

MAS: Betriebssysteme

Entwicklung von Betriebssystemen

T. Pospíšek

Gesamtüberblick

1. Einführung in Computersysteme
- 2. Entwicklung von Betriebssystemen**
3. Architekturansätze
4. Interruptverarbeitung in Betriebssystemen
5. Prozesse und Threads
6. CPU-Scheduling
7. Synchronisation und Kommunikation
8. Speicherverwaltung
9. Geräte- und Dateiverwaltung
10. Betriebssystemvirtualisierung

Überblick

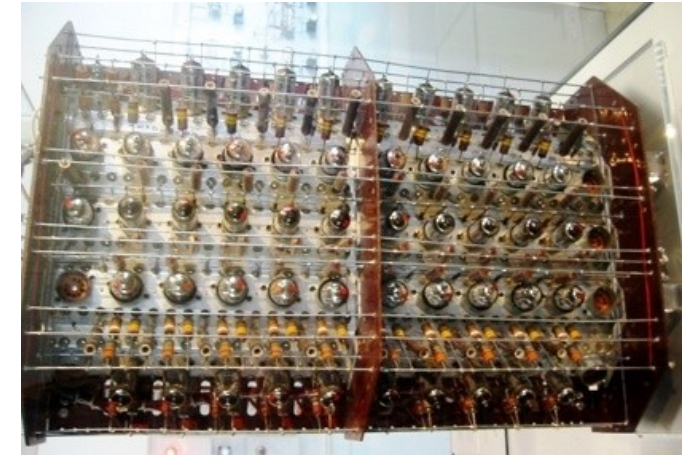
1. **Geschichtliches**
2. Klassische Großrechnerbetriebsarten
3. Fallstudien



Historische Entwicklung von Rechnern und Betriebssystemen

1. Generation (1945 – 1955)

- Minimale Betriebssysteme
- Röhrencomputer (ca. 20'000 Röhren)
- Maschinensprache, kein Assembler
- Lochkarten ab 1950



Röhrencomputer der Rechananlage ORACLE
Deutsches Museum

2. Generation (1955 – 1965)



Lochkartenleser von Control Data
Quelle: Wikipedia

3. Generation (1965 – 1980)

4. Generation (1980 – ...)



Röhren als aktive elektronische Bauelemente
Quelle: www.wikipedia.de

Weitere Rechananlagen: (Gewicht: Tonnen)

- ZUSE Z22 (BRD)
- D1/D2 (DDR)
- Colossus (GB)
- ENIAC (USA)
- IBM 305 RAMAC



Historische Entwicklung von Rechnern und Betriebssystemen

1. Generation (1945 – 1955)



2. Generation (1955 – 1965)

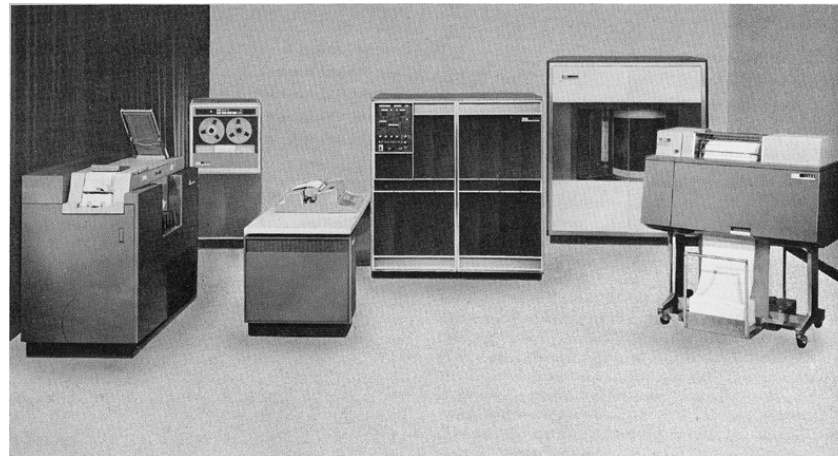


3. Generation (1965 – 1980)



4. Generation (1980 – ...)

- Transistoren werden verwendet
- Assemblersprachen
- Mainframes
- Etwas komplexere, aber immer noch einfache Betriebssysteme
- **Stapelverarbeitung** (Batch-Verarbeitung): IBM 1401, 7094
- Jobs werden von Lochkarte auf Magnetband eingelesen und dann hintereinander abgearbeitet
- Ein Programm nach dem anderen wird ausgeführt, die Ergebnisse auf Band gespeichert und am Ende ausgedruckt

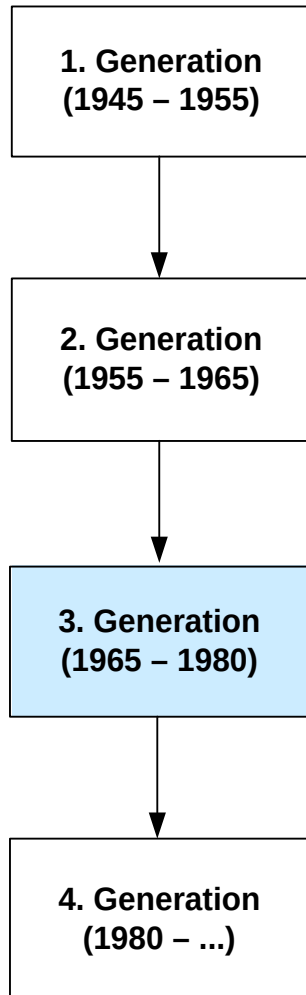


IBM-1401-Anlage
Quelle: IBM

- Fotos der Innereien eines IBM 1401 Rechners: <http://ibm-1401.info/1401EraPhotos.html>



