

Systemprogrammierung

Zwischenbilanz

12. Dezember 2009

Überblick

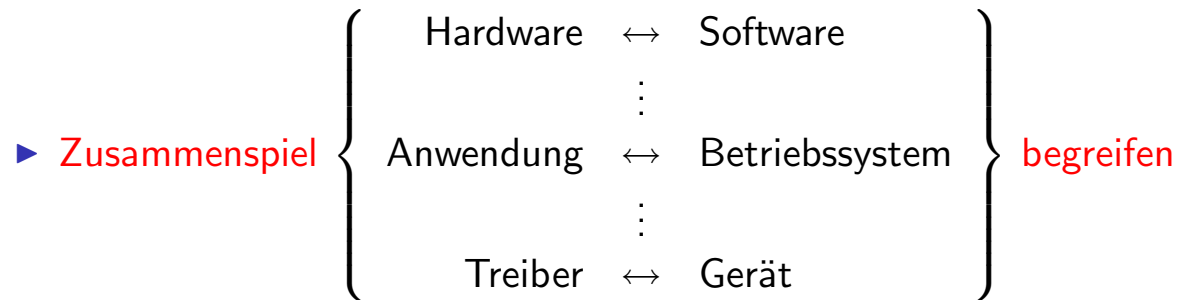
Zwischenbilanz

- Lehrveranstaltungskonzept
- Einleitung
- Organisation von Rechensystemen
- Betriebsarten
- Funktionale Abstraktionen
- Ausblick

Lernziele und Lehrinhalte

Grundlagen von Betriebssystemen

Vorgänge innerhalb von Rechensystemen **ganzheitlich** verstehen



Grundzüge der **imperativen Systemprogrammierung** (in C) selbst erleben

- im Kleinen praktizieren \rightarrow Dienstprogramme
- im Großen erfahren \rightarrow Betriebssysteme

Motivation

Rückgrat eines jeden Rechensystems

Betriebssysteme sind **unerlässliches Handwerkszeug** der Informatik
nicht alle müssen ein solches Handwerkszeug bauen/pflegen können
alle müssen jedoch mit dem Begriff/Produkt umgehen können

Betriebssysteme zu verstehen hilft, **Phänomene zu begreifen**

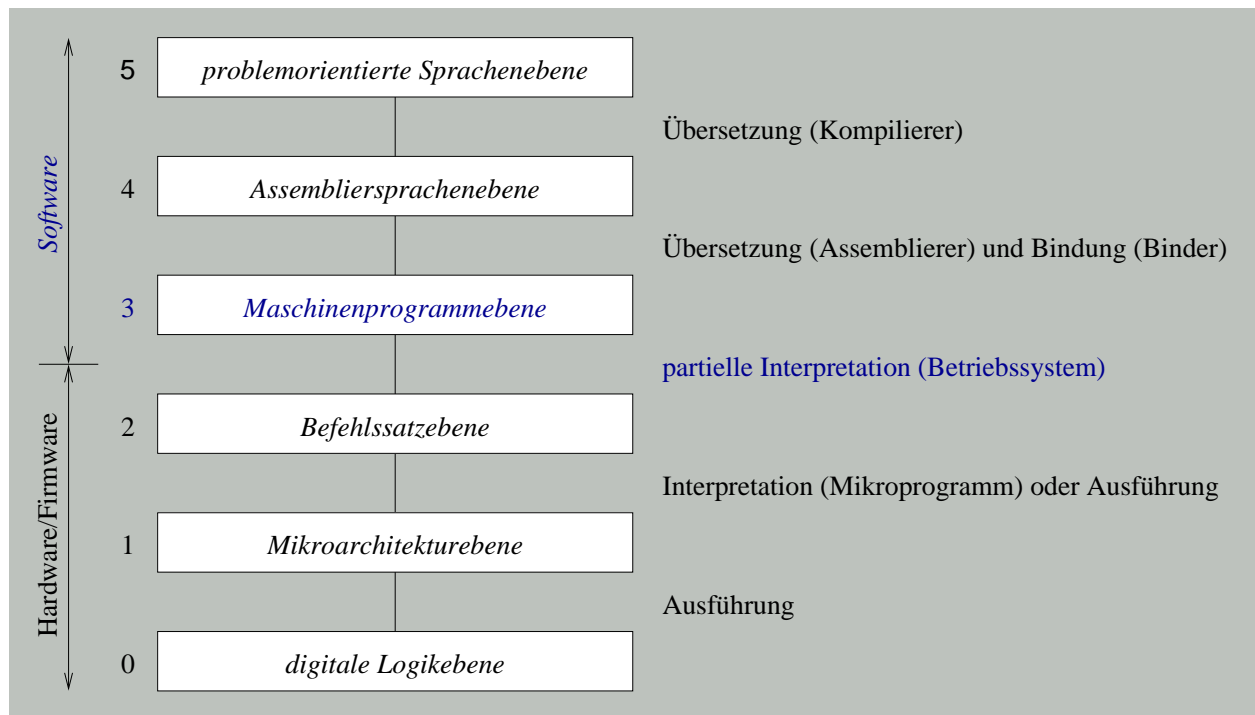
- unterschiedliches Systemverhalten erklären zu können
- Eigenschaften und Fehlern auseinanderhalten zu können

