) vor 1980
- **Beispiel:** 1975
 - Der erste Mikrocomputer **Altair 8800** mit Intel 8080 und 256 Bytes Speicher (Bausatz, 495 \$)
 - Speichererweiterung 8 kB mit "Betriebssystem" und Programmiersprache Basic, geschrieben von 2 Studenten: *Bill Gates* und *Paul Allen*, später Gründer von *Microsoft*
- Betriebssystem **CP/M** (*Control Program for Microcomputers*) von Digital Research 1975
- Erster **Apple**-Computer durch *Steve Jobs* und *Steve Wozniak* mit Motorola **6502** 8-bit-Prozessor 1976



Apple I
<http://inventors.about.com/>



Personal Computers (3)

- Wang 2200: Ein früher „PC“, noch ohne μ P!

1973



- Durchbruch für PCs: Apple II, Commodore PET, Tandy TRS-80, Atari 800

1977



Commodore PET 2001



Tandy TRS-80



Apple II

Q: Wikimedia Commons

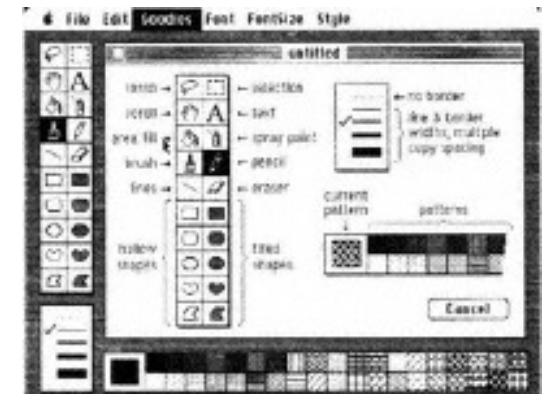


Personal Computers (4)

- Einstieg von IBM in die PC-Produktion und Verdrängung durch **IBM PC** mit Intel-Prozessor und Microsoft DOS **ab 1981**
- Die Berkeley UNIX-Mitarbeiter *Bill Joy, Scott McNealy* und *Andreas v. Bechtolsheim* gründen **Sun Microsystems**, um Hochleistungs-Workstations zu bauen. **1982**
- Apple am Abgrund; Flops: Apple III, Lisa (technisch Spitze!) **1983**
- Meilenstein:
Macintosh mit Motorola 680x0 Prozessor rettet Apple **1984**
 - abgespeckte Lisa
 - Vorbild für das spätere Microsoft Windows

rechts:
<http://www.computerhistory.org/>

links:
<http://inventors.about.com/>





Personal Computers (5)

- **IBM PC/AT auf Basis der 16-bit-CPU Intel 80286** **1984**
 - Modell 99: 6 MHz, 256 kB RAM, 20 MB Platte, 5.795 \$
 - **LAN-Markt entwickelt sich rasant: 2.700 LANs installiert** **1985**
 - **Microsoft geht an die Börse** **1986**
 - **32-bit CPU Intel 80386** **1988**
 - Meilenstein, Architekturbasis für 486 und Pentium
 - **Microsoft Windows 3.0** **1990**
 - graphische Bedienoberfläche aufsetzend auf DOS
 - annähernd konkurrenzfähig mit Apple Macintosh
 - breites Software-Angebot entwickelt sich
 - **Apple, Motorola und IBM verbünden sich gegen Intel und Microsoft: PowerPC - erfolglos !** **1993**
 - **IBM, DEC, Apple in Schwierigkeiten** **1994**
 - **Compaq überflügelt IBM im PC-Bereich** **1994**
-



Personal Computers (6)

- Compaq übernimmt Tandem und DEC **1997/98**
- Dell überflügelt Compaq als größter PC-Hersteller **2001**
- HP übernimmt Compaq **2002**
- Lenovo übernimmt die „PC Division“ von IBM **2005**
- IDC zum PC-Markt: HP vor Acer, gefolgt von Dell **2009**
- IDC zum PC-Markt EMEA: HP vor Lenovo, gefolgt von Dell, Asus, Acer **2017**

