

**REGIONALES RECHENZENTRUM
ERLANGEN [RRZE]**



Geschichte der Betriebssysteme: Vom Mainframe zum Smartphone

Systemausbildung – Grundlagen und Aspekte von
Betriebssystemen und System-nahen Diensten

26. April 2017

Gregor Longariva - RRZE

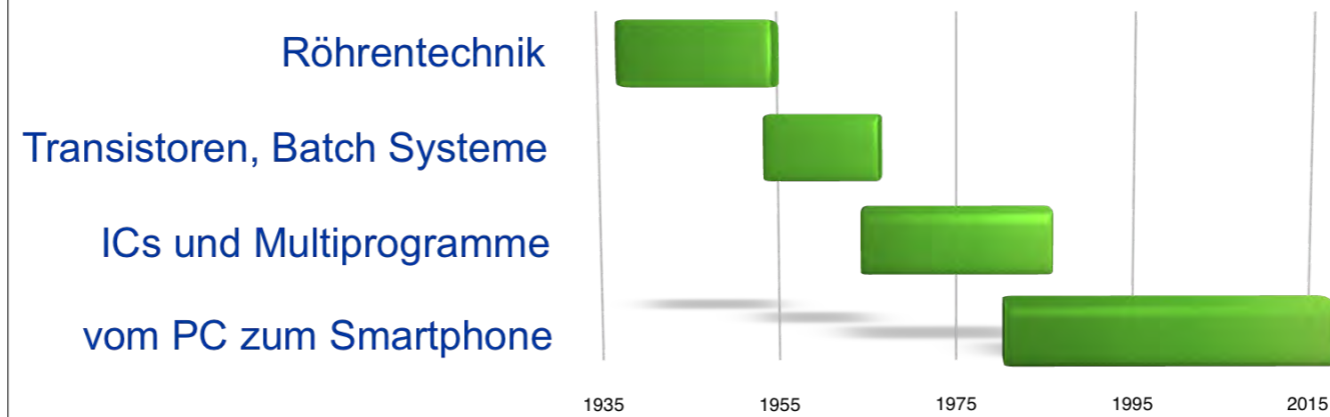


Willkommen

RRZE

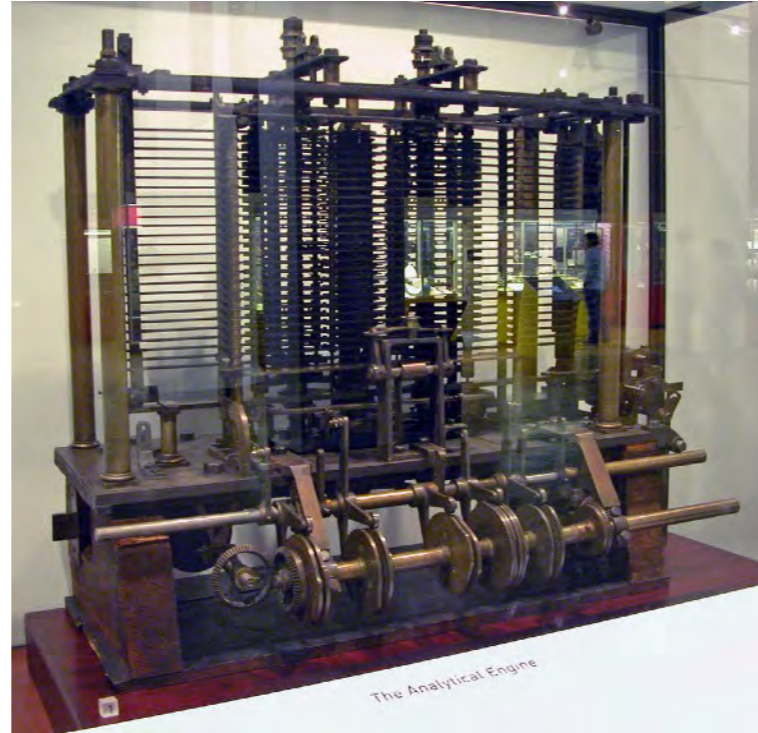
Achtung, Aufnahme!

Agenda



1. Gen - 1940 - 1955
2. Gen - 1955 - 1965
3. Gen - 1965 - 1980
4. Gen - 1980 - heute

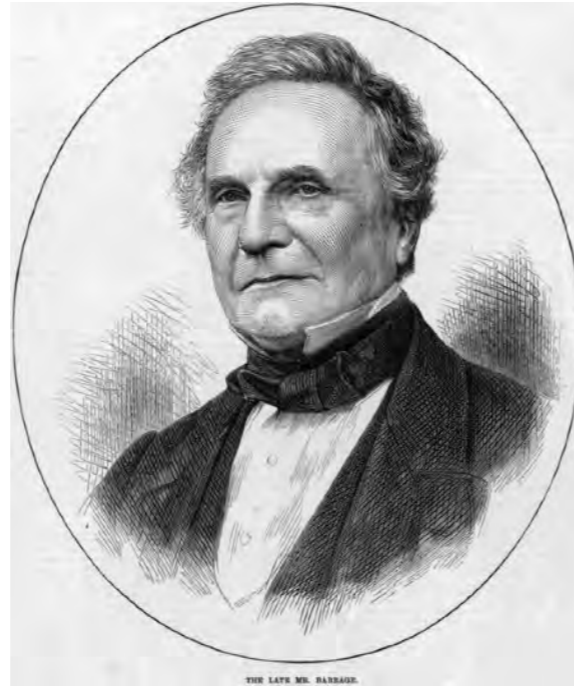
analytical engine - 19. Jh



Analytical Engine (Nachbau)

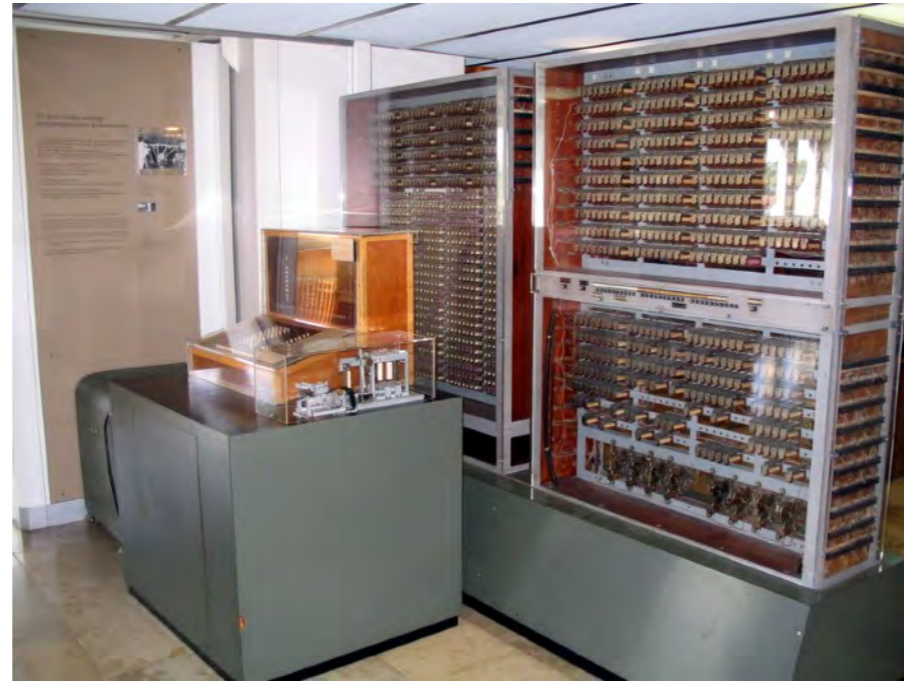
- Mitte 19. Jh Charles Babbage
- erster Digitalrechner (aber mechanisch)
- wurde zu seiner Zeit nie realisiert da mechanische Elemente in notwendiger Präzision
- Babbage erkannte, dass seine Maschine einer Programmierung bedurfte.

analytical engine - 19. Jh



- Charles Babbage 1792-1871 Ada Lovelace 1815-1852
- Lovelace übersetzte Babbage Beschreibung Analytical Engine und fügte Kommentare hinzu
 - Entwurf Berechnung Bernoulli Zahlen auf der analytcal engine -> erste Programmiererin
 - Rechenmaschine -> feste Berechnungen, manuelle Eingabe u. Operation, analytical engine -> beliebige Algorithmen, Programme
 - auf andere Dinge anwenden, nicht nur Zahlen wenn man Objekte findet deren Wechselwirkungen durch abstrakte Operationen dargestellt werden können

Erste Generation von Computern 1940-1955



Nachbau der Z3 im Deutschen Museum München

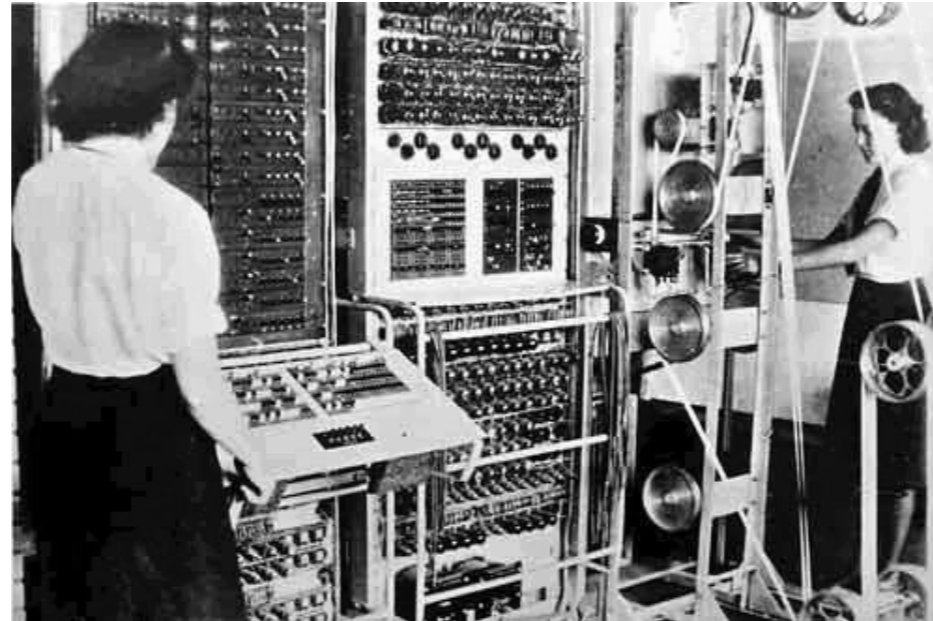
- 1941 erster funktionstüchtiger elektrischer Digitalrechner, Zuse Z3, Konrad Zuse Berlin
- mechanische Relais
- 600 Relais Rechenwerk, 1600 Relais Speicherwerk
- Nachfolger Z1 die vollmechanisch war

Erste Generation von Computern 1940-1955



- es herrschte Krieg
- Deutschland hatte die Enigma um ihre Nachrichten zu verschlüsseln

Erste Generation von Computern 1940-1955



Colossus - Bletchley Park

- 1943 Colossus Bletchley Park
- diente zur Dechiffrierung der verschlüsselten Nachrichten der Deutschen

Erste Generation von Computern 1940-1955



MARK I (1946) University of Pennsylvania


- Howard Aiken konstruierte zusammen mit Grace Hopper (Programmierung) die Mark I, den ersten digitalen Großrechner der Welt
- Anekdote Grace Hopper:
 - „Der Sommer 1945 war sehr heiß, wir arbeiteten in einem Raum ohne Klimaanlage und ließen daher die Fenster offen. Plötzlich blieb Mark II stehen. Wir krochen natürlich sofort in die Maschine, um den Fehler zu lokalisieren. Nach langem Suchen fanden wir das defekte Relais: drinnen steckte eine Motte, welche leider das Zeitliche gesegnet hatte. Mit einer Pinzette holte ich das Insekt heraus, legte es ins Logbuch und klebte es mit Klebeband fest. Nun hatte Commander Aiken die Angewohnheit, unverhofft hereinzuplatzen und uns mit der Frage: 'Are you making any numbers?' in Verlegenheit zu bringen. 'Machten' wir keine Zahlen, mussten wir eine Entschuldigung parat haben. Von der Zeit der Motte an hatte es damit keine Not mehr. Wir behaupteten einfach, dass wir beim 'Entwanzen' (englisch Debugging) seien.“

Erste Generation von Computern 1940-1955

9/9

0800 Antan started
 1000 " stopped - antan ✓ { 1.2700 9.032847025
 1300 (032) MP-MC 2.130476415 9.037846995 correct
 (033) PRO 2 2.130476415 4.615925059(-2)
 correct 2.130676415
 Relays 6-2 in 033 failed special speed test
 in relay " 10.00 test.
 Relays changed

1100 Started Cosine Taps (Sine check)
 1525 Started Multi Adder Test.

1545  Relay #70 Panel F
 (moth) in relay.

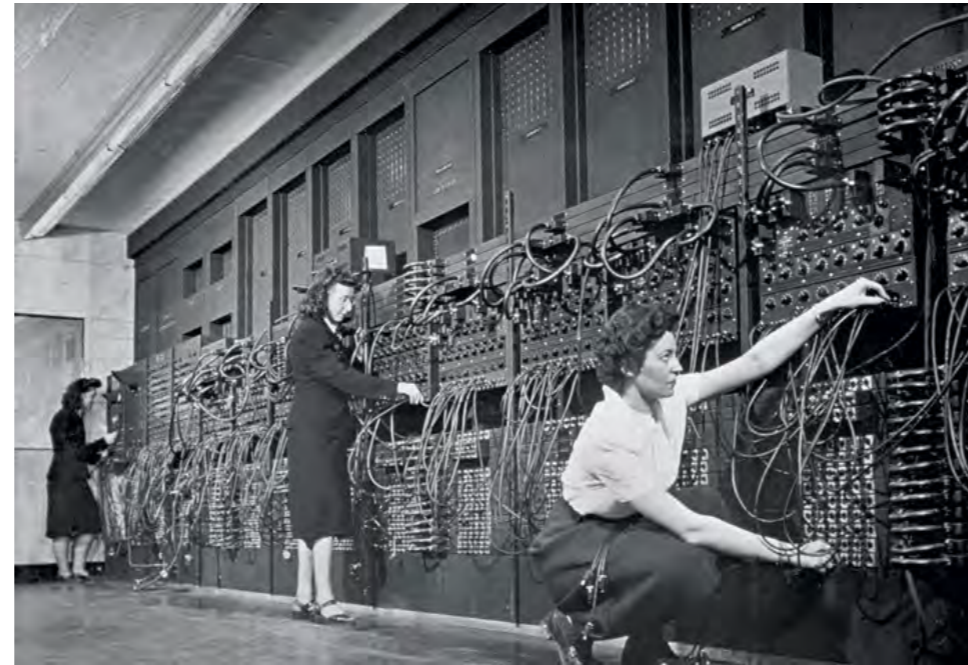
First actual case of bug being found.