Historische Entwicklung von Rechnern und Betriebssystemen



- Integrated Circuits (ICs)
- IBM System/360 (Serie von Rechnern), IBM System/370, 3080, 3090, ...
- Umfangreiche Betriebssysteme wie OS/360, BS1000, ...
- Hochsprachen
- Einführung von **Multiprogramming** (Mehrprogrammbetrieb, Multitasking):
 - Während I/O-Wartezeit wurde CPU für neuen Job vergeben
- **Spooling**: Jobs von Platte übernehmen und Ergebnisse auf Platte schreiben
- Später **Timesharing** (mit Mehrbenutzerbetrieb) als Variante des Multiprogramming:
 - Online-Zugang über Terminal, CPU wird aufgeteilt
 - Am MIT entwickelt: Betriebssystem CTSS, MULTICS
 - Minicomputer DEC PDP-1, PDP-11: Unix



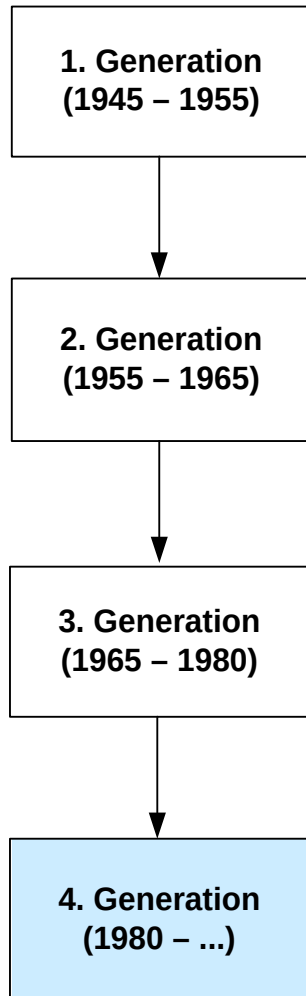
S/360-System
Quelle: Wikipedia



PDP-11 von digital
Quelle: Wikipedia



Historische Entwicklung von Rechnern und Betriebssystemen



IBM PC, Modell IBM 5150
Quelle: IBM



IBM zSeries
Quelle: IBM



Enterprise Server von Sun
Quelle: Sun Microsystems

- Personal Computer (PCs), Workstations, Server, Mainframes, Verteilte Systeme
- Large Scale Integration (LSI), Millionen von Transistoren auf einem Silizium-Chip (Si, Halbleiter)
- Komplexe Betriebssysteme:
 - IBM OS/390, z/OS, OS/2, MS-DOS, Windows, Unix (BSD, System V, SunOS), Linux, Android
 - Netzwerkbetriebssysteme, verteilte Betriebssysteme
- grafische User Interfaces (X11, Motif, OS/2 Presentation Manager, Windows, ...)
- Objektorientierte Sprachen

Überblick

1. Geschichtliches
- 2. Klassische Großrechnerbetriebsarten**
3. Fallstudien

Mehrprozessorsysteme

- Mehrkernsysteme (früher: Mehrprozessorsysteme) sind die Basis für echte Parallelverarbeitung
- Für Betriebssysteme wird Synchronisation der Zugriffe auf Ressourcen erforderlich
 - Hauptspeicherzugriff
 - Kernel-interne Datenstrukturen
 - Ein-/Ausgabesystem
 - ...

Singletasking und Multitasking

■ Einprogrammbetrieb (singletasking)

- Nur ein (Teil-)Programm ist aktiv, das bearbeitete Programm erhält sämtliche Betriebsmittel zugeteilt

■ Mehrprogrammbetrieb (multitasking)

- Mehrere Programme sind aktiv, z.B. für Dialogverarbeitung
- Für die Ausführung benötigten Betriebsmittel werden abwechselnd zugeteilt nach Prioritäten oder Zeitscheibenverfahren
 - Zuordnung des Prozessors zu verschiedenen Programmen nach Zeitintervallen → **time sharing**

- Mehrprogrammbetrieb erfordert **nicht** unbedingt Mehrkernsysteme

Stapelverarbeitung versus interaktive Verarbeitung

- **Stapelverarbeitung (Batchprocessing)**
 - Zu bearbeitender Auftrag (Job) muss für die Bearbeitung vollständig sein
 - Aufträge werden in einer Warteschlange verwaltet und nach definierter Strategie abgearbeitet
- **Interaktive Verarbeitung**
 - Auftrag muss vor der Bearbeitung nicht vollständig definiert sein
 - Permanente Kommunikation des Nutzers mit dem Betriebssystem über User Interface