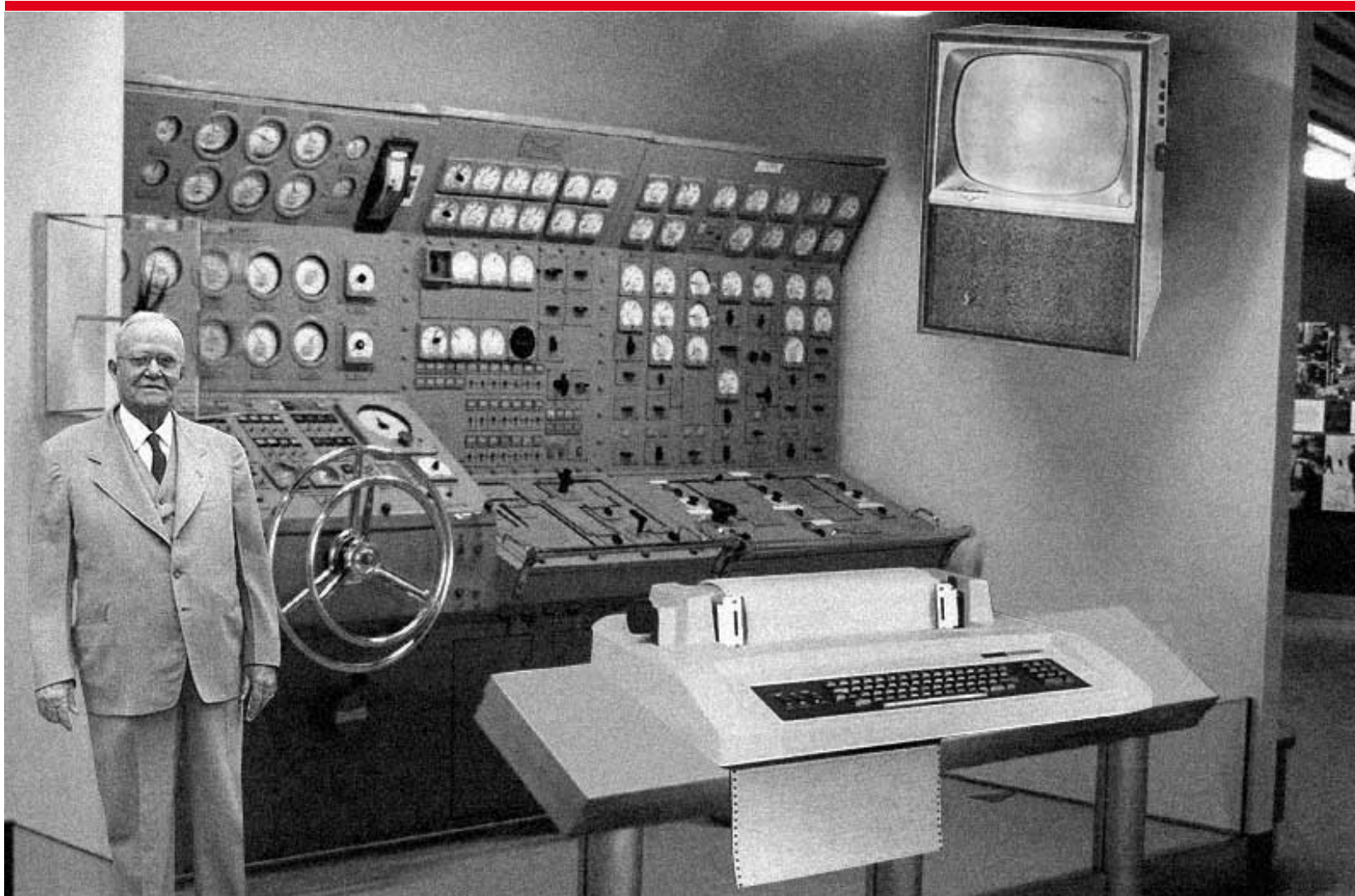


Personal Computers (7)

- Microsoft stellt Windows NT vor **1994**
 - NT-Workstation-Markt verdoppelt sich jährlich nach Stückzahlen, Umsatzwachstum um jährlich 20% bis 2003 vorhergesagt (IDC) **seit 1996**
 - gleiche Vorhersage: Wachstum von UNIX-Workstations um jährlich 9.5%, NT-Workstation-Markt überholt UNIX **2000**
 - Linux wird zum Konkurrenten von Microsoft Windows, starke Unterstützung durch IBM und HP **2000/2001**
 - hohes Wachstum im Server-Bereich (IDC: 28% Anteil bei neuen Systemen hinter Windows NT (38%))
 - führend im Markt für Internet-Anwendungen
 - derzeit kaum Chancen im Desktop-Bereich (2018: Windows-Anteil 81,8%, Mac OS 13,5%, Linux 1,7%)
 - Aktuell (Statist. Bundesamt): [Link](#) **2009-2018**
 - Noch aktueller: IBM kauft Red Hat für 30 Mrd. € **2018**
-



Personal Computers (8)



**Urban
legend:
Eine
„Vision“
des
Jahres
1954
vom PC
im Jahr
2004**

<http://www.popularmechnics.com/technology/upgrade/1303271.html>

Scientists from the RAND Corporation have created this model to illustrate how a "home computer" could look like in the year 2004. However the needed technology will not be economically feasible for the average home. Also the scientists readily admit that the computer will require not yet invented technology to actually work, but 50 years from now scientific progress is expected to solve these problems. With teletype interface and the Fortran language, the computer will be easy to use and only

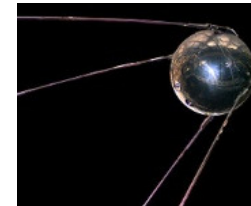
<http://www.cs.princeton.edu/courses/archive/fall04/cos109/homecomputer.jpg>



Vom ARPANET zum Internet

- Gründung der **Advanced Research Projects Agency** (ARPA) durch **US Dept of Defense** (DoD) als Reaktion auf Sputnik (60 Jahre her!)

1957



- Vergabe von Contracts an Unis

ab 1962

- Idee des "Internet" als "*tool to create critical mass of intellectual resources*" (Licklider, Taylor)