1630 Antan started.
 1700 closed down.

First actual case of bug being found

- Der Begriff „Bug“ war im Englischen damals bei Ingenieuren durchaus geläufig
- Grace Hopper hat diesen ersten „Computerbug“ im Logbuch verewigt

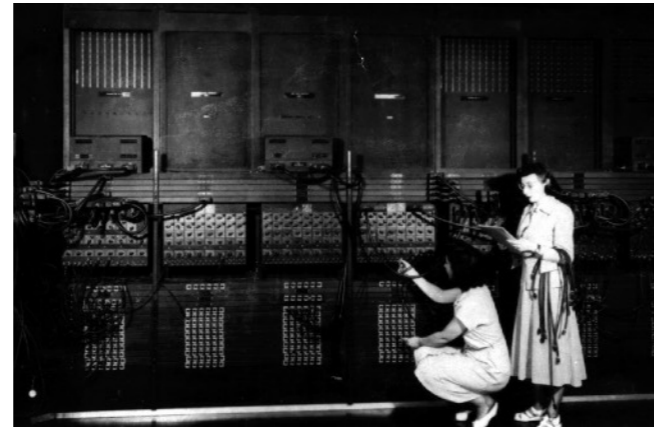
Erste Generation von Computern 1940-1955



ENIAC (1946) University of Pennsylvania

- John von Neumann am Institute for Advanced Study in Princeton - Programm und Daten liegen binär codiert im selben Speicher (von Neumann Rechner) und sind veränderbar. Konrad Zuse hatte vor ihm bereits ähnliche Konzepte patentiert
- J. Presper Eckert und William Mauchley an der Universität von Pennsylvania - ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer), 17.468 Röhren
- mechanische Relais, dann Vakuumröhren, fielen oft aus, groß, viel Strom
- keine Programmiersprachen, nicht mal Assembler, Programme Bit für Bit an Schalttafeln eingegeben
- Man musste hoffen, dass die Röhren so lange hielten bis sein Programm ausgeführt war
- Man beschränkte sich auf numerische Operationen, generierte Tabellen von Logarithmen, Sinussen und ähnlichen und war weit davon entfernt nichtmathematische Probleme lösen zu können
- Kein Betriebssystem

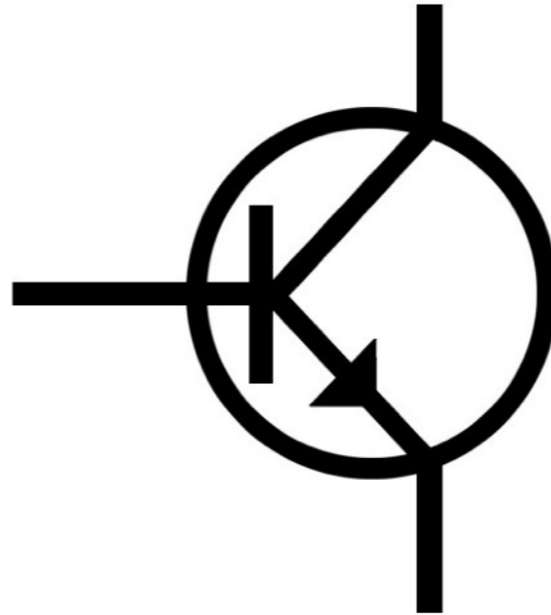
Frauen in der Informatik



ENIAC Programmiererin und Margaret Hamilton

- Ada Lovelace
- Grace Hopper
- ENIAC Programmiererinnen
- Margaret Hamilton - Apollo 11 Flugsoftware
- Zitat Grace Hopper: "Programmieren ist wie Abendessen vorbereiten", wird eine Wissenschaftlerin zitiert. "Man muss vorausplanen und alles so terminieren, dass es fertig ist, wenn man es braucht. Das geht nur mit Geduld und dem Blick für Details. Frauen sind Naturtalente im Programmieren."
- Noch 1987 47% der Softwareentwickler weiblich. Heute weniger als 15 %

Zweite Generation von Computern: 1955-1965



- Transistor
- Mainframes, billiger, kleiner, zuverlässiger, trotzdem noch sehr teuer
- Trennung zwischen Entwicklern HW, Wartungstechniker, Programmierer und Operateure

Zweite Generation von Computern: 1955-1965



Zuse Z23 (ISER)

- Zuse Z23 in der ISER Sammlung
- jeden zweiten Donnerstag zwischen 14 und 16 Uhr die Zuse Z23 live Vorführung

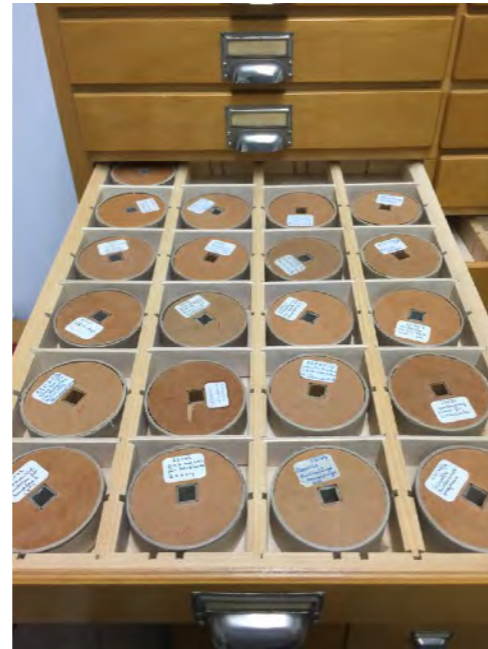
Zweite Generation von Computern: 1955-1965



Lochkarten (ISER)

- Programmiert wurde in FORTRAN (1954-1957) oder Assembler, die Eingabe erfolgte per Lochkarten und Lochstreifen zur Eingabe, Fernschreiber zur Ausgabe
- eine Art Betriebssystem wird eingeführt:
 - vorher: Operator nahm Lochkarten, speicherte in Speicher der Maschine, das Programm wurde als einziges ausgeführt und wenn es zu Ende wurde ein Programm geladen welches einen Memory Dump machte. Dann wurde alles resetet und das nächste kam dran
- Batch Processing: wenn ein Job fertig war gab es eine Routine die automatisch angesprungen wurde die Ausgabe auf Fernschreiber erledigte und den nächsten Job in den Speicher lud.
- Multiprogramming kam auf: mehrere unabhängige Programme konnten im Speicher liegen

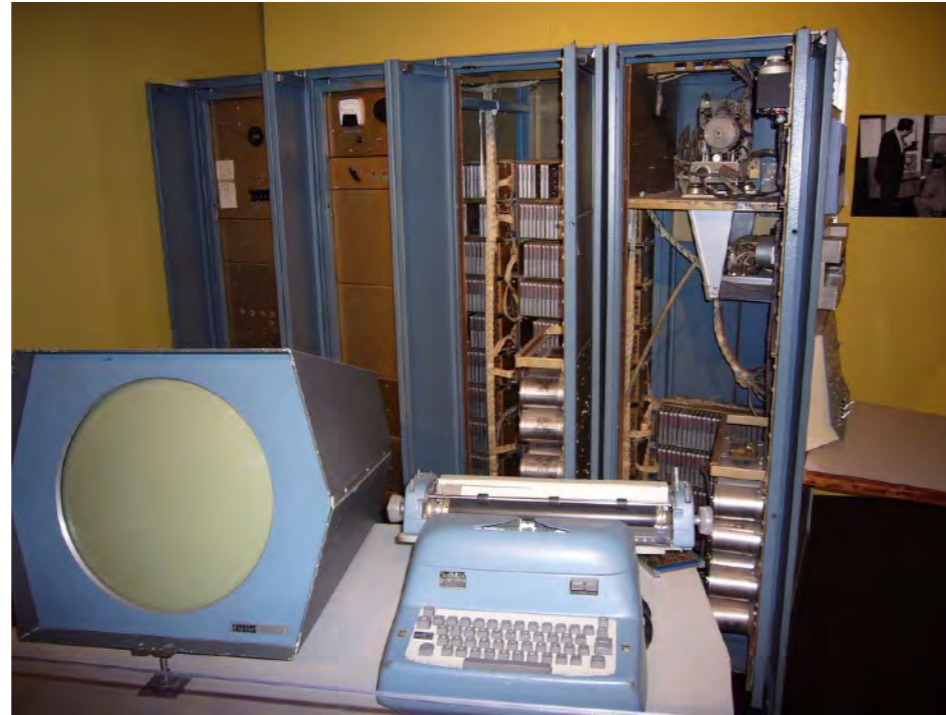
Zweite Generation von Computern: 1955-1965



Programmbibliothek (ISER)

- wer eine Standard Routine, etwa zur Sinus Berechnung benötigte -> Bibliothek mit entspr. Lochstreifen
- Library im wahrsten Sinne des Wortes

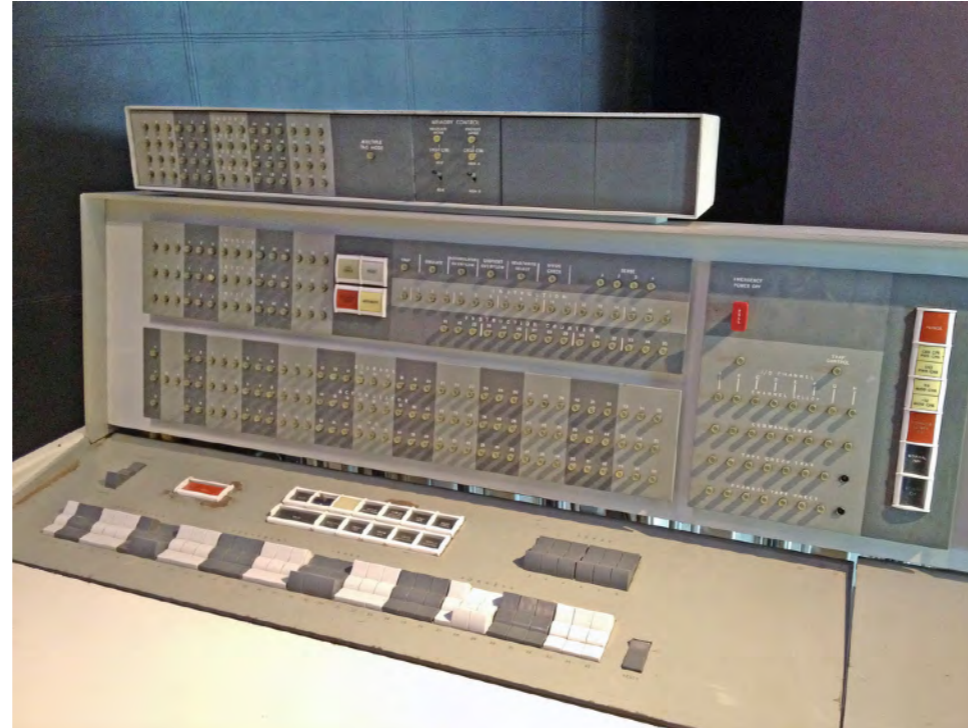
Dritte Generation von Computern: 1965-1980



DEC PDP-1 - der erste Minicomputer

- Computer für die Massen weil billiger
- 1961 stellte Digital Equipment Corporation (DEC) die PDP-1 vor
- sie war viel billiger (ca. 200.000\$ vs. > 1.000.000\$)

Dritte Generation von Computern: 1965-1980



IBM 7094

- MIT entwickelt 1962 das „Compatible Time Sharing System“ (CTSS)
- Das „Compatible“ im Namen bezog sich auf die Möglichkeit, eine unveränderte Kopie des Fortran Monitor Systems (FMS) im Hintergrund auszuführen. Dadurch war es möglich, die unter diesem Stapelverarbeitungs-Betriebssystem entwickelten Programme weiter zu nutzen.
- lief u.A. auf der IBM 7094
- erstes Mehrbenutzer System, wurde bis 1973 genutzt
- Vorläufer von MULTICS

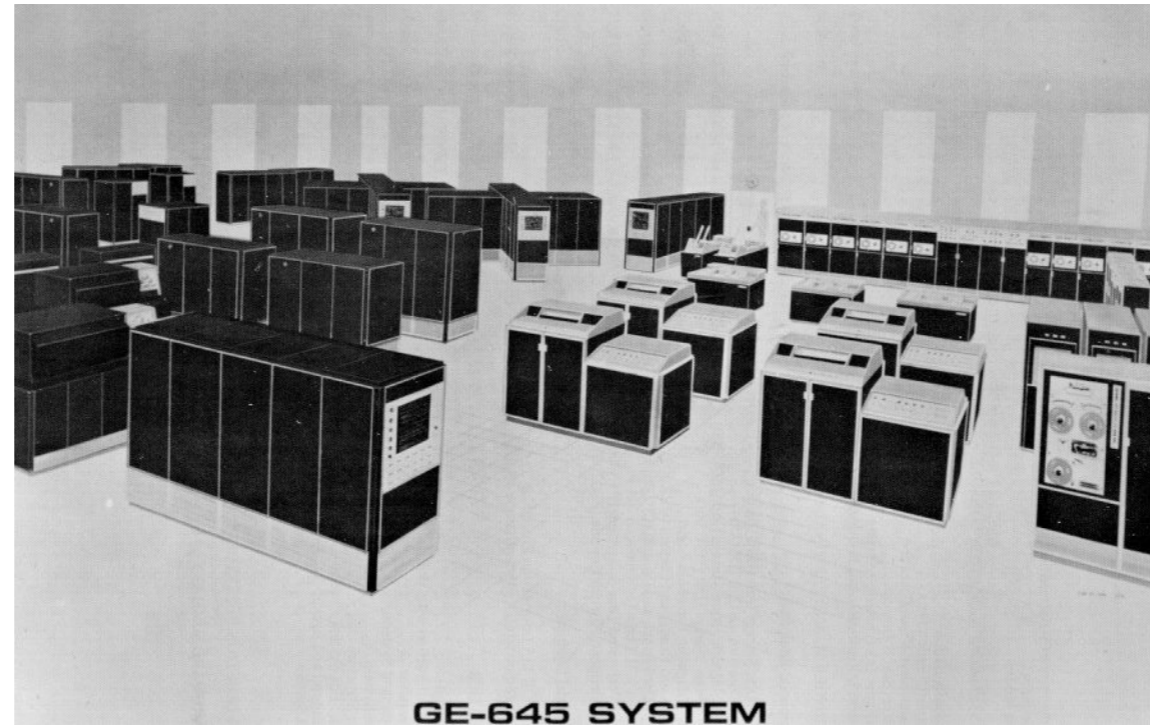
Dritte Generation von Computern: 1965-1980