Betriebsarten nach der Programmnutzung

■ **Teilhhaberbetrieb (transaction mode)**

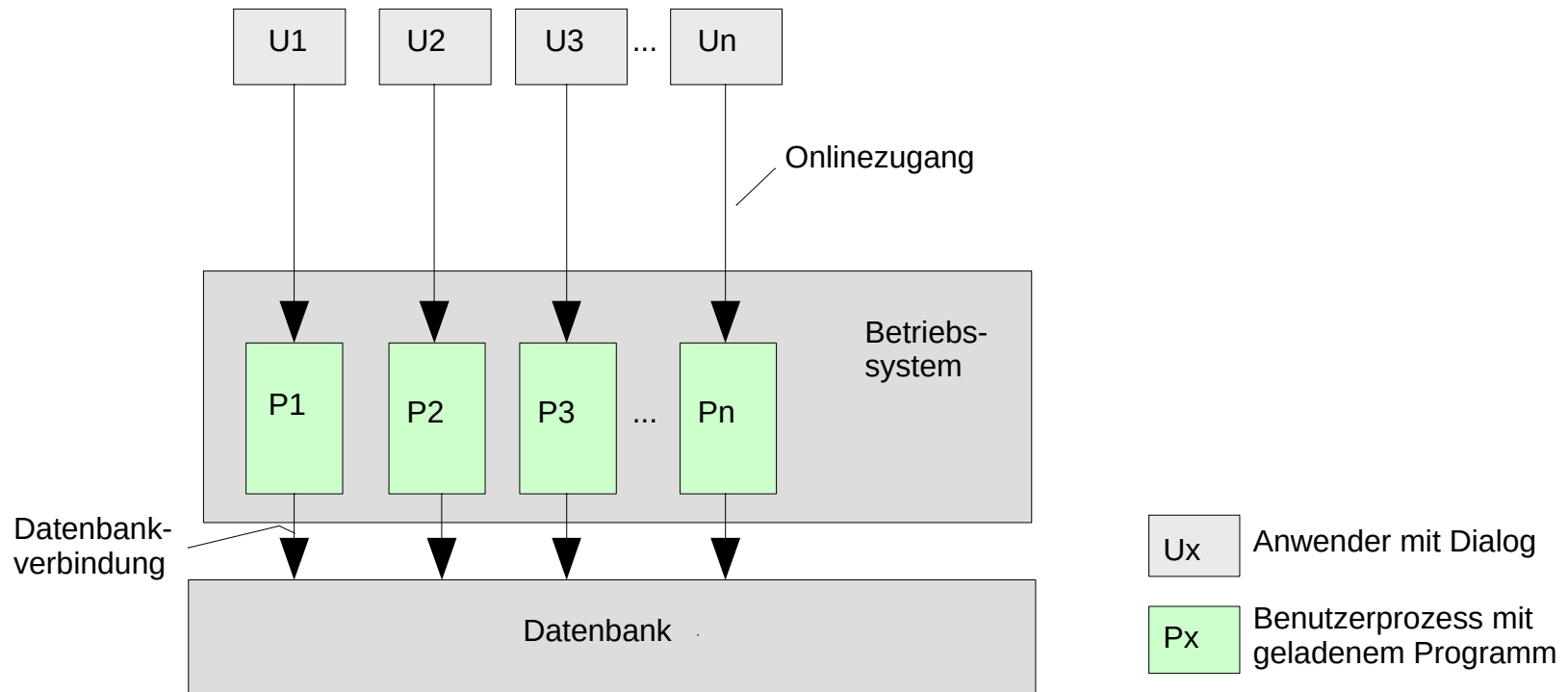
- Mehrere Anwender arbeiten mit einem **Transaktionsmonitor** (IBM CICS, BS2000 openUTM), d.h. mehrere Anwender arbeiten gleichzeitig an demselben Rechner mit demselben Programm
- Das System führt die Anforderungen der Anwender in sog. **Transaktionen** aus
- Transaktionen werden komplett oder gar nicht bearbeitet
- Beispiel: Zentrale Buchungssysteme

■ **Teilnehmerbetrieb (time sharing)**

- Mehrere Anwender arbeiten mit einem zentralen Rechner, aber mit unterschiedlichen, von einander unabhängigen Programmen und Daten
- Rechner sieht für jeden Anwender wie *eigener Rechner* aus

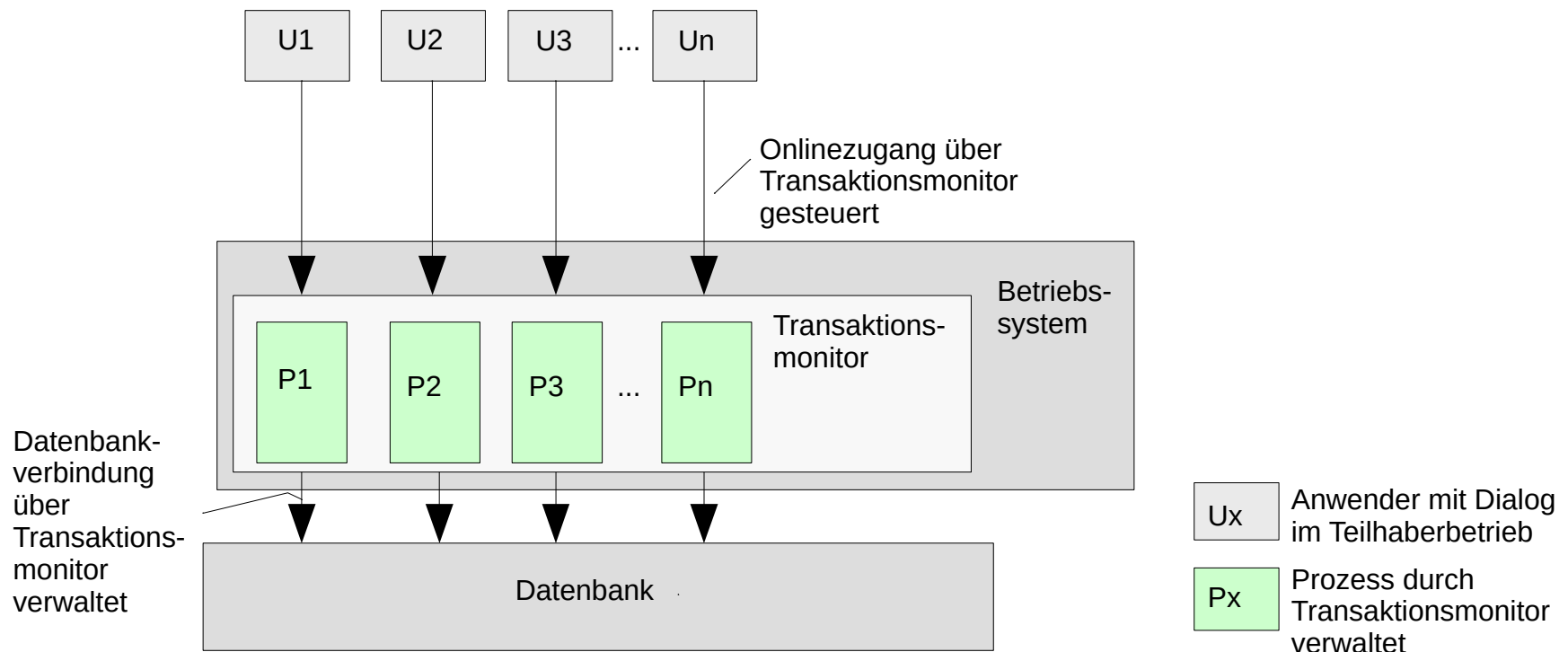
Teilnehmerbetrieb (time sharing)