1968

- Hauptplaner: **Vinton Cerf, Bob Kahn**

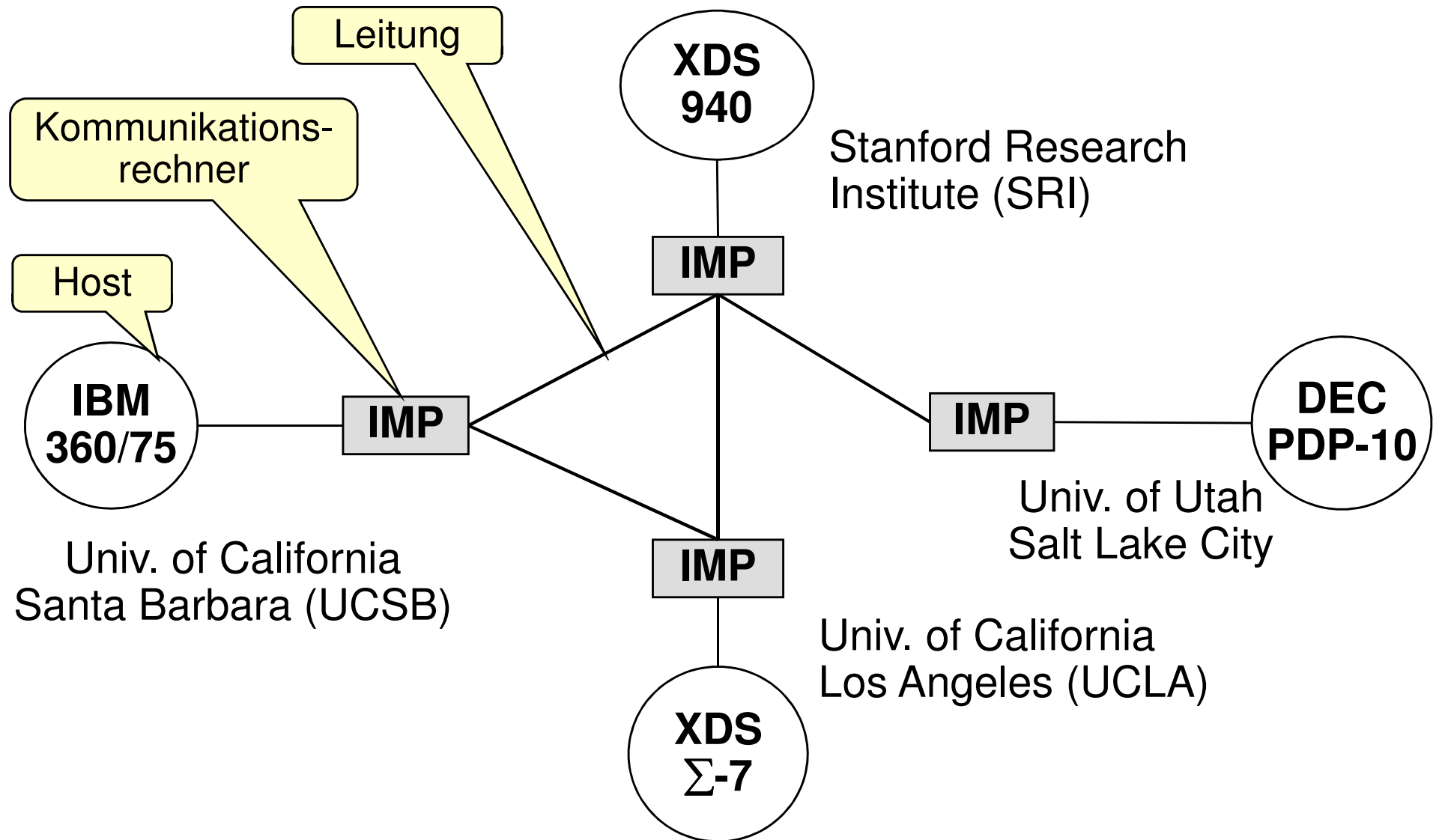


- Erstes funktionsfähiges Netz, gemietete 50 kBit/s-Leitungen, **Interface Message Processors** von BBN

1969



Vom ARPANET zum Internet





Vom ARPANET zum Internet (2)

- Erste öffentliche Demo (*remote login*) 1972
 - Network Control Protocol (NCP) als Protokoll
(Menge von Regeln für die Kommunikation)
 - Hauptnutzung:
Terminal-Sitzungen, Dateitransfer, Electronic Mail
 - Grundzüge der TCP/IP-Protokolle in Papier von Cerf/Kahn
IP=Internet Protocol, TCP=Transmission Control Protocol,
Standardisierung in den Folgejahren 1974
 - Übergang zu den heutigen Internet-Protokollen
TCP/IP Version 4 1982
 - Verbreitung von TCP/IP durch Berkeley UNIX 4.2 BSD,
freie Verfügbarkeit des Quellcodes ab 1983
 - Entwicklung zahlreicher Internetstandards durch IETF
(Internet Engineering Task Force, <http://www.ietf.org>) ab 1986
 - Standard-Dokumente: Requests for Comment (RFCs)
-



Wachstum des Internets

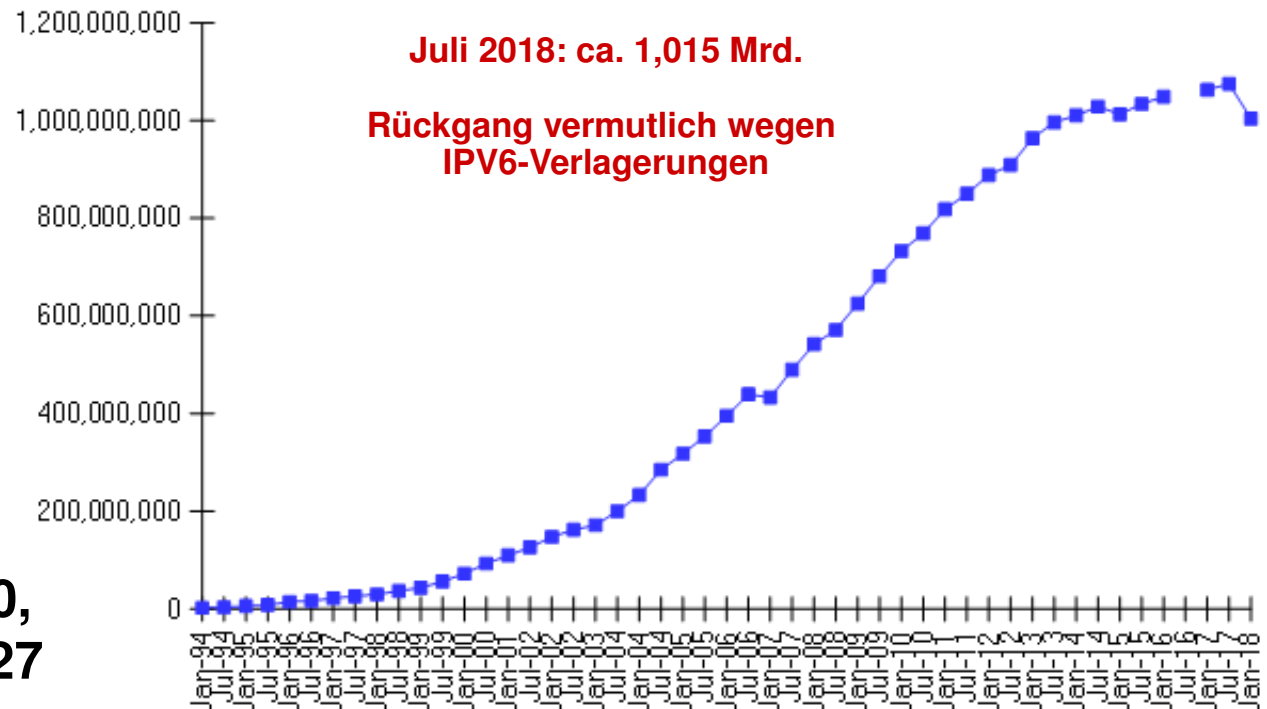
- Weltweit enorme Wachstumsraten:

- Europa:

(RIPE *Hostcount for European top level domains*)

- 12/1991: ca. 135.000,
08/2019: 119.434.127
- Domains:
09/2019 in [.de](http://www.denic.de/):
ca. 16,254,421
(<http://www.denic.de/>)

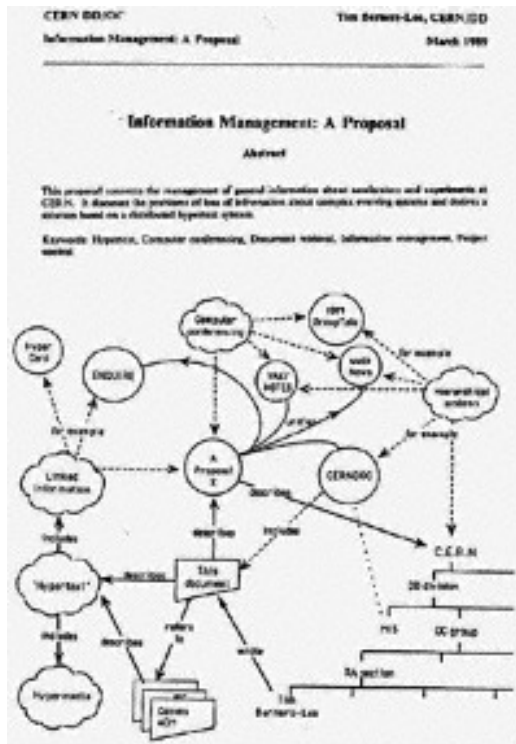
Internet Domain Survey Host Count





Das World-Wide Web (WWW)

- Arbeiten zu Hypertext-Systemen (durch Zeiger verbundenes verteiltes Geflecht von Knotendokumenten mit einfachen Navigationsmöglichkeiten) von *Ted Nelson* (Project Xanadu) ab ca. 1970



- Vorschlag für ein Hypertext-Projekt am CERN bei Genf durch *Tim Berners-Lee* und *Robert Cailliau*

- Wiege des World-Wide Web
- Entwicklung einer ersten Version auf NeXTCube-Rechner
- Präsentation auf Hypertext-Konferenz
- Herausgabe einer freien Version von Web-Server und Browser (Unix-basiert) durch CERN
- Ende des Jahres: weltweit ca. 50 Web-Server



- *Marc Andreessen, Eric Bira* (NCSA, Univ. of Illinois) geben erste Version des Mosaic-Browsers heraus, gründen später *Netscape*



Das World-Wide Web (WWW) (2)

- **Für Microsoft ist WWW noch kein Thema.** 1994
 - Bill Gates: "... an Internet Browser is a trivial piece of software. There are at least 30 companies that have written creditable Internet browsers, so that's nothing..."
- **Microsoft greift ein ...** Ende 1995
 - ... der Browser-Krieg Microsoft-Netscape beginnt



- **Verquickung von Betriebssystem und Browser durch Microsoft wird durch US-Justizministerium verfolgt. Microsoft gibt nach.** 1998

Quelle: <http://www.websidestory.com>, <http://www.webmasterpro.de/portal/webanalyse-aktuell.html>

Browser: Marktanteile	2001	4.6.2004	6.7.2004
MS Internet Explorer (IE)	ca. 80%	95,73%	94,73%
Netscape Navigator / Mozilla / Firefox	ca. 15%	3,21%	4,05%
andere (Opera, Konqueror ...)	< 5%	1,06%	1,22%

Erstmals Trendwende!

2019/07, DE:
Chrome 47,2%
Firefox 25,5%,
Safari 6,9%,
IE 8,3%, Edge 7,3%



Das World-Wide Web (WWW) (3)

- **Konsequenzen**

- Sicherung der Interoperabilität durch Entwicklung firmenunabhängiger Standards ("Empfehlungen" bzw. "*recommendations*"), beginnend mit HTML und CSS
- Verantwortliches Gremium:
World-wide Web Consortium (W3C, <https://www.w3.org>)

ab 1994



- **Neuere Entwicklungen**

- Konsequente Trennung zwischen Layout und Inhalt
- Neue, allgemeinere Grundlage: XML
- Zahlreiche, meist XML-basierte Standards für die 7 Ziele des W3C:
 - *Universal access, Semantic Web, Trust, Interoperability, Evolvability, Decentralization, Cooler Multimedia*

1998



1.3.5 Aktuelle Entwicklung

- Heutige Rechner werden zwar immer leistungsfähiger und besitzen ein immer besseres Preis/Leistungsverhältnis, erreicht wird dies aber nur durch graduelle Verbesserungen bekannter Techniken.
- **Ebenen**
 - **Prozessoren**
 - immer kürzere Entwicklungszyklen durch verbesserte Design-Werkzeuge
 - Konzentration auf Prozessoren mit Intel-Befehlssatz
 - Energieverbrauch als Bewertungskriterium
 - **Systeme**
 - verstärkter Einsatz von Systemen mit mehreren Prozessor(kern)en
 - Mobile Geräte (Handhelds)
 - **Netzwerke**
 - steigende Kommunikationsbandbreiten
 - drahtlose Übertragung
 - verschiedenartige Dienstgüteanforderungen

Besprechung im weiteren Verlauf des Studiums
(z.B. Vorlesungen
Rechnerarchitektur,
Rechnernetze,
Betriebssysteme)