IBM System/360

- 1964 IBM System/360 Großrechner
- Vielseitiger Verwendungszweck. kaufmännische / naturwissenschaftlich-technische Zwecke (revolutionär)
- 8 Bit Zeichengröße, sonst 6-Bit-üblich, Bytes zu 8 Bits verwendet.
- 32- oder 64-Bit-Gleitkommaworte mit hexadezimaler Basis.
- drei Betriebssysteme: TOS/360 für Installationen ohne Festplatten, DOS/360 für kleinere und OS/360 für größere Installationen mit Festplatten
- spätere Modelle konnten Time Sharing
- Job Processing wird langsam eingeführt (Jobs laufen parallel, jeder hat seinen eigenen Speicherbereich)

Dritte Generation von Computern: 1965-1980



General Electric GE-645

- MULTICS (MULTiplexed Information and Computing Service) wird auf der GE-645 entwickelt, soll aber auch auf anderen Systemen laufen, war aber gemischt erfolgreich
- hunderte Benutzer sollten auf HW der Leistung eines Intel 386 arbeiten können, damals realistisch. Man konnte programmieren
- geschrieben in PL/I (heillos veraltet), zu ambitioniert für die Zeit, hochkomplex, schwer zu programmieren
- Bell Labs stiegen aus, MIT bekam irgendwann MULTICS zu laufen -> kommerzialisiert von Honeywell (welche GE Comp. übernahm)
- Es gab wenige aber loyale Installationen die bis in die 90er Jahre MULTICS am Laufen hatten
- Die Idee einen zentralen Großrechner mit kleinen, relativ dummen Terminals blieb erhalten
- Auch sonst beeinflussten die Konzepte von MULTICS nachfolgende OSse, vor allem Unix

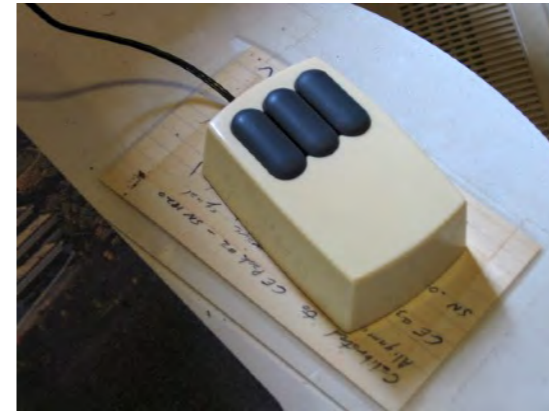
Dritte Generation von Computern: 1965-1980



DEC PDP-11 (ISER)

- 16-Bit Minicomputer-Serie von DEC
- viele Betriebssysteme liefen darauf, OS Design beeinflusste stark CP/M und MS DOS
- erfolgreichster Minicomputer, sein Design beeinflusste die Rechner-technik der 70er Jahre, auch Prozessordesign Motorola 68000 und des Intel x86
- kleinstes System auf dem damals Unix lief
- Unibus (Universal Bus System) - deshalb Auf- und Umrüstung einfach, auch Peripherie von Fremdanbietern
- PDP-11 Rechner werden aktuell noch in GE Kernkraftwerken bis 2050 eingesetzt

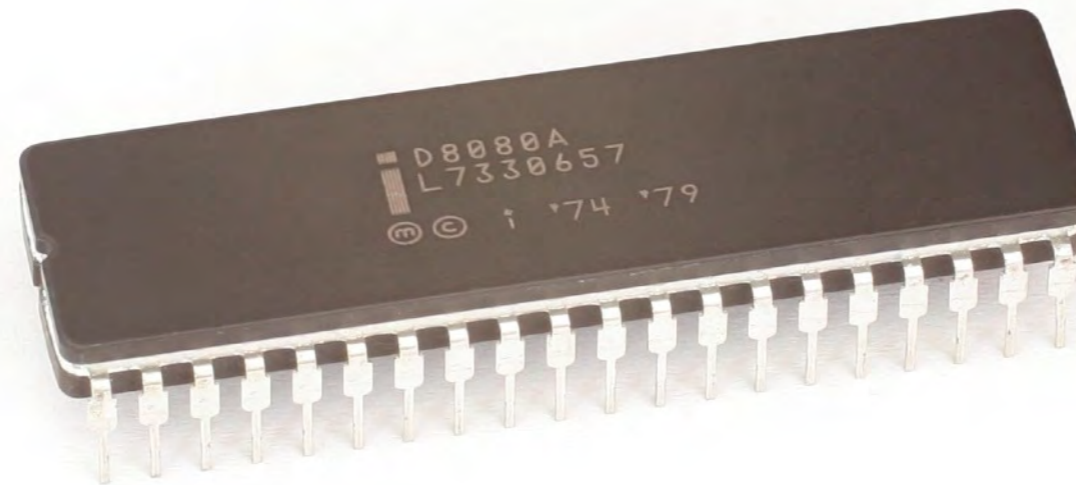
Dritte Generation von Computern: 1965-1980



Xerox Alto und seine Maus (1973)

- Die Maus wird erfunden
- erste Prototypen 1963, Telefunken 1968 „Rollkugel“, 1970 Patent an Douglas C. Engelbart
- Xerox entwickelt Engelbarts Modell weiter und verwendet sie im Xerox Alto
- Xerox Alto - erster Rechner mit graphischer Ausgabe
- bis zur Erfindung der Touch Screens war die Maus standard Eingabegerät

Vierte Generation von Computern: 1980-heute



Intel 8080 CPU (1974)

- Vierte Generation geprägt von Mikroprozessoren
- Integration der Schaltkreise wird immer höher, Chips immer kleiner
- Ursprünglich Microcomputer, später dann Personal Computer
- Architektonisch kein so großer Unterschied etwa zu PDP-11 aber viel billiger und kleiner
- 1974 Intel 8080 erster universal einsetzbarer Mikroprozessor, 8-Bit
- Dafür wurde im selben Jahr CP/M von Digital Research entwickelt

Vierte Generation von Computern: 1980-heute

```
Loading CPM.SYS...

CP/M-86 for the IBM PC/XT/AT, Vers. 1.1 (Patched)
Copyright (C) 1983, Digital Research

Hardware Supported :

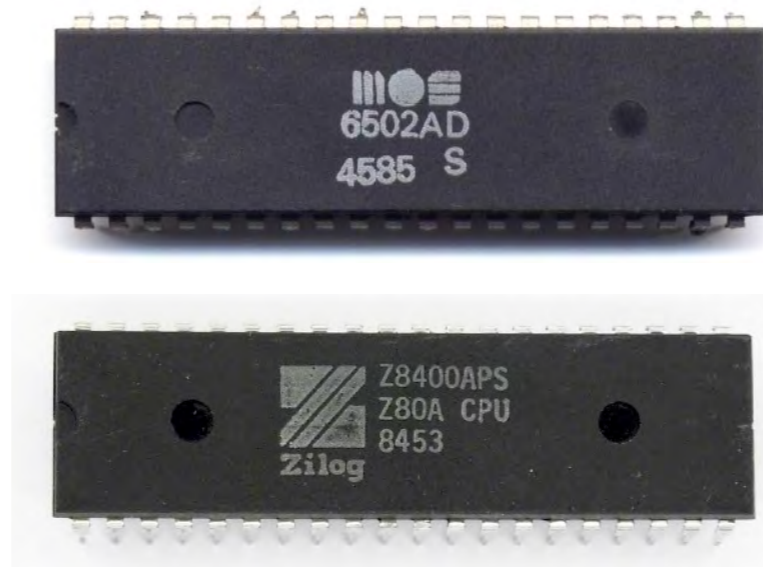
    Diskette Drive(s) : 3
    Hard Disk Drive(s) : 1
    Parallel Printer(s) : 1
    Serial Port(s) : 1
    Memory (Kb) : 640

D>a:
A>dir
A: PIP      CMD : STAT      CMD : SUBMIT  CMD : ASM86  CMD
A: GENCMD   CMD : DDT86    CMD : TOD      CMD : ED      CMD
A: HELP     CMD : HELP     HLP : SYS    CMD : ASSIGN  CMD
A: FORMAT   CMD : CLDIR    CMD : WRTLD  CMD : BOOTPCDS SYS
A: BOOTWIN  SYS : CPM      H86 : WINSTALL SUB : PD      CMD
A: WCPM     SYS : DISKUTIL CMD
A>
User 0      0:00:11      Jan. 1, 2000
```

CP/M Bildschirmausgabe

- bedeutet Control Program for Microprocessors
- CP/M war (neben Unix für größere Rechner) das erste plattformunabhängige OS
- Es gab Varianten für den Intel 8080, 8086, 80888, Zilog Z80 und dem Motorola 68000
- CP/M führte als Hardware Abstraktionsschicht BIOS ein. Lediglich dieses ist Hardwareabhängig
- die nächste Ebene ist BDOS (Basic Disk Operating System) welches Kern bildet, für Disk- und Fileoperationen zuständig, Zugriff auf Hardware über BIOS
- Die oberste Schicht ist der CCP (Console Command Processor), Kommandozeileninterpreter
- Programme in 95% der Fälle in Assembler geschrieben deshalb nicht plattformunabhängig wenn andere Prozessorarchitektur
- MS-DOS hat viel übernommen, statt BIOS IO.SYS, statt BDOS MSDOS.SYS, statt CCP [COMMAND.COM](http://command.com). Dateisystem in MS-DOS (FAT) aber verbessert

Vierte Generation von Computern: 1980-heute



MOS Technology 6502 (1975) und Zilog Z80 (1976)

- MOS 6502 1972
- sehr niedriger Preis im Vergleich zum Intel 8080 oder Motorola
- verwendet in vielen Heimcomputern (etwa Commodore VIC-20) und im Apple I, II
- sein Nachfolger, der 6510 ebenfalls erfolgreich, etwa im Commodore C64
- Konkurrent: Zilog Z80. Z80 wird bis heute produziert

Vierte Generation von Computern: 1980-heute



Sinclair ZX Spectrum (1982)

- Heimcomputer sehr erfolgreich
- ZX Spectrum 1982 von Sinclair Research
- 8-Bit Heimcomputer, Zilog Z80 mit 3,5 MHz
- 16KB ROM - 16KB (oder 48KB) RAM
- 32x24 Textauflösung - 256x192 Pixel Auflösung
- 15 Farben (7 Farben mit jeweils 2 Abstufungen plus Schwarz)
- OS: Sinclair BASIC
- Video Ausgang über RF Modulator an Antenneneingang handelsüblicher Fernseher
- Compact Kassette als Speichermedium (1500 bits/sec)

Vierte Generation von Computern: 1980-heute



Commodore VIC 20 (1980-1985)

- gebaut von 1980-1985
- CPU MOS Technology 6502
- Taktfrequenz abhängig vom Stromnetz, deshalb (1.108404 MHz PAL und 1.02 MHz NTS)
- 5KB RAM (mit Expander Karten erweiterbar bis 32KB), davon 3.5KB für BASIC Programme verfügbar (30.5KB mit Karte)
- Videochip MOS Technology VIC
- 176x183 Pixel Auflösung
- Sound: 3 x Rechtecksynthesizer, 1 x rauschen, Mono
- Datasette mit Compact Cassetten als Speichermedium
- OS: Commodore KERNAL / Commodore BASIC 2.0

Vierte Generation von Computern: 1980-heute



Commodore Datasette für VIC-20 und C64

- auf einer 30 Minuten Kassette ca 100KByte an Daten, mit TurboTape 1MByte
- Datenrate zwischen 300 Bit/sec bis 5 kBit/sec

Vierte Generation von Computern: 1980-heute



Commodore 64

- C64 erfolgreichster Heimcomputer, sein Name kommt von den 64k RAM, gebaut von 1982 bis 1994
- OS: Commodore KERNAL / Commodore BASIC 2.0
- steht vermutlich für Keyboard Entry Read, Network, And Link,
- belegt die letzten adressierbaren 8KB der 8-Bit CPUs (\$E0000-\$FFFF)
- ist mit Unix und Plan 9 verwandt: dort „alles ist eine Datei“, in KERNAL: alles ist ein GPIB (General Purpose Interface Bus = IEC-625-BUS) Gerät
- damit eine gerätunabhängige API zum Zugriff auf I/O
- Geräte hatten Device IDs von 0-16: 0 Keyboard, 1 Datasette, 3 Display, 4 und 5 Drucker, 8 Floppy Disk
- um die erste Datei von Datasette zu laden genügte ein ``LOAD``
- um ein Directory Listing (\$) auf Floppy Disk (Device ID 8) zu laden ``LOAD "$",8``
- ``LOAD "*",8`` lädt ein Programm an die erste Adresse im BASIC Speicher (\$A000) und ist dann als BASIC Programm ausführbar
- ``LOAD "*",8,1`` lädt - meistens Maschinencode - an die Adresse an die der Programmzeiger aktuell zeigt. Damit kann man Maschinencode nachladen ohne das BASIC Programm welches dieses aufruft zu überschreiben