- Im Teilnehmerbetrieb erhält jeder Anwender einen eigenen Prozess und sonstige Betriebsmittel vom Betriebssystem zugeteilt



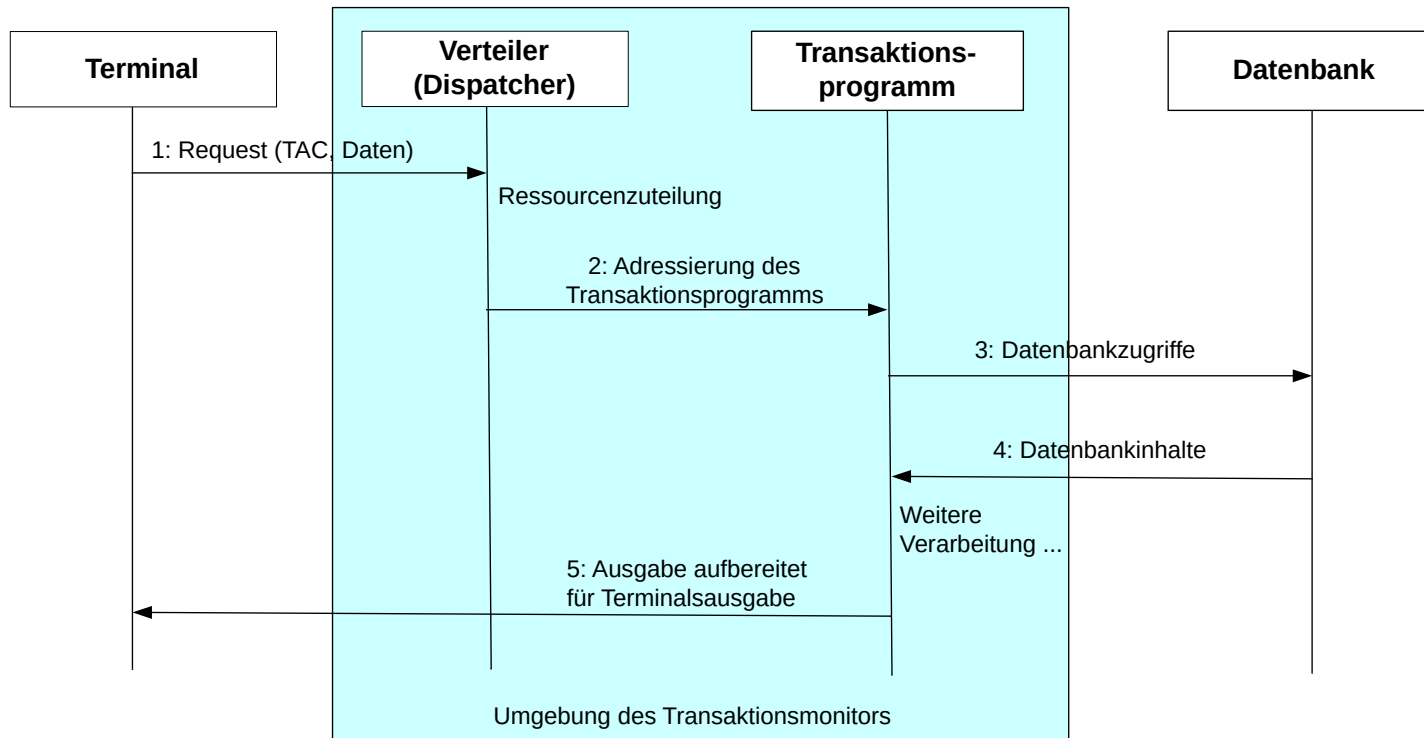
Teilhhaberbetrieb (transaction mode)

- Teilnehmerbetrieb mit Transaktionsmonitor (CICS, UTM,...), auch DB/DC-Systeme genannt
- Prozesse und sonstige Betriebsmittel werden vom Transaktionsmonitor zugeteilt