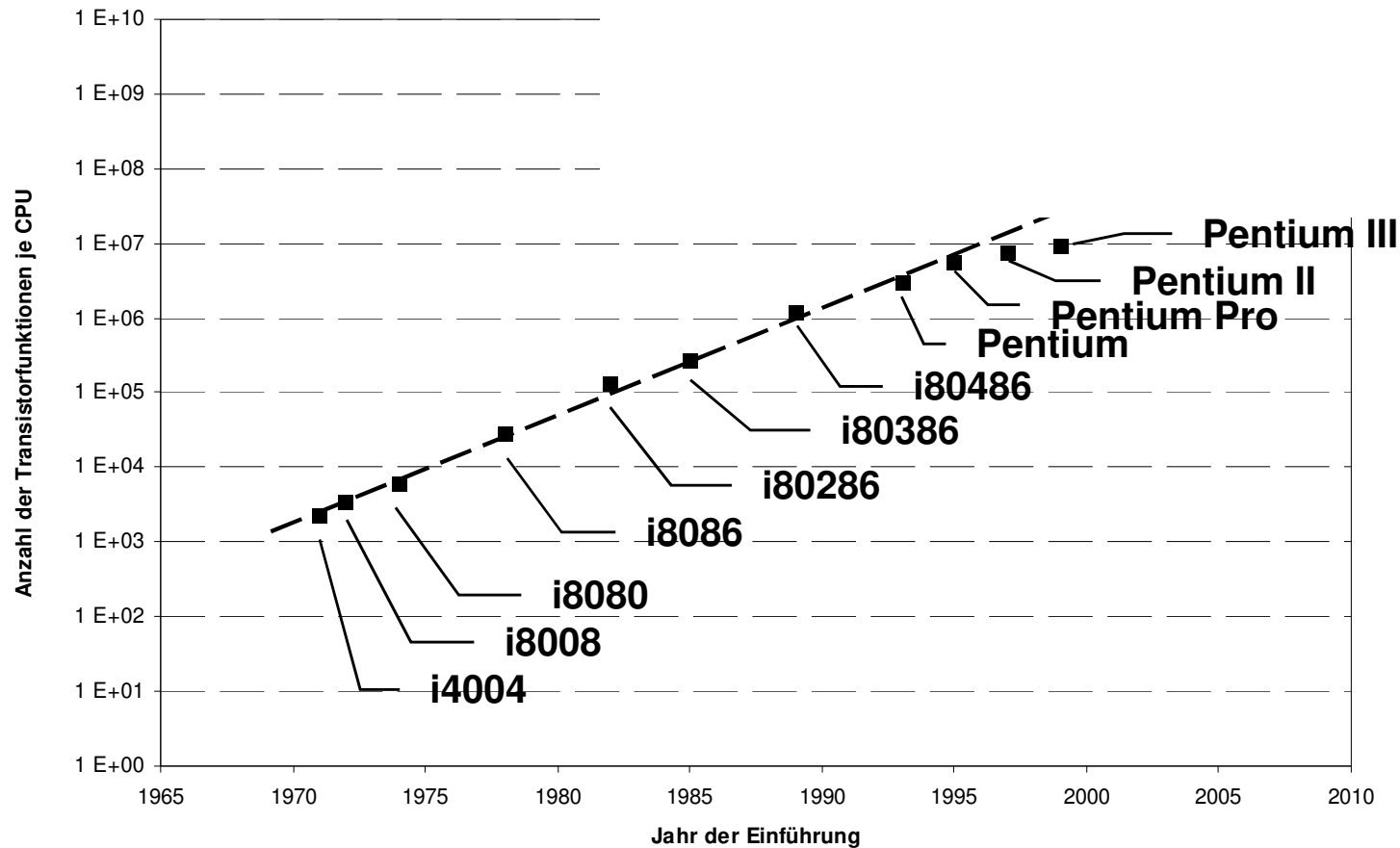
Leistung und Kosten

- **Gesetz von Moore (1965): Alle 18 Monate verdoppelt sich die Zahl der Transistorfunktionen auf der gleichen Grundfläche**
- **Entwicklung der Kosten je Transistorfunktion auf ca. 1/10 alle 4 Jahre**
- **Bell Labs sagen 1999 das Ende der Entwicklung der Siliziumtechnologie für 2012 voraus: Siliziumdioxid als Isolationsschicht hat dann die Stärke von 4 Atomen erreicht und kann nicht weiter verkleinert werden.**
 - „Kurzschluss“, Tunneleffekt nicht mehr vernachlässigbar



CPU-Komplexität

- Entwicklung der CPU-Komplexität am Beispiel Intel





Anwendungen

- **Neue Anwendungen für Rechensysteme sind gekennzeichnet durch:**
 - **steigende Komplexität**
 - **neue geforderte Eigenschaften, z.B.:**
 - **Verteiltheit (Client/Server)**
 - **Offenheit**
 - **Heterogenität**
 - **Skalierbarkeit**
 - **"Cooperative Computing"**
 - **Sicherheit (*Security*)**
 - **Echtzeitfähigkeit**
 - **Fehlertoleranz / Robustheit**
 - **Multimedia**
 - **WWW-Anbindung**
 - **Managebarkeit**

**Anwendungsorientiertheit
ist ein wesentliches Ziel
unserer Informatik-Studiengänge.
Daher häufiger Bezug darauf
in vielen Lehrveranstaltungen.**



1.4 Gesellschaftliche Auswirkungen

- **Wiederholung:** Informatik ist die Wissenschaft von der systematischen Verarbeitung von Information.
- "Informationsgesellschaft" ("Informations-/Computer-Zeitalter")
- Besitzen von Information = Macht
- \Rightarrow **verantwortungsbewusstes Handeln notwendig.**

Dies gilt insbesondere für Informatiker, da sie die weitere Entwicklung mitprägen.



Problemfelder

- Die Beziehungen zwischen der Informatik und der Gesellschaft sind vielfältig. Wesentliche Problembereiche betreffen:
 - Technikbewertung und -folgenabschätzung, Risikoanalyse
 - Informatik und Arbeitswelt
 - Informatik und Staat
 - Informatik und Militär
 - Informatik und Medizin
 - Informatik und Neue Medien
 - Generelles Problem: Datenschutz
- Im folgenden kein Überblick, sondern nur beispielhafte Betrachtung, um **Sensibilität** zu **stärken**:
 - Gefährdung der Privatsphäre
 - Ethische Leitlinien für Informatiker
- **Eigenständige Auseinandersetzung ist notwendig, im Studium an der HS RheinMain kein Schwerpunkt.**

Beispiele 2009/10:

- RFID-Tags in Konsumgütern
- Biometriedaten im Ausweis
- „Gesundheitskarte“
- Online-Durchsuchungen
- „Nackt-Scanner“



Technikfolgenabschätzung

- Mittlerweile ist es gesellschaftlicher Konsens, dass eine **Abschätzung der Folgen bei der Einführung neuer Technologien** notwendig ist:
 - Kernenergie (Bewusstwerdung der Notwendigkeit)
 - Gentechnik (Breite gesellschaftliche Diskussion)
 - Informatik (???)
- **Rückblick:**
 - 50 Jahre Computer haben gravierende Veränderungen für fast alle in der Gesellschaft mit sich gebracht.
 - Verglichen mit anderen Technologien hat die Informatik bisher verhältnismäßig wenig Leid hervorgerufen und erfährt noch eine starke Akzeptanz (persönliche Einschätzung).