Vierte Generation von Computern: 1980-heute



Startbildschirm Commodore C-64

- Commodore BASIC 2.0
- Basiert auf *6502 Microsoft BASIC*
- Zeilenbasierte Programmierung, jede Zeile hat eine Nummer
- BASIC auch als Schnittstelle zu KERNAL
- liegt im Adressbereich von \$A000-\$C000
- Aufruf von Systemroutinen (oder Maschinenprogrammen) mit SYS \<Speicheradresse\> (0-65535 beim C64)
- Beispiel C64: `SYS 64738`
- Solche Routinen werden bis zu einem `RTS` ausgeführt und kehren dann ins BASIC zurück
- POKE zum beschreiben beliebiger 8-Bittiger Speicheradressen (C64 Beispiel: `POKE 53280,1` Rahmenbildschirmfarbe auf weiß setzen)
- PEEK zum Auslesen einer Speicheradresse

Vierte Generation von Computern: 1980-heute



Sony HitBit-10P MSX Heimcomputer

- MSX - Versuch einer Standardisierung von Homecomputern
- Am 16. Juni 1983 von Microsoft Japan angekündigt, bis 1995 in versch. Generationen
- Populär hauptsächlich in Japan, arabische Länder, Brasilien, UDSSR, den Niederlanden, Spanien aber weniger in den USA und Deutschland
- MicroSoft eXtended (BASIC)
- Technische Spezifikation der ersten Generation:
 - * Zilog Z80 mit 3.58 MHz
 - * ROM 32kB (davon 16kB BIOS und 16kB MSX BASIC) RAM 8kB min, 32kB oder 64kB eher üblich, bis zu 128kB
 - * Videosystem:
 - * Texas Instruments TMS9918, Video RAM 16kB
 - * 40x24 bzw. 32x24 Zeichen Textauflösung, 256x192 Pixel Auflösung bei 16 Farben
 - * 32 Sprites, einfarbig, maximal 4 pro horizontale Zeile
- 1 bis 2 Cartridge Slots, Floppy Drives unüblich, kamen dann als Cartridge welches das BIOS erweitern

Vierte Generation von Computern: 1980-heute



IBM PC (hier XT von 1983)

- 1981 erscheint der IBM PC, Microsoft hat im Jahr zuvor den Auftrag bekommen MS-DOS zu entwickeln
- PC liegt preislich zwischen 1.565\$ (ohne Laufwerke und Monitor) bis 3.005\$ (Grundausstattung), 6.000\$ max Ausbaustufe (Farbgraphik, mehr Speicher)
- erster PC Intel 8088 Prozessor mit 4,77-9,95MHz Takt, 16-Bit CPU Wortbreite, Systembus 8-Bit
- Bis 1995 ausschließlich PC-DOS (von Microsoft an IBM lizenziert)
- IBM-PC-kompatible dann mit Microsofts MS-DOS

Vierte Generation von Computern: 1980-heute



Apple Macintosh (1984)

- erster Macintosh 1984, erster Massenmarkt-Computer mit graphischer Oberfläche und Maus
- in direkter Konkurrenz mit dem IBM PC und dem Commodore 64
- das erste Modell kostete 2.495\$
- anfangs trotzdem erfolgreich, in den 90er Jahren allerdings von der Wintel Konkurrenz stark gebeutelt
- der Motorola 68xxx war war leistungsfähiger als die Intel x86 Serie. Erst mit dem Intel Pentium drehte sich das um
- Original Mac:
 - * Motorola 68000 mit 8MHz, 64kB ROM, 128kB RAM
 - * 9 Zoll 512x323 Schwarz-Weiss Display
- 1984 und 1985 portierte Microsoft *Multiplan* und *Word* auf den Macintosh
- MacOS war ein Single-User System
- 1985 gab es ein Programm namens *Switcher* welches man käuflich erwerben konnte. Switcher aktivierte kooperatives Multitasking und erlaubte es dem Benutzer zwischen mehreren Programmen hin- und her zu wechseln



BETRIEBSSYSTEME



Microsoft Windows

Vierte Generation von Computern: 1980-heute

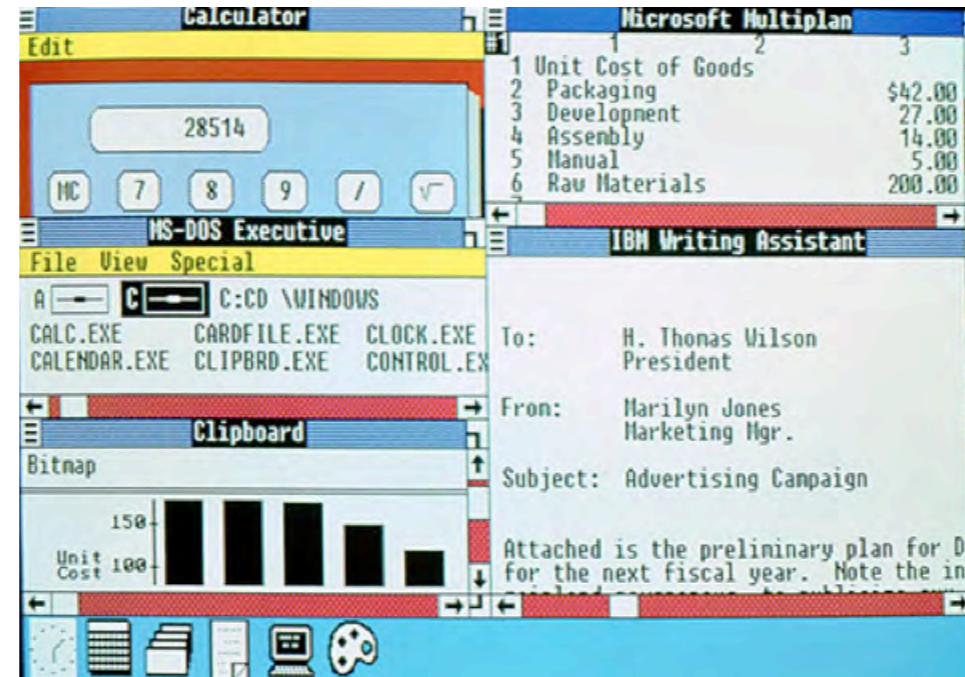


Microsoft Windows (1985)

Quelle: git-tower.com by Fournova Software GmbH

- Microsoft beginnt 1984 mit der Entwicklung einer graphischen Oberfläche da die Konkurrenz (Apple) dies bereits hat
- Windows 1.01 Preis ca. 260€
- für Intel 8086 Prozessor, 256Kb RAM minimal, empfohlen 512Kb RAM
- Aufsatz auf DOS, kein eigenes OS, im Prinzip ein graphischer Aufsatz auf MS-DOS
- Ursprünglicher Name: Interface Manager
- Vereinheitlichung Oberfläche/Benutzung Programme, Treiberschnittstellen
- Fenster liegen nebeneinander, können nicht überlappen
- Kooperatives Multitasking, Windows im Hintergrund, aktuell laufendes Programm erhält Rechenzeit
- Oberfläche ähnelt Amigas Workbench

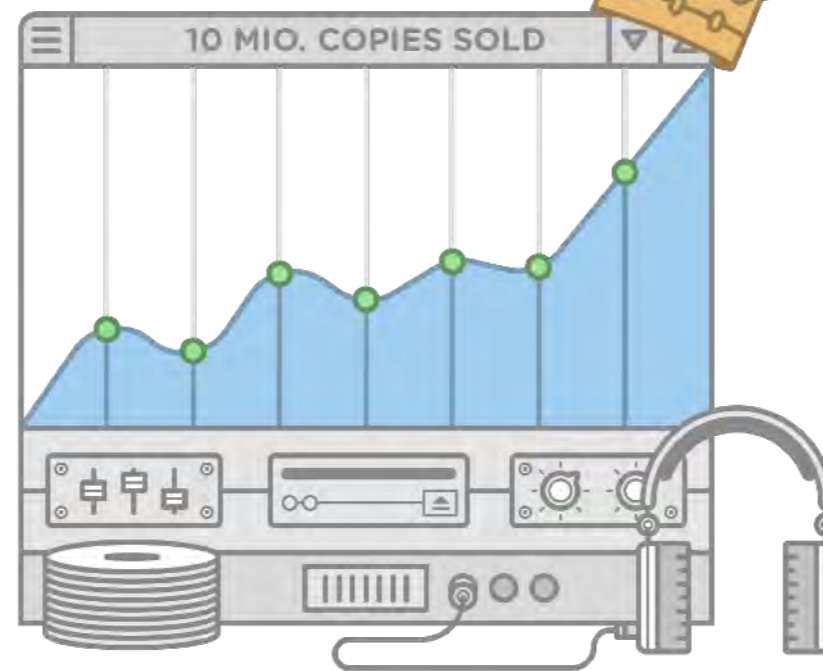
Vierte Generation von Computern: 1980-heute



Microsoft Windows 2 (1987/88)

- Windows 2
- 16 Bit OS für Intel 286 Prozessor, auf 10 Stück 5.25 Zoll DD Disketten
- Preis ca. 204 € (/286) ca. 320 € (/386)
- Ab Windows 2.1 kann nur noch auf eine Festplatte installiert werden, 2 MB frei nötig.
- 512 KB RAM (/286), 2 MByte RAM (/386).
- DOS 3.0 (/286) bzw. DOS 3.1 (/386) oder höher
- Microsoft Maus kann verwendet werden (kostet aber 180\$)
- überlappende Fenster möglich
- Neu: Excel 2.0 und Word 1.0 inklusive, mehr Dritthersteller Software wie z.B. das vom Mac bekannte Aldus PageMaker
- OEM Geschäft wird für Microsoft wichtig, Compaq bietet Windows für 25DM an, Rechnerpreis ca 16.000DM
- Klage von Apple wegen vieler Patente, Rivalität zwischen MS und Apple beginnt

Vierte Generation von Computern: 1980-heute

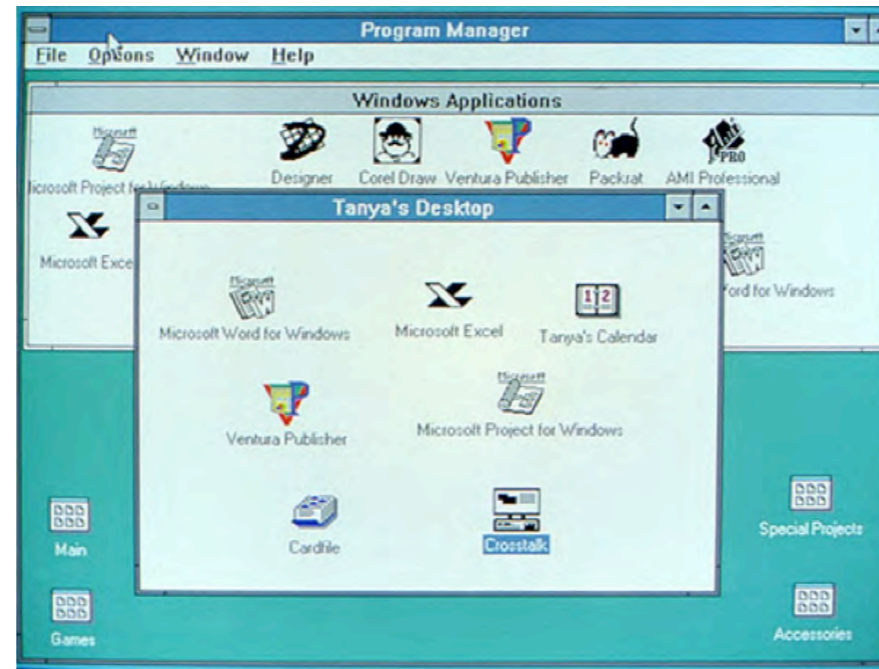


Microsoft Windows 3.0 (1991/92)

Quelle: git-tower.com by Fournova Software GmbH

- Windows 3 ab 1990, 10 Mio Kopien verkauft
- 16 Bit OS mit Vollständige Unterstützung des 386-Prozessors
- Neues, frisches Design, Grafik jetzt 16 Farben.
- Programm-, Datei- und Druckmanager werden eingeführt.
- Windows SDK (Software Developer Kit) wird veröffentlicht
- Programme: Taschenrechner (mit wissenschaftlichem Modus). Paintbrush (farbig nutzt Bitmap-Format) ersetzt Paint. Neu ist der Recorder (Tasten- und Mausabläufe aufzeichnenbar (Macro)), Windows Hilfe und Spiele (Solitaire, Hearts, Minesweeper).

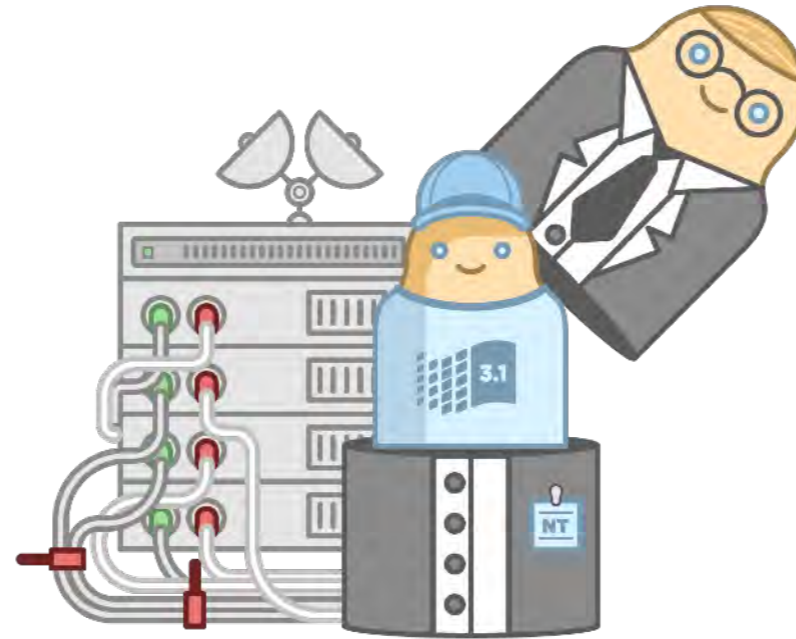
Vierte Generation von Computern: 1980-heute



Microsoft Windows 3.0 (1991/92)

- 1993 wichtiges Release, Windows 3.1 und dann 3.11 für Workgroup, Vernetzung,
- Geburt Multimedia-PC (CD-ROM, Soundkarten)
- 16 Bit OS für vernetzte Rechner, Preis 190€, 80€ Update
- Netzwerkstack für Peer-to-peer Netzwerk ohne Dritthersteller mittels NetBeui (NetBIOS Extended User Interface) - OSI 3
- Mail Client, Chat Client über Telefon/Modem, Netzwerkspiel Hearts mit vier Teilnehmern
- 3.11 brachte dann IPX-Protokoll (Novell), Treiber für Netzwerkkarten (NDIS 3.0)