Teilhaberbetrieb: Ablauf

- Typischer Ablauf beim Aufruf eines Transaktionsprogramms



Überblick

1. Geschichtliches
2. Klassische Großrechnerbetriebsarten
- 3. Fallstudien**

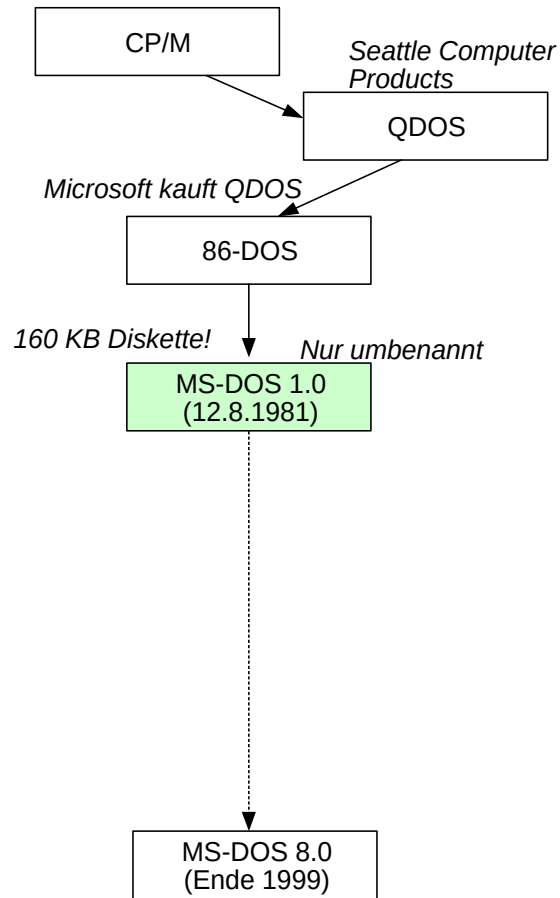
Typische Betriebssysteme heute

- Windows, Windows Server, OSX, Linux, Android, Minix
- Gründe für weite Verbreitung:
 - nicht unbedingt Qualität des BS
 - Beliebtheit der Anwenderprogramme (Lock-In)
 - Trägheit
 - Netzwerk-Effekt
 - Preis
 - Erweiterbarkeit

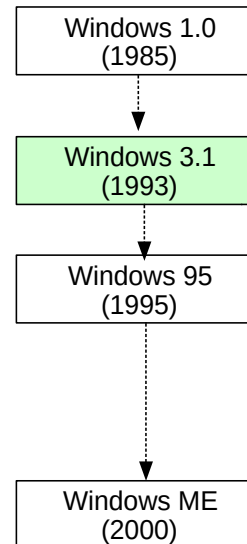


Historische Entwicklung: Windows (1)