Beispiele 2016-18:

- KI, Robotik
- Autonome Fahrzeuge
- SCADA-Systeme
- IoT, Industrie 4.0



Technikfolgenabschätzung (2)

- Zukunft:
 - ???
 - Es hängt von uns ab !
- **Beitrag der Informatiker/innen**
 - Problembewusstsein entwickeln
 - Auswirkungen erkennen und publik machen
 - zur Findung des gesellschaftlichen Konsenses beitragen
 - den gesellschaftlichen Konsens mittragen



Technikfolgenabschätzung (3)

- **Beispiel: Öffentliche Erklärungen der Informatik-Fachgesellschaften zu gesellschaftlich relevanten Themen, z.B.**
 - Anwendung starker Verschlüsselungsverfahren (Kryptographie)
 - Internet und Privatsphäre

- **Deutschland:**

- Gesellschaft für Informatik (GI)
<http://www.gi-ev.de/>



- Informationstechnische Gesellschaft (ITG) im VDE
<http://www.vde.de/de/fg/ITG/Seiten/Homepage.aspx>



- Forum InformatikerInnen für Frieden und gesellschaftliche Verantwortung e.V. (FIFF), <http://www.fiff.de/>





Technikfolgenabschätzung (4)

- **USA:**

- Association for Computing (Machinery) (ACM)
<http://www.acm.org/>



- The Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)
<http://www.ieee.org/>



- **Anmerkung: Studierende können sehr preiswert in den Fachgesellschaften Mitglied werden! Viele Vorteile!**

- **Ab sofort KOSTENLOSE
GI-Mitgliedschaft
für Studierende**





Schutz der Privatsphäre

- **Beispiele:**
 - Wahrung der Anonymität beim Einkaufen mit Bargeld
 - Erstellen von Bewegungsprofilen bei Nutzung von Mobilfunknetzen
 - Erfassen von Benutzerprofilen und Lebensgewohnheiten beim Browsen im Internet ⇒ z.B. individuelle Werbung, ...
 - **"Der gläserne Mensch"**
 - **Privatsphäre = hohes Gut in Europa**
 - **Sensibilität ist erkennbar:**
 - Volkszählung
 - Einführung eines maschinenlesbaren Ausweises
 - Patienten-Chipkarte
 - Großer Lauschangriff, Online-Durchsuchung
 - **Internationalisierung des Problems durch Globalisierung**
 - Beispiel: Die Anforderungen in USA sind schwächer als in Europa, aber viele Anwendungen kommen von dort !
-



Schutz der Privatsphäre?

- **Vor wenigen Jahren: Für und wider Internet-“Sperren“**
 - Thema in einem zurückliegenden Bundestagswahlkampf!
 - Mit-Ursache des Überraschungserfolgs der Piratenpartei
- **Pro**
 - Insb. Ministerin v.d.Leyen: „Es muss etwas geschehen“
 - Sperren als nicht perfekter, aber schon brauchbarer Schritt
 - BKA erstellt Sperr-Liste mit URLs, Provider setzen um
- **Contra**
 - Einstieg in eine generelle Zensur-Infrastruktur im Web (→“Zensursula“)
 - Serverseitig löschen statt beim Provider sperren!
- **Aktueller Stand**
 - Sperren werden vorläufig nicht umgesetzt
 - ‚Löschen statt sperren‘ wird auch auf EU-Ebene durchgesetzt



Datenschutz

Def

- Als *Datenschutz* (engl.: *data privacy, protection of data privacy*) bezeichnet man die Gesamtheit der gesetzlichen und betrieblichen Maßnahmen zum Schutz der Rechte von Personen vor Verletzung der Vertraulichkeit und der Sicherheit von Informationen.
- Maßnahmen zum Datenschutz:
 - (a) *technisch*:
Entwicklung sicherer Rechensysteme und -komponenten gegen Ausspähen, Manipulation, ...
 - (b) *politisch, rechtlich, organisatorisch*:
Schutz der personenbezogenen Daten durch Gesetze, Betriebsvereinbarungen, organisatorische Maßnahmen.



Datenschutz (2)

- **Im weiteren wird nur die Gesetzgebung in Ausschnitten betrachtet.**
- **Problem: Regelungen kommen den durch die technische Entwicklung entstehenden Möglichkeiten kaum nach (z.B. Einbeziehung von Multimedia und Mobilfunk).**

Datenschutzgesetzgebung (Ausschnitt)

- ***Informationelles Selbstbestimmungsrecht***
Befugnis des Einzelnen, grundsätzlich selbst über die Preisgabe und Verwendung seiner persönlichen Daten zu entscheiden
(vom Bundesverfassungsgericht als Grundrecht anerkannt).
- ***Europäische Datenschutzrichtlinie***
(I. Richtlinie 95/46/EG v. 24.10.1995 zum Schutz natürlicher Personen bei der Verarbeitung personenbezogener Daten und zum freien Datenverkehr) beinhaltet ersten Schritt, um die sich aus der Globalisierung ergebenden Datenschutzforderungen zu berücksichtigen.
- ***Bundesdatenschutzgesetz (BDSG)***
(Vom 20.12.1990, in der Fassung der Bekanntmachung vom 14. 1. 2003 (BGBl. I 66))

Datenschutzgesetzgebung (Ausschnitt) (2)