Vierte Generation von Computern: 1980-heute

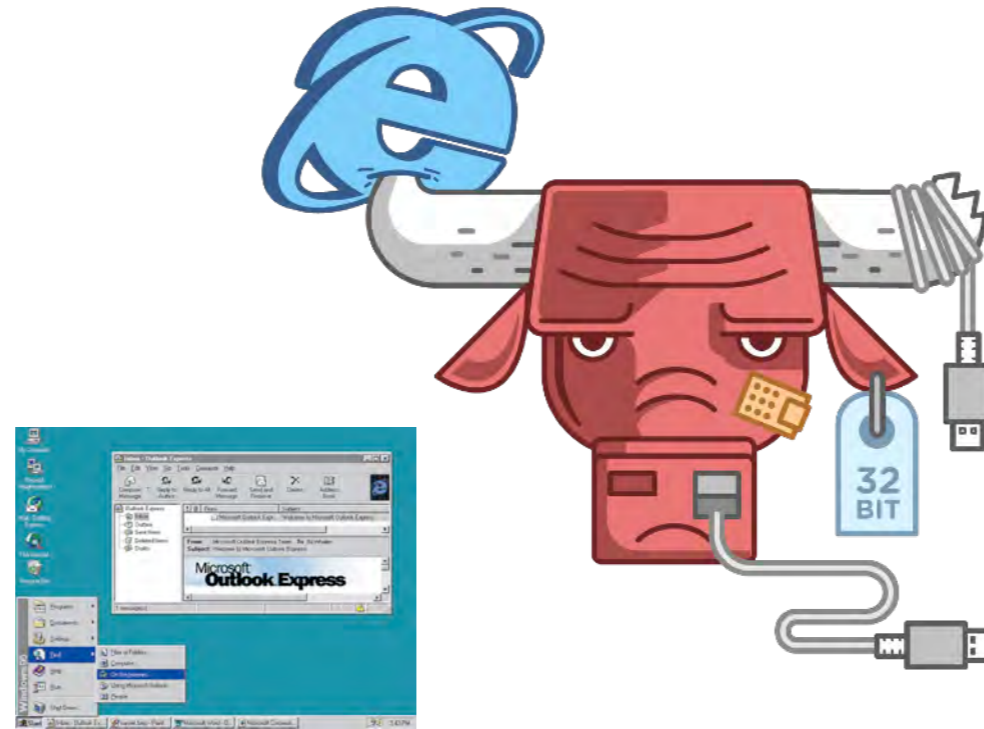


Microsoft Windows NT (1993 bzw. 1995)

Quelle: git-tower.com by Fournova Software GmbH

- Windows NT - rein 32 Bit OS für Firmennetzwerke (Client/Server), komplett neu, ohne DOS, Preis 470€
- 386 Prozessor ab 25MHz, 12MB RAM, läuft auch auf MIPS RISC und DEC Alpha Prozessoren
- Grundlage bildete OS/2 von IBM, NT = New Technology
- Ausstattung/Aussehen wie WfW 3.11 (wird parallel entwickelt), nur 32bittig, NTFS wird eingeführt
- DOS Programme können abgeschirmt ausgeführt werden, OS Schichten (Programme laufen abgesichert)
- Präemptives Multitasking, Scheduler verteilt Rechenzeit, alte Apps mit kooperativem MT, laufen aber getrennt in einer Art VM

Vierte Generation von Computern: 1980-heute

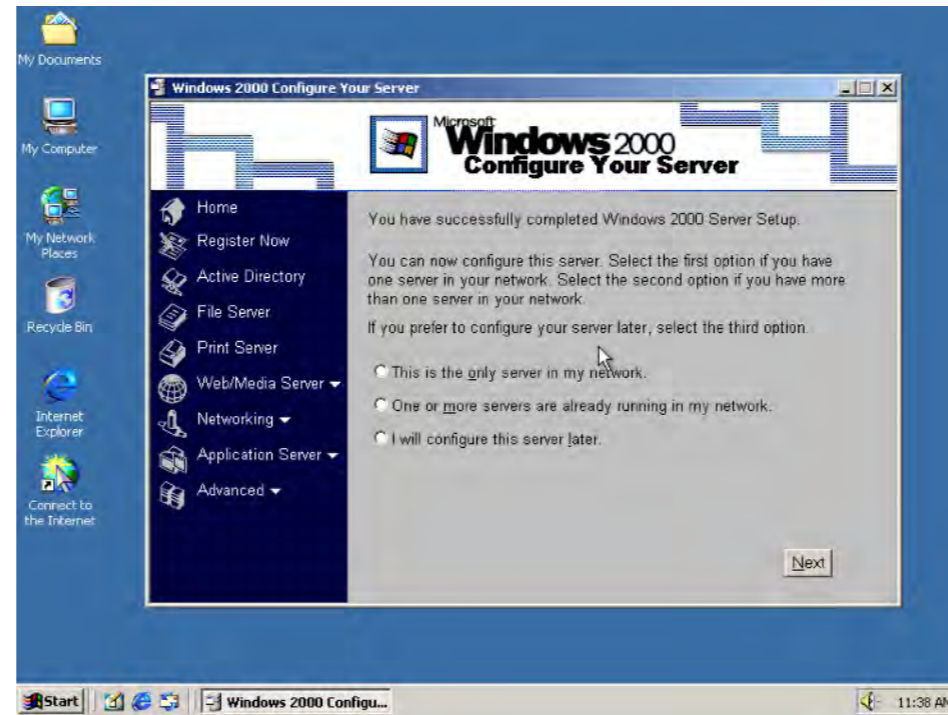


Microsoft Windows 95 (1995)

Quelle: git-tower.com by Fournova Software GmbH

- Onlinezeitalter bricht an, Microsoft verschläft dies aber etwas, 80% aller Computer nutzen Windows
- erste mobile PCs (sehr schwer)
- Windows 95 Codename Chicago, immer noch DOS unter der Haube, Preis 200€ bzw. 100€ Update
- 386DX und 4MB RAM mindest, 486 und 8MB RAM empfohlen, Erfolg weil relativ geringe HW Anforderungen
- Erweiterte Multimedia Funktionen, Verknüpfungen eingeführt, Dateisystem VFAT
- Integrierte „Internet Unterstützung“, DFÜ-Netzwerk (Einwahl)
- Plug & Play soll Hard und Software install. vereinfachen, erster USB Support
- Gerätetreiber, Systembibliothek 32bittig, Rest 16bittig -> dadurch Stabilitätsprobleme
- Präemptives 32-Bit Multitasking (wenn Apps 32bittig)
- Internet Explorer kommt, ist aber nicht Teil des OS
- Neuer abgesicherter Modus, Startsound kommt von Brian Eno, wurde auf einem Mac komponiert
- Jahr 2000-sicher

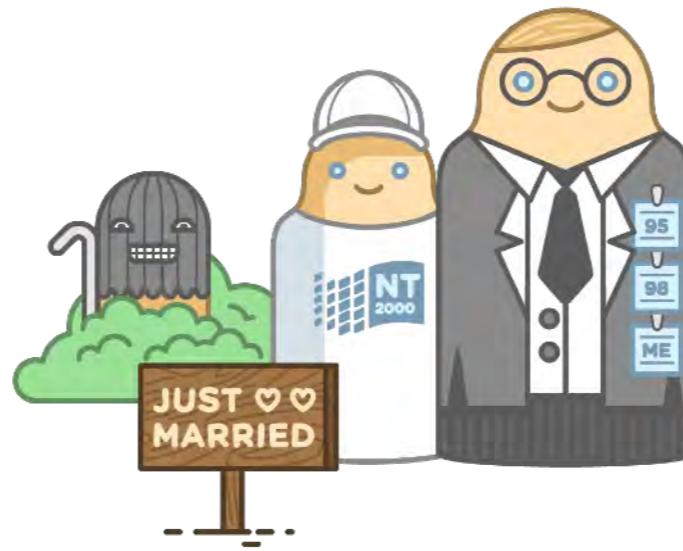
Vierte Generation von Computern: 1980-heute



Microsoft Windows 2000 (2000)

- Windows 2000 32 bit, Preis 370€ bzw. 170€, NT Kernel Build NT 5.0 (direkter Nachfolger von NT 4)
- Integration von Win 98 Funktionen
- Plug & Play nun auch auf Server, Client und Server OS Versionen
- Active Directory wird eingeführt, Baumstruktur (nicht mehr flach), damit zentrale User und Rechnerverwaltung
- Unterstützt nun auch auf Servern DVD, FireWire (IEEE 1394) und USB (ab SP4 auch USB 2.0)
- Einführung Windows Treiber Model (WDM)
- ACPI Unterstützung (damit u.A. Stromsparen)
- Zu der Zeit größtes Softwareprojekt, 2.000 Programmierer, teilweise kompletter Rewrite der Komponenten
- Durch DirectX erstes gut unterstütztes NT basiertes Windows für Spiele

Vierte Generation von Computern: 1980-heute

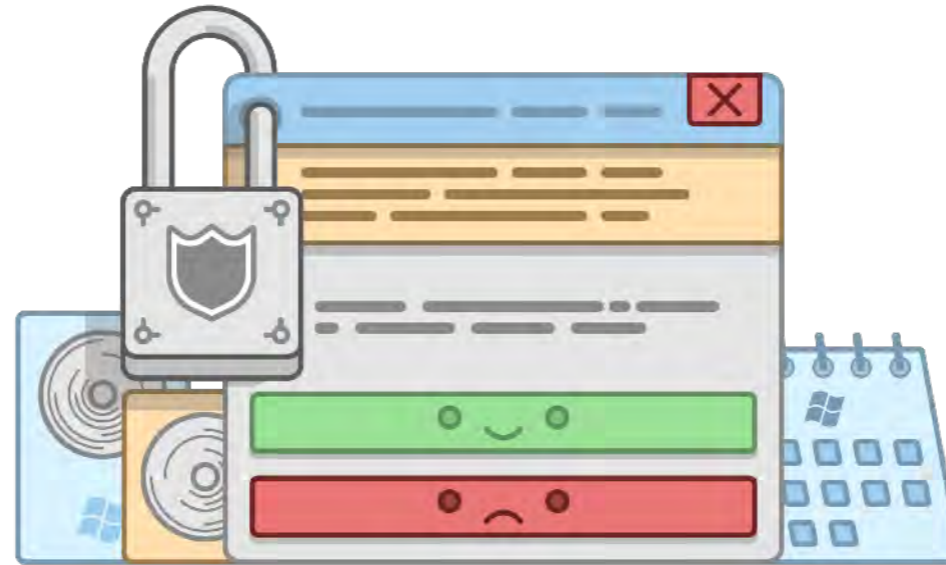


Microsoft Windows XP (2001)

Quelle: git-tower.com by Fournova Software GmbH

- Windows XP (2001), Heirat zwischen Pro und Consumer Windows (NT/2000 und 95/98/ME)
- 32 und 64bittig (letzteres machte Probleme, selten), Basiert auf Kernel Build NT 5.1
- Preise: Home 250€, Professional 400€, Update Home 100€, Update Pro 250€, Home Versionen nicht in AD/Firmennetz
- XP Pro bis 2014 unterstützt, stabil, benutzerfreundlich und flott
- Neue Oberfläche („Luna“), runde Ecken, neue Farben, schön bunt
- Windows Media Player 8, IE 6, Backup Funktionen (Wiederherstellungspunkt)
- Produktaktivierung eingeführt, Rechner müssen sich bei MS „melden“
- Schädlingswellen (etwa I Love you) machen Virens Scanner immer wichtiger

Vierte Generation von Computern: 1980-heute

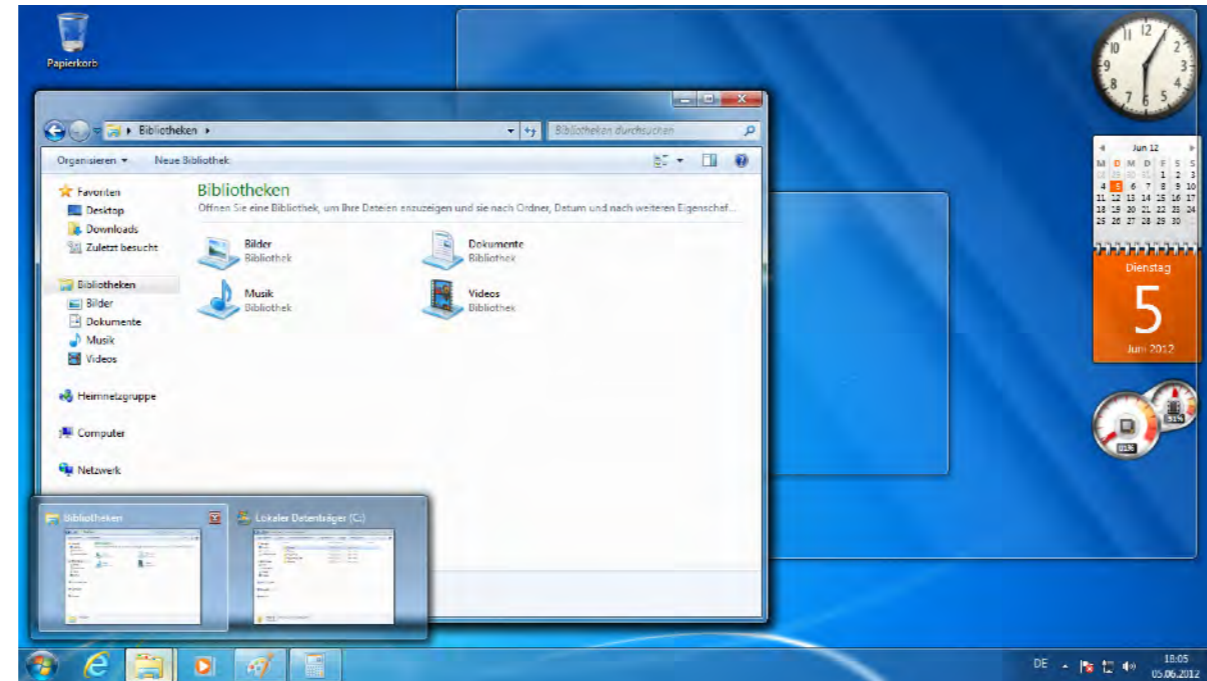


Microsoft Windows Vista (2006)