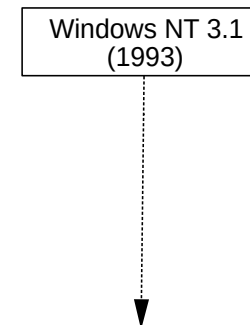
MS-DOS



Windows

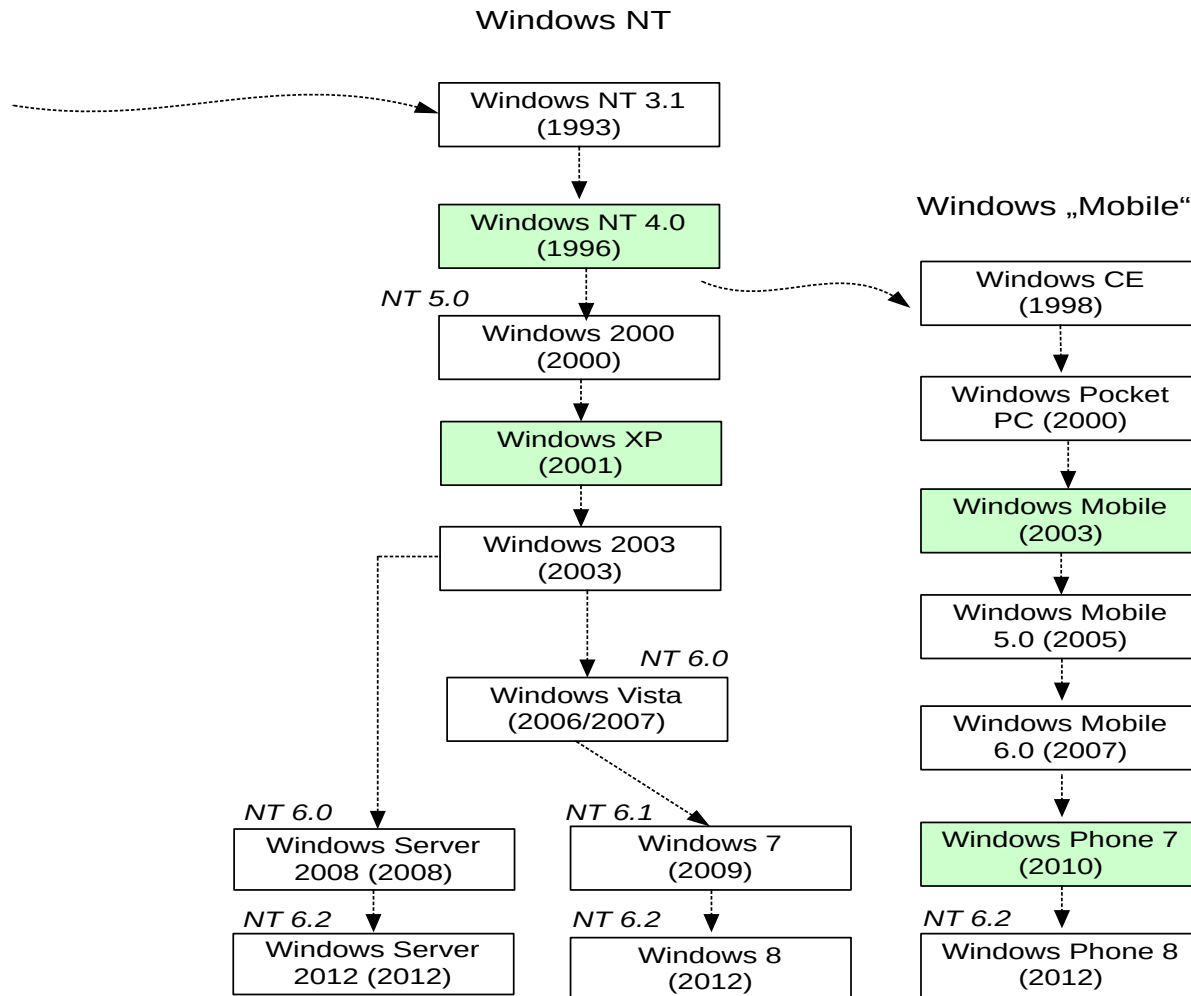


Windows NT



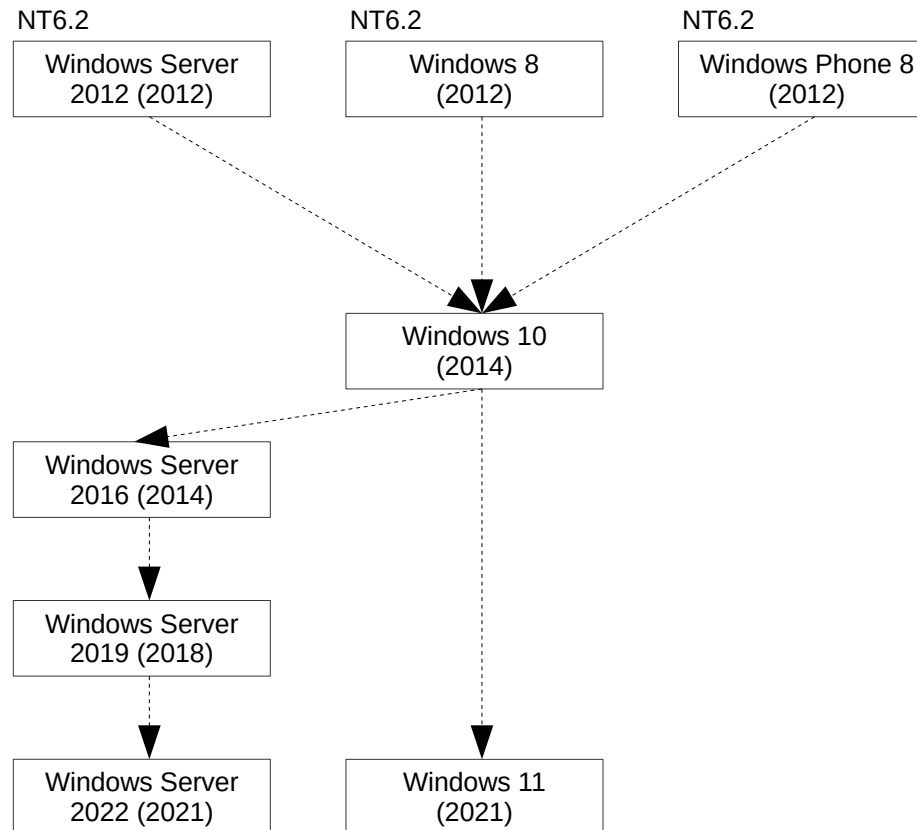


Historische Entwicklung: Windows (2)





Historische Entwicklung: Windows (3)





Kurze Geschichte von Windows (1)

- **MS-DOS V1.0** (Microsoft, Startup) wurde 1981 von IBM mit einem 8088-basierten IBM PC herausgegeben
 - Real-Mode-System und Single-User-System
 - Kommandozeilen-orientiert (von Unix abgeschaut)
 - 8-Bit-Betriebssystem
 - Einfaches Filesystem



- Später kam **MS-DOS V3.0** mit dem **PC/AT** heraus mit
 - 80286-Unterstützung
 - 16 MB realen Adressraum
 - Weiterhin Kommandozeilen-orientiert



Kurze Geschichte von Windows (2)

- **Windows 1.0** (1985) war das erste graphische User-Interface für MS-DOS
- **Windows 3.0** (1990) und die Nachfolger V3.1 und V3.11 waren bereits sehr erfolgreich
 - Weiterhin kein echtes Betriebssystem, sondern mehr eine Benutzeroberfläche
 - MS-DOS war die Basis



Kurze Geschichte von Windows (2)

- **Windows NT 3.1** (New Technology, 1993) wurde von Grund auf als 32-Bit-System konzipiert
 - ursprüngliches Ziel: OS/2 und POSIX Kompatibilität
 - von VMS Entwicklern mitentwickelt
 - von Microkernel Architektur inspiriert
 - anfangs nicht erfolgreich, da zu hohe Ressourcenanforderungen, langsam, daher wurde Windows 95 notwendig



Kurze Geschichte von Windows (3)

■ **Windows 95** (1995) brachte dann mehr Features:

- Virtuellen Speicher und Multiprogramming
- War aber immer noch mit **MS-DOS (nun V7.0)** verbandelt
- Weiterhin viele 16-Bit-Codeelemente
- MS-DOS Filesystem weiter genutzt (8+3 Byte Filenamen)

■ **Windows NT 4.0** (1996)

- User-Interface von Windows 95
- Recht leistungsfähiges Server-Betriebssystem
- Neues Filesystem NTFS
- Keine 100%-MS-DOS-Kompatibilität
- Erfolgreich!!



Kurze Geschichte von Windows (4)

- **Windows 98** (1998) kam mit einem besseren User-Interface mit Internet-Integration (Monopolvorwurf!)
 - Immer noch mit **MS-DOS (nun V7.1)** verbandelt, weiterhin viele 16-Bit-Codeelemente
 - Kein großer Unterschied zu Windows 95
 - Multiprogramming System, aber **nicht reentrant-fähiger Kernel** → Verwendung von Locks verlangsamte das System
 - Aus Kompatibilitätsgründen mussten MS-DOS-Programme auf den Interrupt-Vektor zugreifen und bekamen 1 MB vom Adressraum, in dem auch Kernel-Daten lagen
 - Systemabstürze durch Fehler in MS-DOS-Programmen waren die Folge



Kurze Geschichte von Windows (5)