- ***Informations- und Kommunikationsdienstegesetz***
(IuKDG - Multimediagesetz)
trat am 1.8.1997 in Kraft und enthält als Artikel 3 das Gesetz zur digitalen Signatur (SigG).
- ***Signaturgesetz (SigG)***
Basierend auf § 16 SigG ist die Signaturverordnung
SigV ab 1.11.1997 in Kraft
Änderung ab 18.5.2001 (i.w. Anpassung an die Standards der EG-Signaturrichtlinie v. 18.11.99)
- **Grundlegende Kenntnisse
sind besonders für Informatiker notwendig!**
- **Überblick: Gesetzessammlung online-Recht**
(<http://www.netlaw.de/gesetze/>)



Bundesdatenschutzgesetz (BDSG)

- Zweck: "... den Einzelnen davor zu schützen, dass er durch den Umgang mit seinen personenbezogenen Daten in seinem Persönlichkeitsrecht beeinträchtigt wird."
- zielt auf Kontrolle der Verwendung von Daten
- Grundsätze zur Sicherstellung:
 - *Relevanz*: nur solche Daten dürfen ermittelt und verarbeitet werden, die in Bezug auf das durch ein Gesetz abgedeckte Ziel der Verarbeitung notwendig sind
 - *Publizität*: Auskunftsrecht des Betroffenen über seine Daten
 - *Richtigkeit*: Recht auf Richtigstellung falscher Daten und Löschung unzulässig ermittelter Daten
 - *Weitergabebeschränkung*
 - *Verpflichtung zu Datensicherungsmaßnahmen*
 - *Geheimhaltungspflicht*
 - *Kontrollorgan* (Datenschutzbeauftragter, Aufsichtsbehörde)



Die EU-weite Datenschutz-Grundverordnung

- Ersetzt nun nationale Gesetze bzw. erfordert dort Anpassungen
 - D: BDSG (2017) u.a.
- Voll anwendbar ab 25. Mai 2018
- Empfindliche Strafen nun möglich
 - z.B. bis 4% des weltweiten Konzernumsatzes
- Viele BDSG-Errungenschaften nun EU-weit wirksam (aber nicht alle)
- Lässt (zu viel?) Raum für nationale Besonderheiten
- Konzept: weiterhin „Auffang-Gesetz“
 - Gilt, solange keine vorrangigen Gesetze existieren
 - Wird auch z.B. durch Zustimmung zu AGBs unwirksam
- **Details:** <https://dsgvo-gesetz.de/>, <https://www.heise.de/ix/heft/Neue-Spielregeln-3866422.html>



Signaturgesetz (SigG)

- ***Problem:*** Eigenhändig unterschriebenes Schriftstück gilt als Urkunde. Aufzeichnungen auf elektronischen Datenträgern (Textform) waren bisher mangels Schriftform keine Urkunden im Sinne der Zivilprozessordnung (ZPO).
- ***Zweck des Gesetzes*** ist es, Rahmenbedingungen zu schaffen, unter denen digitale Signaturen (Unterschriften) als sicher gelten und Fälschungen digitaler Signaturen oder Verfälschungen von signierten Daten zuverlässig festgestellt werden können.
- Durch das SigG werden digitale Signaturen für elektronische Dokumente anerkannt
- Höhere Fälschungssicherheit als bei schriftlichen Urkunden:
 - *Urheberschaft*
 - *Nichtabstreitbarkeit (Non-Repudiation)*
 - *Unversehrtheit (Integrität)*
 - *Authentizität*



Signaturgesetz (SigG) (2)

- **Digitale Signatur schützt dabei *nicht die Vertraulichkeit des Inhaltes*** (dies erfordert Verschlüsselung evtl. zusätzlich zu der digitalen Signatur).
- ***Ansatz: Person* \Leftrightarrow *Schlüsselpaar***
 - privater, d.h. geheimer Schlüssel (*private key*)
 - öffentlicher Schlüssel (*public key*).
- **Der private Schlüssel wird zur Signatur eines Dokumentes verwendet, der öffentliche Teil zur Überprüfung.**
- ***Zertifikate* dienen der Bestätigung der Echtheit eines öffentlichen Schlüssels, d.h. der Zugehörigkeit zu einer bestimmten Person.**
- **Zertifikate werden von einer nach dem SigG als *Zertifizierungsstelle (Certification Authority, CA)* bezeichneten Instanz erzeugt (Garant der Zuordnung Schlüssel-Person, Vertrauenswürdigkeit).**



Signaturgesetz (SigG) (3)

- **Alle Zertifizierungsstellen werden von einer zentralen Instanz überwacht, die auch die öffentlichen Schlüssel der Zertifizierungsstellen zertifiziert (Vertrauenskette).**
- **SigG bestimmt die *Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post (Reg TP)* als Wurzelinstanz.**



Anmerkungen

- Die Umsetzung des Signaturgesetzes und weiterer kommender Ergänzungen des Multimediasgesetzes werden starke Auswirkungen auf die informationstechnischen Systeme der Zukunft haben !
 - aktuelle Zertifizierungshierarchie in Deutschland (Sept. 2002):
 - RegTP (<http://www.nrca-ds.de/>)
 - Telesec der Deutschen Telekom (<http://www.telesec.de/>)
 - BNotK der Bundesnotarkammer
 - Datev eG (Steuerberaterkammern, Rechtsanwaltskammern)
 - Medizon AG (Gesundheitswesen)
 - D-Trust (Tochter der Bundesdruckerei)
 - TC TrustCenter AG (Tochter deutscher Grossbanken)
 - Signtrust der Deutschen Post (**Geschäftsfeld aufgelöst**)
 - (insgesamt 16 akkreditierte Zertifizierungsdiensteanbieter)
 - weitere Trustcenter in Vorbereitung
-



Anmerkungen (2)

- **Zertifikate**
 - basieren auf X.509-Standard
 - enthalten z.B. Inhaber, ausgebende Stelle, Laufzeit, ...
 - Speicherung auf Chipkarten
 - vorhandene Interoperabilitätsprobleme sollen durch "*Industry Signature Interoperability Specification*" (ISIS) überwunden werden
- **Europa besitzt bzgl. digitalen Signaturen relativ starke Stellung**
- **Internationale Normen stehen noch aus**