Quelle: git-tower.com by Fournova Software GmbH

- Windows Vista, 2006, Build NT 6.0, 32 und 64 bit, Preis Home Basic 260€, Business 420€, Ultimate 550€
- Vista wird erstmals öfter 64bit als 32 verkauft
- komplett Redesignete „Aero“ Oberfläche, unterstützt 3D, durchsichtige Fenster, Animationen
- Auf einem Installationsmedium sind alle Versionen drauf, durch Lizenzschlüssel freigeschaltet, Lizenz wird regelmäßig über WGA (Windows Genuine Advantage) überprüft
- Nicht sehr beliebt bei Benutzern
- Hyper-V Virtualisierung, Microsoft Point of Service für .NET, Remote App, Bitlocker (verschlüsselung Platten)
- Power Shell (anstatt cmd)
- Server Core Version (ohne graphische Oberfläche, rein für Server Dienste)

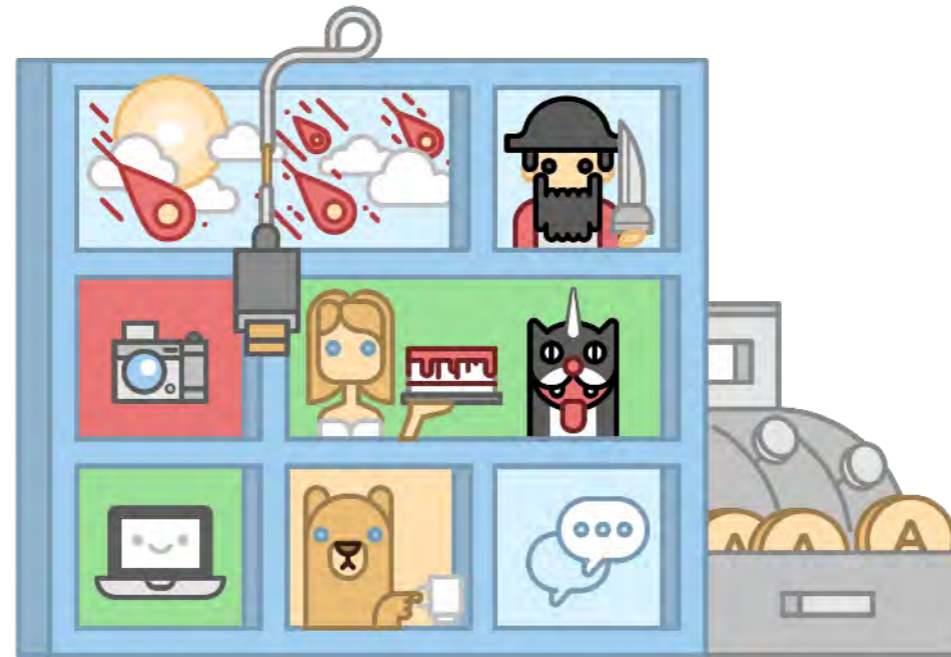
Vierte Generation von Computern: 1980-heute



Microsoft Windows 7 (2009)

- Windows 7 2009, 32/64 Bit, Preis Home Premium 120€, Pro 290€, Ultimate 350€
- Neue Taskleiste Superbar, Sidebar fehlt, Minianwendungen auf Desktop platzierbar
- Superbar ist höher, besser lesbar, auch für Touch besser geeignet
- UAC (User Access Control) - jeder Benutzer, auch Admin, wird gefragt „ob er wirklich will“, nervig aber sicher
- Direct X11 Unterstützung
- Windows 7 deutlich beliebter als Windows Vista
- Windows Server 2008 R2 (auch 2009)
- basiert auf Windows 7

Vierte Generation von Computern: 1980-heute



Microsoft Windows 8 (2012)

Quelle: git-tower.com by Fournova Software GmbH

- Windows 8 32 und 64 bit, Vollversion 120€
- Größtes Redesign der Oberfläche bisher, neue Oberfläche (Codename Metro) will Benutzung vereinfachen, gut für Touch Geräte und gesten-Steuerung
- Metro Apps verhalten sich anders, laufen im Vollbild und müssen durch ziehen nach unten beendet werden
- Auch Anmeldung mit Gesten möglich, es scheiden sich die Geister - toll, mag ich gar nicht
- Microsoft Store debütiert
- Serverversion: Windows Server 2012 bzw. 2012R2
- 2013 dann Windows 8.1, Kernel Build 6.3, Start Button kehrt zurück, etliche Mängel ausgebessert
- Windows Server 2012 R2

Vierte Generation von Computern: 1980-heute



Microsoft Windows 10 (2015 bis heute)

Quelle: git-tower.com by Fournova Software GmbH

- Windows 10, 2015, Windows Version 9 wird übersprungen weil es einen Paradigmenwechsel darstellen sollte:
- Eine Plattform von PCs über Tablets zu Smartphones
- Startmenu kehrt zurück, Systemsteuerung teilweise in Apps verlagert
- Neu: Cortana (Sprachassistent), Spartan (neuer Browser, IE Code wird eingemottet), Windows Hello (Anmeldung über Fingerabdruck, Iris, Gesichtserkennung), Windows Passport (Windows Anmeldedaten gelten für „alle“ MS Dienste im Netz) und Continuum (Virtuelle Desktops)

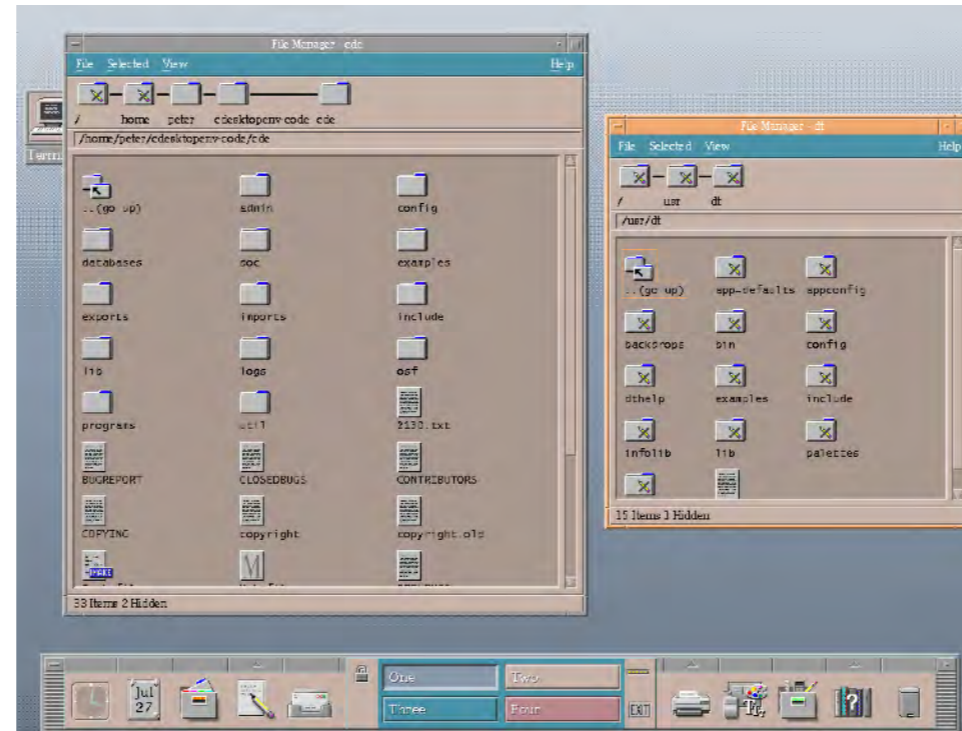


BETRIEBSSYSTEME



Unix und Unixoide Betriebssysteme

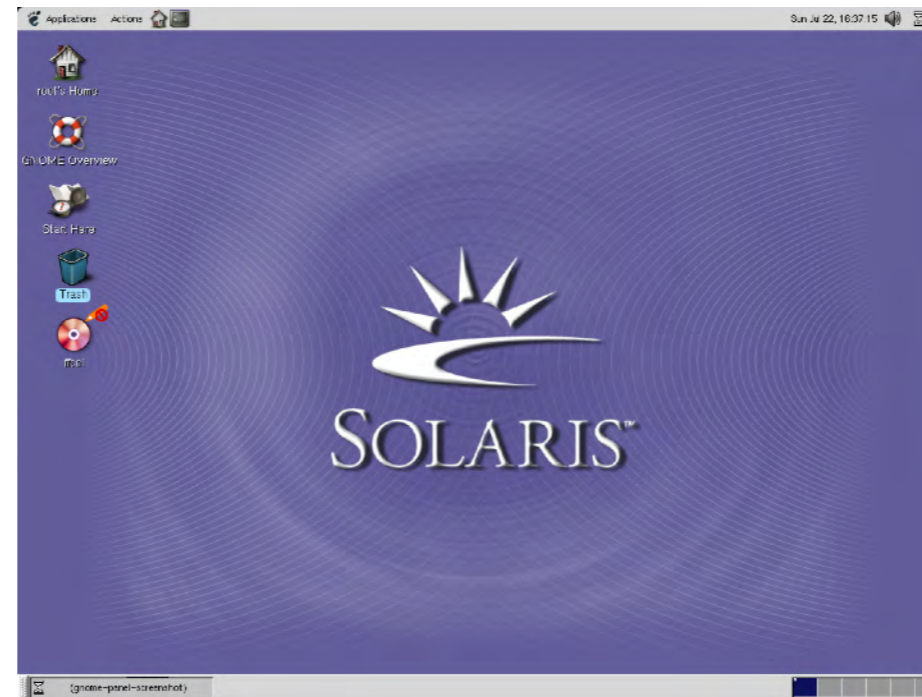
Vierte Generation von Computern: 1980-heute



Unix Systeme (hier CDE Desktop)

- * Multitasking und Multibenutzer Betriebssystem
- * 1969 an den Bell Labs entwickelt, Ken Thompson, Dennis Ritchie, Brian Kernighan, Douglas McIlroy und Joe Ossanna
- * komplett in *C* entwickelt, C wurde dafür geschrieben
- * Unix Philosophie:
 - * kleine modulare Programme die jeweils nur eine Aufgabe aber diese gut erfüllen: *Do One Thing and Do It Well*
 - * Programme sollen Textströme (Pipes) verwenden. Damit können sowohl Ein- als auch Ausgaben in anderen Programmen verwendet werden.
 - * daraus folgt: Programme sollen zusammenarbeiten
 - * die Programme sollen klein, leicht wiederverwendbar und portabel sein
- * Unix sollte eine leicht zu portierende, universelle Arbeitsumgebung für Entwickler sein, erst nach und nach komplettes OS
- * Name Unix ursprünglich UNICS (UNiplexed Information and Computing Service) (in Anlehnung auf MULTICS (Multiplexed Information and Computer Services))

Vierte Generation von Computern: 1980-heute



Unix Systeme (hier Solaris Desktop)

- * Ender der 70er, Anfang der 80er Jahre in akademischen Kreisen sehr bekannt, besonders Universität Berkeley Variante *BSD* (Berkeley Software Distribution) bis 1995 weiterentwickelt. Einige, auch kommerzielle, Unix Varianten basieren darauf, HP-UX, SunOs, DEC ULTRIX, Apples OS X und iOS. Mittlerweile gibt es einige Open Source BSD Projekte von denen FreeBSD, OpenBSD, Darwin und NetBSD die bekanntesten sind.
- * Andere Variante: System V von AT&T zusammen mit Sun entwickelt

Vierte Generation von Computern: 1980-heute



Der BSD Daemon, das Maskottchen

- * 1BSD und 2BSD (1979) liefen auf der PDP-11, 3BSD (1979) war die erste Variante die eine Virtual Memory Architektur (auf einer VAX) unterstützte. Daher stammt auch der in manchen Unixes immer noch geläufige Name `/vmunix` für den Kern
- * Virtual Memory Management:
 - * Die MMU (Memory Management Unit) in CPUs kümmern sich um das Mapping des Speichers auf den tatsächlichen physikalischen Speicher
 - * für Prozesse erscheint der Speicher als ein fortlaufender Adressbereich oder als fortlaufende Speicherblöcke, damit Apps nicht um Speicherfragmentierung kümmern
- * 4BSD (1981) als Weiterentwicklung von 3BSD führte Job Kontrolle, die csh, delivermail (Vorgänger von sendmail), Unix signals (etwa `kill -9 PID`) und die *curses* Programmbibliothek für Textausgaben ein.
- * 4.1BSD (1983) war ein rewrite um das System schneller zu machen und gegen VMS auf den VAXen konkurrieren zu können. Ursprünglich sollte es 5BSD heißen, AT&T hatte aber Bedenken wegen der Namensähnlichkeit der eigenen kommerziellen System V Variante

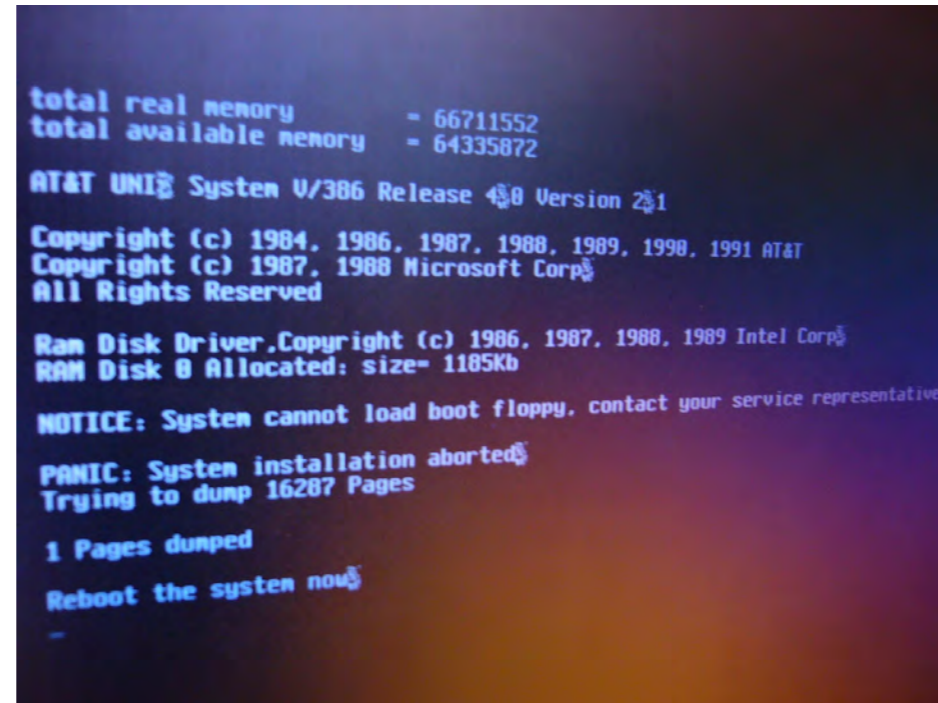
Vierte Generation von Computern: 1980-heute



Der BSD Daemon, das Maskottchen

- * * 4.2BSD (1983) eine erste Variante des TCP/IP Stacks wurde eingeführt, ebenso das neue *Berkeley Fast File System*, heute als UFS (Unix File System) bekannt. Mit dieser Variante bekam BSD sein Maskottchen, den BSD Daemon.
- * * 4.4BSD-Lite (1994) Erste vollständig von AT&T-Quelltext freie Version
- * * 4.4BSD-Lite2 (1995) ist die letzte Version der Berkeley Software Distribution
- * * auf 4.4BSD-Lite2 basieren alle modernen OpenSource BSD Unix Varianten wie NetBSD, OpenBSD, FreeBSD, Darwin oder DragonFly BSD.
- * * Da die BSD Lizenz sehr freizügig ist haben auch kommerzielle Betriebssysteme Teile übernommen, etwa Microsoft seit Windows 2000 für den Netzwerk Stack, Apple mit OS X und iOS sowie Solaris welches mittlerweile auch kein reines SystemV Unix mehr ist.