- **Windows Me** (Millennium Edition, 2000) brachte nichts wesentlich Neues
- Windows NT 5.0 wurde zu **Windows 2000** umbenannt
 - Vereinheitlichung der Systeme mit Windows 98 User-Interface und volles 32-Bit-System
 - Plug-and-play Devices, USB-, IrDA (Infrarot-Link) und Firewire-Support, Internationalisierung,...
 - Unterstützt bis zu 32 CPUs in symmetrischen Multiprozessorsystemen
- **Windows XP, Windows 2003, Windows Vista, Windows 2008/2012, Windows 7/8, Windows Phone 7/8**
 - Neuere Versionen basieren alle auf NT 6.2
 - 32- und 64-Bit-Systeme

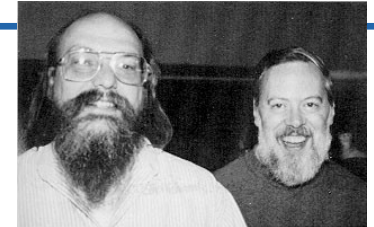


Kurze Geschichte von Windows (5)

- **Windows Server 2019**
 - hat ein Linux Subsystem
 - kann als Kubernetes Node laufen



Kurze Geschichte von Unix (1)



- Unix entstand aus **MULTICS** (Multiplexed Information and Computing Service), auch: Unics
- Erste Single-User Version von Unix in den Bell Labs auf einer PDP-7 von **Ken Thompson** und **Dennis Ritchie** entwickelt (1969)
- Zwei inkompatible Hauptversionen entstanden
 - Die Berkeley University entwickelte das **BSD** (Berkeley Software Distribution)
 - Vorbild für Sun OS von Sun Microsystems
 - Heute gibt es viele Nachfolger: FreeBSD, NetBSD, OpenBSD, DragonFly BSD, Mac OSX (sehr erfolgreich)
 - **System V** von AT&T (wechselte mehrfach den Besitzer)
- Weitere Unix-Derivate: HP UX, Sun Solaris, Sinix, Reliant Unix (Fujitsu Siemens), AIX (IBM),...



Kurze Geschichte von Unix (3)

- IEEE entwickelte einen Standard namens **POSIX**
 - Definiert ein System Call Interface, das von einem kompatiblen Unix unterstützt werden muss
 - Wird von allen Herstellern unterstützt
- Tanenbaum entwickelte 1987 einen kleinen Unix-Clone namens **MINIX** (ca. 12.500 LOC)
 - Heute MINIX 3 als:
 - Forschungsprojekt für zuverlässige Betriebssysteme;
Open-Source-Projekt: www.minix3.org
 - Betriebssystem für Intel's Management Engine





Kurze Geschichte von Unix (3)

- Nach MINIX entstand **Linux** durch **Linus Torvalds** (ehemals finnischer Student) als Open Source Unix
 - Basis von Android
 - grosser Teil des Internets läuft auf Linux
 - Mischung aus System V, BSD und eigenen Erweiterungen
 - wird als „Distribution“ (Ubuntu, SUSE, Debian, Red Hat, Fedora, ...) oder als Teil von Android ausgeliefert





Kurze Geschichte von Open Source (1)

- 1950/1960 wurde Hardware verkauft, Software „gehörte dazu“
 - SW wurde in Quellform geliefert, damit der Benutzer sie anpassen, erweitern und Fehler beheben kann
 - viele Unis unter den ersten Computernutzern, Verbesserungen an SW wurden im akademischen Geiste untereinander geteilt
 - Entwicklung von ARPANET mittels RFCs
- in den späten 1960 war SW bereits „sehr komplex“ und wurde teilweise verkauft
- Software/Sourcecode auf Tapes getauscht
- danach BBS („Bulletin Board Systems“)



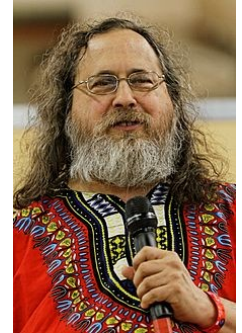
Kurze Geschichte von Open Source (2)

- AT&T Unix (später System V)
 - Anfangs 70er noch gratis
 - viele Weiterentwicklungen von dritten
 - Anfangs 80er verbreitet, aber Lock-In, AT&T fängt an das System zu verkaufen
- AT&T verklagt unter anderem Berkley
 - „Verletzung von Eigentumsrechten“
 - BSD – Berkeley Software Distribution
 - BSD hat AT&T Lizenz
 - Modifiziert und reimplementiert AT&Ts Unix
 - BSD Unix Familie entsteht
- Entwicklung von ARPANET mittels RFCs



Kurze Geschichte von Open Source (3)

- 1983 GNU Manifesto von Richard Stallmann
 - prägt Begriff „Free Software“ und Philosophie
 - Motive:
 - kann Fehler von SW nicht selbst beheben
 - darf SW nicht benutzen, an welcher er selbst mitgearbeitet hatte
- 1989 GNU General Public License - GPL
 - Nutzer bekommt gleiche Rechte wie Autor
 - darf diese nicht einschränken
- Internet 1990 basiert auf Open Source
 - Linux, Bind, Apache, NTPd, WuFTP, mysql, Perl, etc.
- Cloud 2021 basiert auf Open Source
 - Kubernetes, Docker, ...