Patente und Lizenzen

- **Patente auf Produkte/Erfindungen**
 - Auf Erfindungen und neue Produkt-Entwicklungen sind sie gesellschaftlich erwünscht, denn Entwickeln neuer Produkte ist viel teurer als Kopieren/Nachahmen. Erfinder erhalten für eine begrenzte Zeit ein exklusives Nutzungsrecht für ihre neuen Produkte, denn sonst würde niemand mehr in Neuentwicklungen investieren
 - Nachteile: Weiterer Fortschritt wird u.U. verzögert, Nutzung kann sogar blockiert werden
- **Patente auf Ideen/Entdeckungen/Theorien?**
 - In unserem Kulturkreis nicht erwünscht. Der „Satz von Pythagoras“ etwa gehört nicht Pythagoras oder seinen Erben.
 - Neue Erkenntnisse werden veröffentlicht (und damit geteilt), Entdecker gewinnen vielleicht Ruhm und Preise – aber keinen Patentschutz



Patente und Lizenzen (2)

- **Software-Patente?**
 - Nicht im Sinne reiner Algorithmen, wohl aber als „computer-implementierte Erfindungen“, z.B. als Bestandteil eines technischen Geräts (etwa: Fahrassistenz-System im KFZ)
 - Aber: Urheber- und Nutzungsrechte, § 2 Abs. 1 Nr. 1, §§69a-g UrhG
- **Daher: Nutzungs-Lizenzen!**
 - Urheber von Software räumt Recht zur Nutzung ein
 - Formale Regelung per Nutzungs-Lizenz
 - Nutzungs-Lizenzen sind unabhängig von Nutzungsgebühren immer zu beachten – also auch bei Open Source- bzw. „Freier“ Software



Open Source-Software (OSS)

Zwei konkurrierende Lager:



Initiator:

**Richard M.
Stallman**



**open source
initiative**

Initiatoren:

**Eric S. Raymond
Bruce Perens
Tim O'Reilly**



Open Source-Software (OSS)

Unterschiede:



- Soziale Bewegung, die „unfreie“ Software als gesellschaftliches Problem begreift
- „frei“ muss nicht „kostenlos“ heißen, es kommt auf die Freiheit an, Software den eigenen Bedürfnissen anpassen und mit anderen teilen zu können, auch nach Änderungen
- Vorwurf: „OSI vernachlässigt das Wichtigste“ (die ethische Dim.)
- Pragmatische Grundhaltung
- „nur“ ein Entwicklungsmodell von Software
- OSI als Marketing-Initiative zur Verbesserung der Akzeptanz von OSS in der Wirtschaft
- Vorwurf: FSF-Lizenzen sind „infektiös“



Open Source-Software (OSS)

Beobachtungen, Kommentare:



- „Flaggschiff“ GNU-Software
- Linux-Kernel (Linus Torvalds gehört zum OSI-Lager)

Dennoch erfolgreiche Synthese:
GNU/Linux

- Zum Nachlesen: Eric S. Raymond, **The Cathedral and the Bazaar**
- Diskussion: FSF-Modell wie Grundlagenforschung,
OSI wie Angewandte Forschung,
Closed Source wie Industrieforschung ?
- Grundsatzfrage, z.B. hier:
<https://www.heise.de/newsticker/meldung/Kampagne-Public-Code-Software-fuer-die-Verwaltung-soll-frei-sein-3830705.html>



Ethische Leitlinien für Informatiker

- **Alle wesentlichen Informatik-Gesellschaften (s.o.) haben Leitlinien für verantwortliches Handeln veröffentlicht.**
- **Hieran sollten Informatiker ihr Handeln ausrichten !**
- **Beispiel (Deutschland):
Ethische Leitlinien der Gesellschaft für Informatik e.V.**
 - (<http://www.gi-ev.de/>).
 - Unterscheidung zwischen individueller und kollektiver Verantwortung





Ethische Leitlinien für Informatiker (2)

- **Leitlinien für Mitglieder**
 - **Fachkompetenz:**
 - ständige Verbesserung nach dem Stand von Wissenschaft und Technik
 - **Sachkompetenz:**
 - Zusammenhänge im Anwendungsgebiet erkennen
 - Anliegen der Betroffenen verstehen und berücksichtigen
 - **Juristische Kompetenz:**
 - rechtliche Regelungen kennen, einhalten und an der Fortschreibung mitarbeiten
 - **Kommunikative Kompetenz und Urteilsfähigkeit:**
 - entwickeln, um an Prozessen zur Findung angemessenen kollektiven Verhaltens mitwirken zu können.



Ethische Leitlinien für Informatiker (3)

- **Leitlinien zusätzlich für Mitglieder in Führungspositionen**
 - **Arbeitsbedingungen für Mitarbeiter schaffen, die eine kritische Überprüfung am Stand der Technik erlauben**
 - **Beteiligung der von Informatik-Systemen Betroffenen an der Gestaltung dieser Systeme; keine Kontrolltechniken ohne Beteiligung der Betroffenen zulassen**
 - **Unterstützung von Strukturen zur Wahrnehmung kollektiver Verantwortung**
- **Leitlinien zusätzlich für Mitglieder in Lehre und Forschung**
 - **"... wird erwartet, dass es die Lernenden auf deren Verantwortung sowohl im individuellen wie auch im kollektiven Sinne vorbereitet und selbst hierbei Vorbild ist"**



Ethische Leitlinien für Informatiker (4)

- **Leitlinien für die Gesellschaft für Informatik**
 - **Zivilcourage der Mitglieder fördern**
 - **Mediation übernehmen**
(Vermittlungsfunktion in Konfliktsituationen von Mitgliedern)
 - **Interdisziplinäre Diskurse**
(gemeinschaftliche Reflexion mit wertbezogenem Hintergrund)
zu ethischen Problemen ermöglichen und veröffentlichen
 - **allgemein zugängliche Fallsammlung über ethische Konflikte**
anlegen und kommentieren
 - **Berücksichtigung bei Entscheidungen des Präsidiums**
 - **Fortschreibung der Leitlinien**