Vierte Generation von Computern: 1980-heute



```
total real memory      - 66711552
total available memory - 64335872

AT&T UNIX System V/386 Release 4.3B Version 2.1

Copyright (c) 1984, 1986, 1987, 1988, 1989, 1990, 1991 AT&T
Copyright (c) 1987, 1988 Microsoft Corp.
All Rights Reserved

Ram Disk Driver. Copyright (c) 1986, 1987, 1988, 1989 Intel Corp.
RAM Disk 0 Allocated: size= 1185Kb

NOTICE: System cannot load boot floppy, contact your service representative.

PANIC: System installation aborted
Trying to dump 16287 Pages

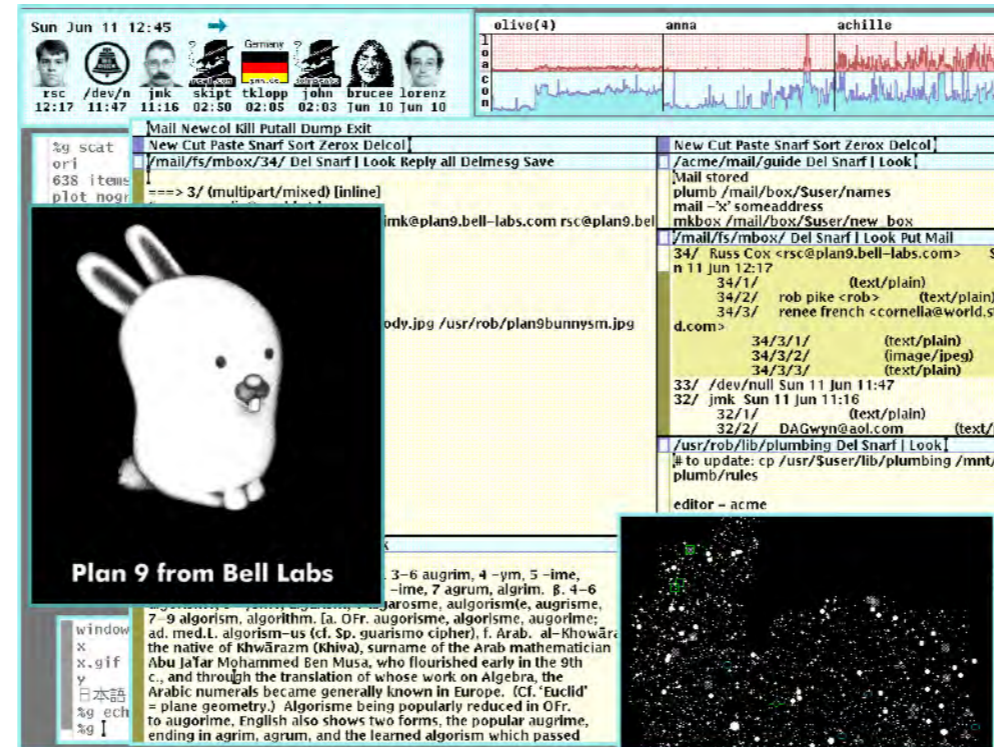
1 Pages dumped

Reboot the system now
```

AT&T Unix System V

- * Zusammen mit Sun entwickelte AT&T die erste kommerzielle Unix Variante UNIX System V („System Five“).
- * Die Spaltung zwischen System V und BSD erregte Besorgnis in der Unix Community. Eric S. Raymond bezeichnete sie als Spaltung zwischen Langhaar-Programmierern und Technikern die eher auf der BSD Seite waren und den Kurzhaar-Business Typen die zu SystemV tendierten.
- * * 1983 – System V
- * * 1984 – SVR2
- * * 1987 – SVR3 – (SGI Irix)
- * * 1988 – SVR3.2 (SCO OpenServer)
- * * 1989 – SVR4 (integrierte einige BSD-Bestandteile; durch Angabe eines entsprechenden Pfades können die Programme der jeweiligen Variante ausgeführt werden)
- * * 1992 – SVR4.2
- * * 1993 – SVR4.2MP (UnixWare 2, Sun Solaris)
- * * 1997 – SVR5 (SCO UnixWare 7)

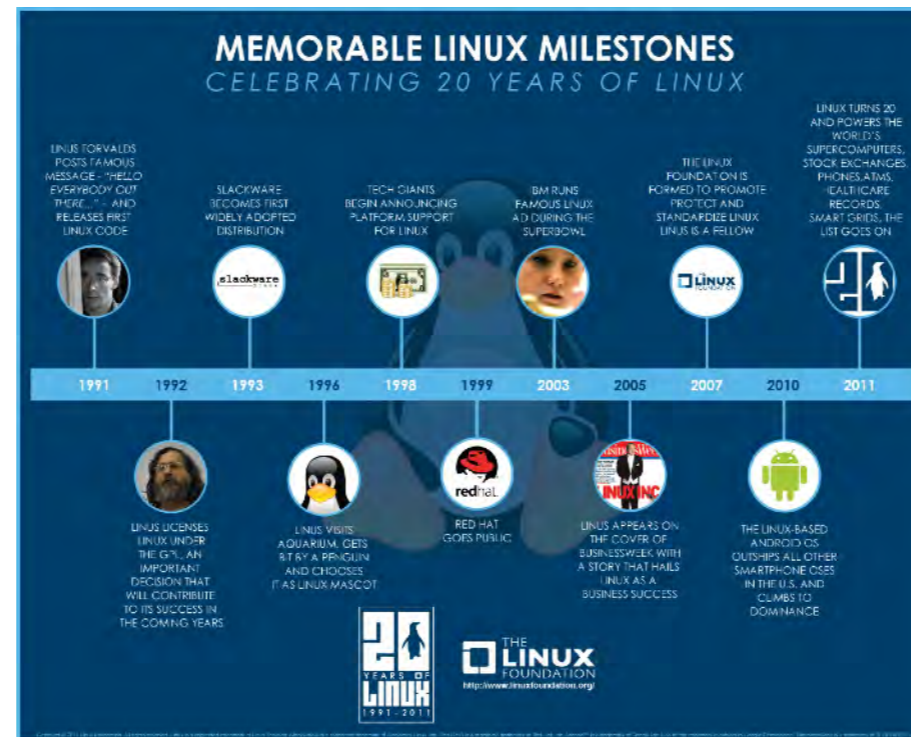
Vierte Generation von Computern: 1980-heute



Plan 9 (Bell Labs) ab 1987

- * Benannt nach dem schlechtesten Film aller Zeiten (Plan 9 from Outer Space)
- * Unix Konzept „alles ist eineDatei“ konsequenter verfolgen
- * ALLE Ressourcen (egal ob Dateien, Bildschirme, Benutzer, Netzwerke, ...) haben einen Namen und können wie Dateien angesprochen werden
- * Mithilfe von Standard-Protokoll 9P
- * Dateisystemhierarchien zu einer großen zusammengefasst -> erreichbare Server sind also auch Teil des Dateisystems, laufende Programme, in Grenzen auch laufende Prozesse auf anderen Servern
- * Plan 9 gibt es seit 2002 unter der Lucent Public License, aber 2014 zusätzlich unter GPL

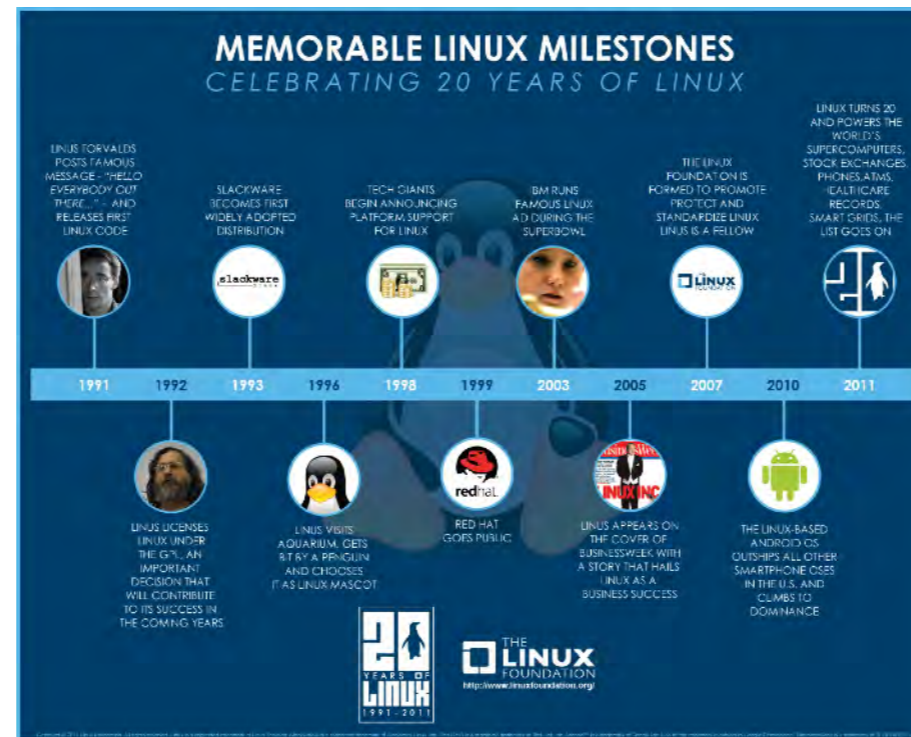
Vierte Generation von Computern: 1980-heute



Linux

- * # Linux
- * * Erstes Release 5.10.1991 von Linus Torvalds
- * * Unix-artiges Betriebssystem, fast vollständig POSIX kompatibel
- * * Bitte *Linux* nicht mit *Unix* gleichsetzen!
- * * Linux ist *eigentlich* nur der Kern, das vollständige Betriebssystem inklusive GNU Tools wird oft als GNU/Linux bezeichnet
- * * Mittlerweile ist *Linux* aber geläufig
- * * Ein Linux System wird von einem Distributor paketierte. Gruppierungen wie Debian oder Firmen wie SuSE oder RedHat schnüren und pflegen ein Paket aus Kern, GNU Tools und zusätzlicher Software.
- * * Die Linux Community bietet mittlerweile ein Zuhause für viele weitere Projekte, wie etwa die graphischen Benutzeroberflächen KDE oder Gnome, die Entwicklung des verteilten Versionsverwaltungssystems git, Implementierungen für Embedded Devices, WLAN Routern und vieles mehr

Vierte Generation von Computern: 1980-heute



Linux

- * * Linux will zwar ein Unix sein, hat aber oft Probleme mit der Unix Philosophie: Kompatibilität ist nicht immer oberstes Ziel, „hauptsache es läuft auf Linux“
- * * Böse Zungen behaupten, dass es unter manchen Entwicklern eine Art *not invented here* Syndrom gibt. Software, Treiber und Konzepte die in anderen Systemen entwickelt wurden werden unter Linux manchmal von Null auf neu entwickelt.
- * * Linux wurde sehr schnell zum Allerwelts-Unix und fand im Gegensatz zu den *BSD Varianten regen Zuspruch auch von Firmen
- * * Stabiles und zuverlässiges Betriebssystem für Server Dienste
- * * Auf dem Desktop kommt Linux auch so langsam an
- * * Selbst Spiele werden mittlerweile immer öfter auch auf Linux portiert
- * * Linux Distributoren tun ihr möglichstes um auch nicht-IT-affinen Menschen Linux nahe zu bringen und den Umgang zu vereinfachen
- * * Weiteres zu Linux dann nächste Woche

Vierte Generation von Computern: 1980-heute



Das GNU Projekt

- * * 1983 von Richard Stallman ins Leben gerufen
- * * GNU bedeutet „GNU's Not Unix“
- * * Ziel: ein vollständiges Unix-kompatibles Betriebssystem entwickeln
- * * In den 90er Jahren waren die meisten Userland Programme fertig (GNU Tools), es gab Compiler für nahezu jede Sprache (die gcc Suite), Editoren (Emacs, vim), Shells (bash), Bibliotheken und es gab graphische Frontends (X11, Window Manager).
- * * Lediglich der Kern und die Treiber kamen in der Entwicklung nicht weiter
- * * GNU Hurd (oder: the Hurd) ist ein seit 1990 für GNU geschriebener Microkern der nach wie vor nicht vollständig implementiert ist
- * * Aus diesem Grund verwendet das GNU Projekt aktuell den Linux Kern.