Quelle: Wikipedia



Kurze Geschichte von Open Source (4)

- 1991 Linux
- 1999 SourceForge
- 2005 Git
- 2008 GitHub
- 2013 GitLab

- optionaler Stoff: [optional/01-2_Unix_Normierung.pdf](#)



Codeumfang einzelner Betriebssysteme

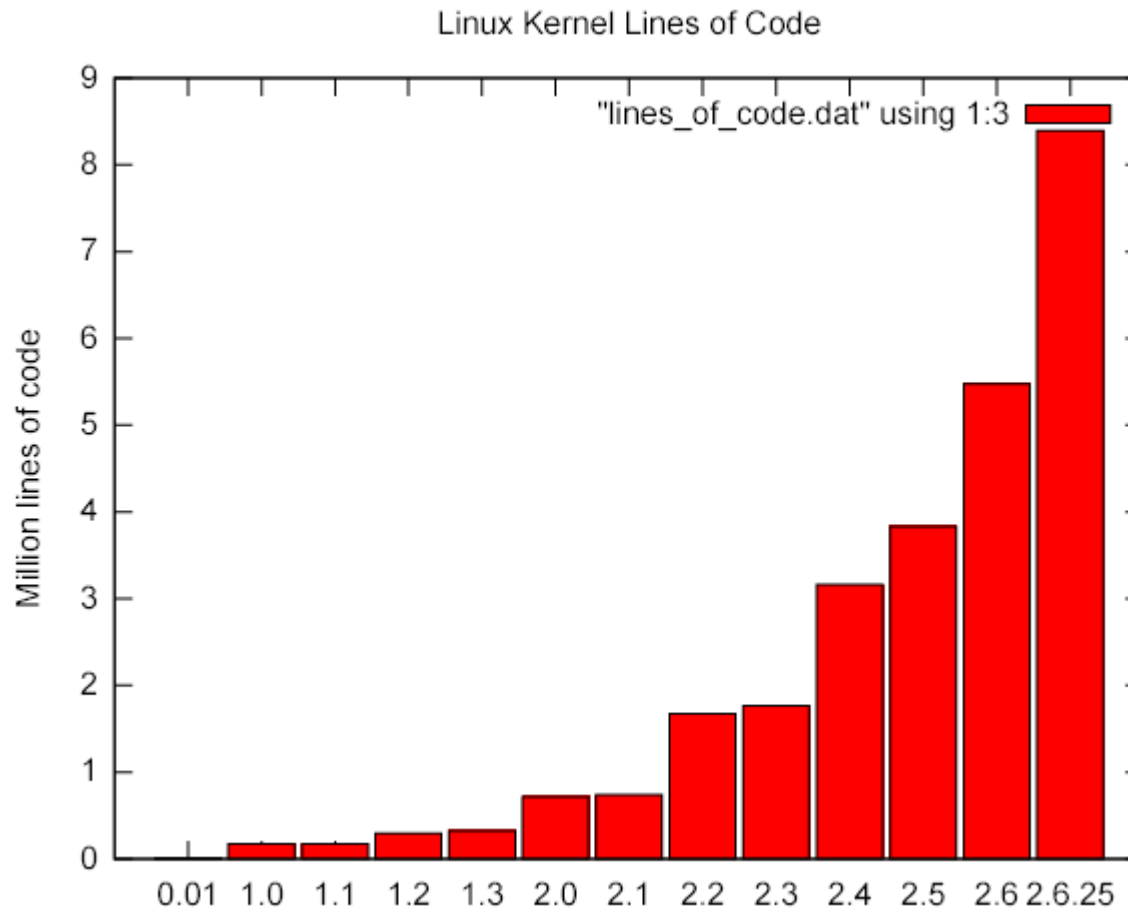
| Jahr | AT&T | BSD | Minix | Linux | Solaris | Win NT |
|------|---------------|-----------------|-----------|------------|------------|-------------|
| 1976 | V6, 9K | | | | | |
| 1979 | V7, 21K | | | | | |
| 1980 | | 4.1, 38 K | | | | |
| 1982 | Sys III, 58 K | 4.2, 98 K | | | | |
| 1984 | | 4.3, 179 K | | | | |
| 1987 | SVR3, 92 K | | 1.0 13 K | | | |
| 1989 | SVR4, 280 K | | | | | |
| 1991 | | | | 0.01, 10 K | | |
| 1993 | | Free 1.0, 235 K | | | | 3.1, 6 M |
| 1994 | | 4.4 Lite, 743 K | | 1.0, 165 K | 5.3, 850 K | 3.5, 10 M |
| 1996 | | | | 2.0, 470 K | | 4.0, 16 M |
| 1997 | | | 2.0, 62 K | | 5.6, 1.4 M | |
| 1999 | | | | 2.2, 1 M | | |
| 2000 | | Free 4.0, 1.4 M | | | 5.8, 2.0 M | 2000, 29 M |
| 2007 | | | | | | Vista, 50 M |
| 2009 | | | | | | Win 7, 70 M |
| 2013 | | | | 3.10, 15M | | |

Vgl. auch Tanenbaum, 2002

Lines Of Code (LOC), K = 1'000, M = 1'000'000



Codeumfang Linux-Kernel



Stand: Feb 2016:
Linux-Version 4.4.1:
25 Mio LOC

Stand: Januar 2014, Linux-
Version 3.13:
18 Mio LOC

Stand: März 2013, Linux-
Version 3.8:
16 Mio LOC

Stand: März 2012, Linux-
Version 3.2:
15 Mio LOC

Vergleich: Linux-Version
2.6.26
9 Mio LOC

Quellen: [http://de.wikipedia.org/wiki/Linux_\(Kernel\)](http://de.wikipedia.org/wiki/Linux_(Kernel)),
<http://kernel.org>
<http://openhub.net>

Überblick

- ✓ Einführung in Computersysteme
- ✓ Entwicklung von Betriebssystemen
- 3. Architekturansätze
- 4. Interruptverarbeitung in Betriebssystemen
- 5. Prozesse und Threads
- 6. CPU-Scheduling
- 7. Synchronisation und Kommunikation
- 8. Speicherverwaltung
- 9. Geräte- und Dateiverwaltung
- 10. Betriebssystemvirtualisierung