BETRIEBSSYSTEME



Apples Betriebssysteme für den Mac
(Mac OS, Mac OS X, OS X, macOS)

Vierte Generation von Computern: 1980-heute



Apple Mac OS (1985-1999)

- * * MacOS war ein Single-User System, kein echtes Multitasking
- * * 1985 gab es ein Programm namens *Switcher* käuflich. Switcher -> kooperatives Multitasking Benutzer zwischen mehreren Programmen hin- und her zu wechseln (wie erste Windows Versionen)
- * System 5 und System 6 (1988) hatten ein Feature namens *MultiFinder* an Bord.
- * * war *MultiFinder* ausgeschaltet beendete sich der Finder bei dem Start eines Programms um Ressourcen zu sparen
- * * mit eingeschaltetem *MultiFinder* liefen die Programme mehr oder weniger parallel
- * * Erst mit System 7 (Mac OS 7 - 1991) bekam das Betriebssystem virtuelles Speichermanagement
- * * Ab 1994 Umstieg auf PowerPC Prozessorarchitektur
- * * System 7 war mit der neuen PowerPC Architektur kompatibel

Vierte Generation von Computern: 1980-heute



Apple Mac OS (1985-1999)

- * * Mac OS 8 kam 1997 heraus, Finder war nun Multithreaded, aufpolierte Oberfläche, mehr Farbe
- * * Einführung des Dateisystems HFS+ (welches immer noch in Verwendung ist!)
- * * lief ausschließlich auf PowerPC Einführung von AFP (Apple Filing Protocol) over IP
- * * Mac OS 9 - 1999
- * * letzte Version von Apples „Classic“ Betriebssystemen
- * * erste Version die multi-user fähig war, präemptives Multitasking noch immer nicht vollständig implementiert
- * * kein protected memory
- * * 1996 Apple kauft NeXT
- * * Seit 1998 als *Mac* bezeichnet

Vierte Generation von Computern: 1980-heute



Cheetah 2001



Puma 2001



Jaguar 2002



Panther 2003



Tiger 2005



Leopard 2007



Snow Leopard 2009



Lion 2011



Mountain Lion 2012

OS X (1999-2012)

Quelle: git-tower.com by Fournova Software GmbH

- * Mac OS X - 2001 (10.0 Cheetah)
- * * Unix Betriebssystem (seit Version 10.5 bis heute UNIX 03 zertifiziert)
- * * Multitasking und Multiuser fähig
- * * im Prinzip ein vollständiges Unix unter einer benutzerfreundlichen graphischen Oberfläche
- * * Basiert auf NeXTSTEP
- * Unix-like OS
 - * Hybrid Kern aus (CMUs) Mach 3.0 und BSD Kern:
 - * Mach: Message Passing und Kern läuft als eigener Mach-Task
 - * BSD: POSIX API (sys calls), Unix Prozessmodell, Netzwerkprotokolle, Dateisystem
 - * K32/K64: in 10.6 32 Bit Kern der 64bit Userland laufen lassen kann und K64 konnte aber nur 64bit Programme/KEXTs kaufen lassen und nicht 32 (Übergangszeit) - jetzt K64
 - * I/O Kit besteht aus Treiber - Baseclasses, auf der objektorientiert Geräte Treiber aufbauen

Vierte Generation von Computern: 1980-heute



Mavericks 2013



Yosemite 2014



El Capitan 2015



Sierra 2016

Mac OS X und OS X (2013-2017)

Quelle: git-tower.com by Fournova Software GmbH

- * * Graphische Oberfläche basiert auf einem objektorientierten Toolkit
- * * OpenStep Objektorientierte Spezifizierung für graphische Oberflächen, von NeXT zusammen mit Sun Microsystems entwickelt
- * * Von OpenStep gab es eine Version die unter Windows NT lief
- * * Mac OS X lief ursprünglich auf PowerPC Hardware
- * * Für den Übergang von Mac OS auf Mac OS X wurde eine API (*Carbon*) eingeführt die es Programmen ermöglichte auf beiden OSsen zu laufen
- * Weiter gab es den Classic Mode der OS 9 (Rhapsody) Programme in einer Art virtuellen Umgebung laufen lassen konnten (bis OS X 10.4)
- * * *Carbon* wurde nach und nach durch *Cocoa* als API abgelöst

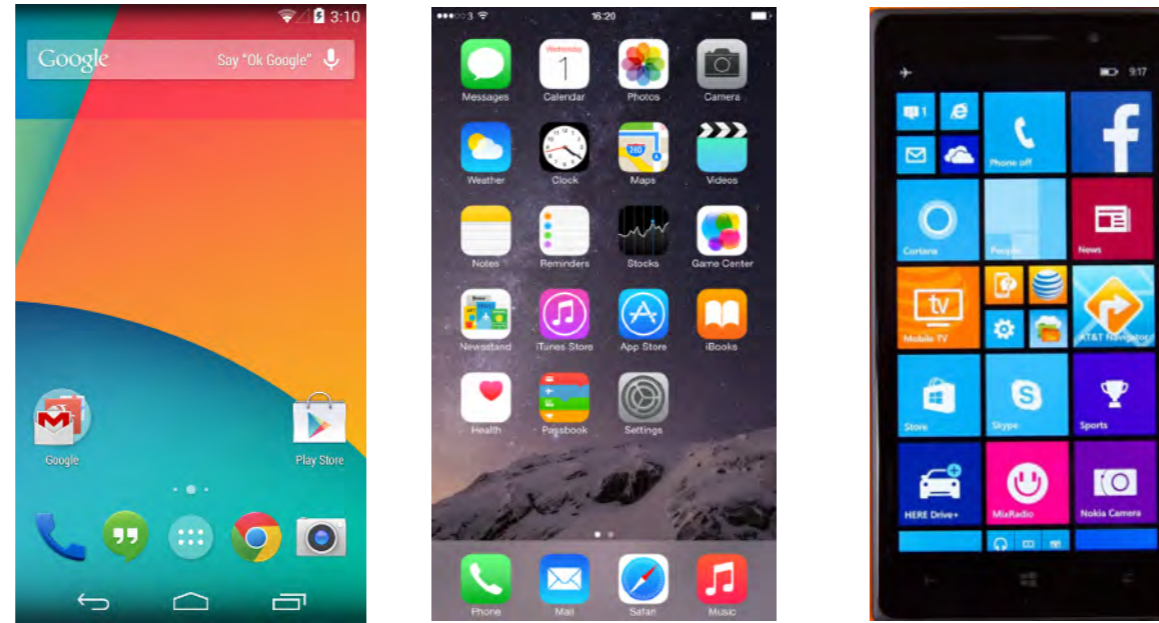
Vierte Generation von Computern: 1980-heute



OS X und macOS (1999-2017)

- * * In der Anfangszeit propagierte Apple *Java* als Programmiersprache um auf Mac OS X zu programmieren,
- * * letztendlich lief es jedoch auf Objective-C mit den *Cocoa* Bibliotheken hinaus
- * * 2005 stieg Apple von PowerPC basierten Systemen auf Intel x86 um, mit Mac OS X 10.6 Snow Leopard (2008) wurde der Support für PowerPC eingestellt
- * * In der Umstiegszeit wurde *Rosetta* eingeführt welches eine Art binär-Übersetzer war um für PowerPC (G3, G4, AltiVec, nicht G5) compilierte Programme auf Intel Hardware laufen zu lassen.
 - * keine Emulation (wäre Instruktion für Instruktion Übersetzung)
 - * Übersetzung erfolgt blockweise in ein Zwischenformat und kann (und wird) damit optimiert
- * Außerdem wurde das Konzept der *Universal Binaries* eingeführt: jedes Programm hatte sowohl eine PowerPC als auch ein Intel kompatibles Executable
- * * Seit OS X 10.8 Mountain Lion (2012) wurde das „Mac“ im Namen weggelassen
- * Seit Sierra wurde OS X in macOS umbenannt

Vierte Generation von Computern: 1980-heute



Andorid, iOS und Windows Phone

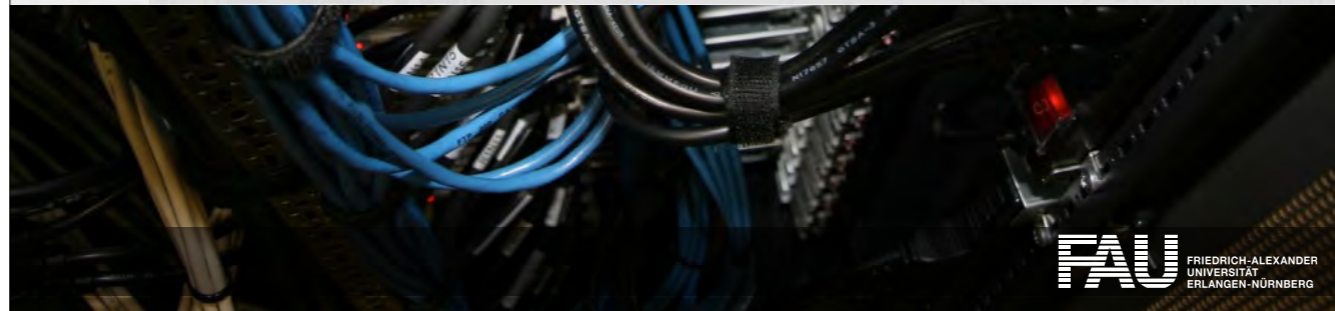
- * Aktuell Android 7.1.2 Nougat, iOS 10.3 (Unix basiert) und Windows Phone 10 - allerdings mehr oder weniger „tot“
- * Android basiert auf Linux, iOS auf OS X und Windows Phone auf dem Windows 10 (also NT Nachfolger) Kernel
- * Philosophien:
 - * Android eine Handvoll Richtlinien von Google, jeder Hersteller modifiziert OS/Aussehen
 - * Problem: Patchmanagement
 - * iOS strikt in Apples Hand, goldener Käfig. Was in den App Store kommt wird überwacht
 - * sehr viel stärkere Durchdringung aktueller Versionen als Android -> Sicherheit für unbedarfte Nutzer



Herzlichen Dank an Fournova Software GmbH,
Entwickler des git-Clients **Tower**

<https://www.git-tower.com/blog/history-of-macos>

<https://www.git-tower.com/blog/history-of-microsoft-windows/>

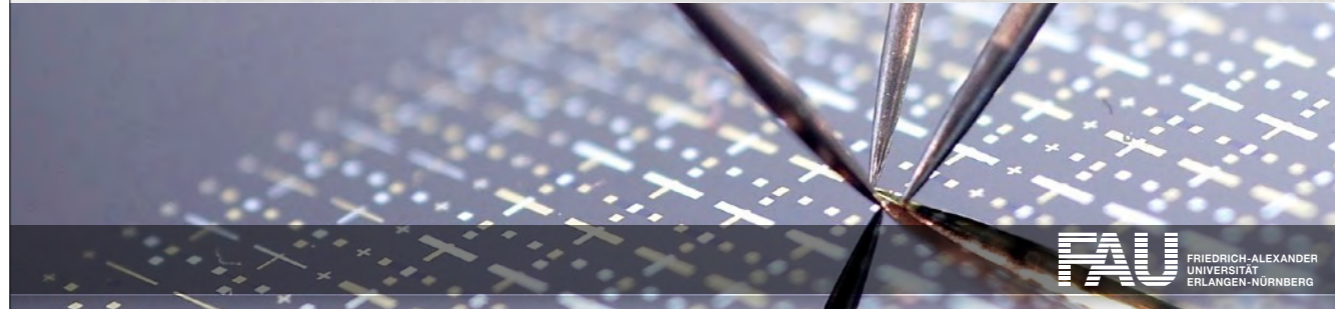




ORGANISATORISCHES



- Die Vorträge im Überblick
- Andere Vortragsreihen des RRZE
- Ablageorte Vortragsfolien / Vortragsaufzeichnung
- RRZE-Veranstaltungskalender / Mailingliste abonnieren
- Themenvorschläge & Anregungen



Weitere Vorträge zur „Systemausbildung“

26.04.2017 – Geschichte der Betriebssysteme
03.05.2017 – Unixoiden Betriebssysteme (Unix, Linux, OS X)
10.05.2017 – Systemüberwachung, Monitoring
17.05.2017 – Storage / Filesysteme
31.05.2017 – Windows-Betriebssysteme
21.06.2017 – High Performance Computing
28.06.2017 – Benutzerverwaltung: MS Active Directory
05.07.2017 – Virtualisierung
12.07.2017 – Backup / Archiv
19.07.2017 – Kerberos
26.07.2017 – IT-Sicherheit

immer mittwochs (ab 14 c.t.), Raum 2.049 im RRZE

Andere Vortragsreihen des RRZE

- Campustreffen
 - immer donnerstags ab 15 Uhr c.t.
 - vermittelt Informationen zu den Dienstleistungen des RRZE
 - befasst sich mit neuer Hard- & Software, Update-Verfahren sowie Lizenzfragen
 - ermöglicht den Erfahrungsaustausch mit Spezialisten
- Netzwerkausbildung „Praxis der Datenkommunikation“
 - immer mittwochs in den Wintersemestern, ab 14 Uhr c.t.
 - Vorlesungsreihe, die in die Grundlagen der Netztechnik einführt
 - stellt die zahlreichen aktuellen Entwicklungen auf dem Gebiet der (universitären) Kommunikationssysteme dar

Vortragsfolien

- Die Vortragsfolien werden nach der Veranstaltung auf der Webseite des RRZE abgelegt:

<http://www.rrze.fau.de/news/systemausbildung.shtml>

RRZE-Veranstaltungskalender & Mailingliste

Kalender abonnieren oder bookmarken

- Alle Infos hierzu stehen auf der Webseite des RRZE unter:
<http://www.rrze.fau.de/news/kalender.shtml>

Mailingliste abonnieren

- Wöchentliche Terminhinweise werden zusätzlich an die Mailingliste [RRZE-Aktuelles](#) gesendet.
- Auch diese Liste kann man abonnieren:
<https://lists.fau.de/mailman/listinfo/rrze-aktuelles>

Themenvorschläge & Anregungen

- Themenvorschläge und Anregungen nehmen wir gerne entgegen!
- Bitte schreiben Sie uns einfach eine E-Mail an:
rrze-zentrale@fau.de (Betreff: Systemausbildung)



viel Spaß in den kommenden Wochen bei den
nächsten RRZE - Veranstaltungen!