Betriebssysteme müssen immer im **Anwendungskontext** beurteilt werden

- kein einzelnes System ist für alle möglichen Zwecke optimal geeignet

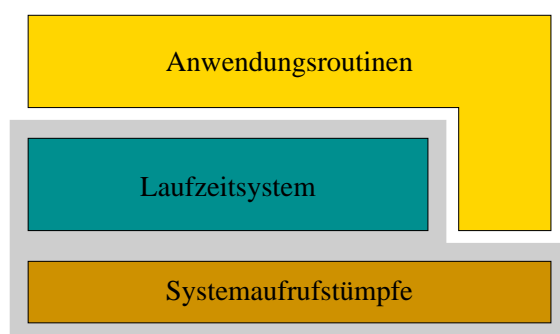
Strukturierte Organisation von Rechensystemen

Betriebssystem als **abstrakter Prozessor** für Programme der Ebene₃



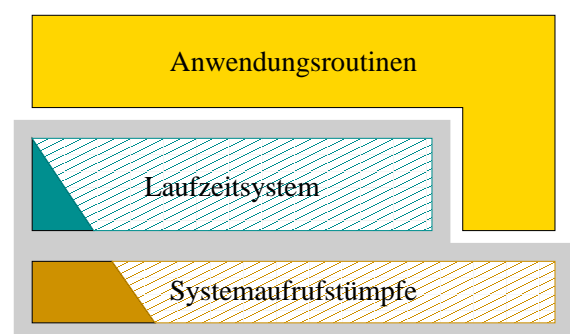
Organisation von Maschinenprogrammen

Logische Struktur: statische vs. dynamische Bibliotheken



statische Bibliothek

- ▶ Laufzeit einsparen
- ▶ vollständige Programme
- ▶ Binder & Lader



dynamische Bibliothek

- ▶ Hintergrundspeicher einsparen
- ▶ unvollständige Programme
- ▶ bindender Lader

Unterbrechungen und Ausnahmesituationen

Teilinterpretation

Programmunterbrechungen zeigen Ausnahmebedingungen an und bedeuten die **partielle Interpretation** von Maschinenprogrammen:

Trap synchron, vorhersagbar, reproduzierbar

Interrupt asynchron, unvorhersagbar, nicht reproduzierbar

- ▶ macht determinierte Programme nicht-deterministisch
- ▶ **Nebenläufigkeit, kritischer Abschnitt**

Ausnahmebehandlung bringt Kontextwechsel mit sich, die **abrupte Zustandswechsel** das ausführenden Prozessors bewirken:

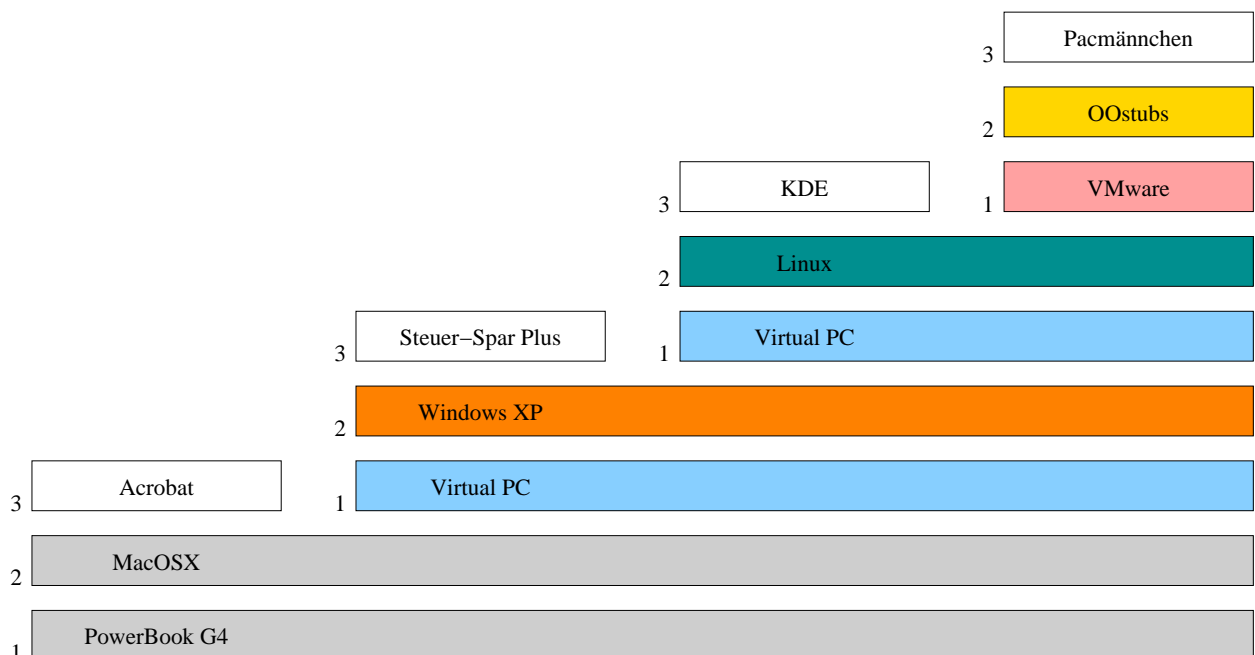
- ▶ vom unterbrochenen Programm zum behandelnden Programm ↓ BS
- ▶ vom behandelnden Programm zum unterbrochenen Programm BS ↑

Hardware und Software sind (funktional) äquivalent: **Emulation**

- ▶ die Nachahmung der Eigenschaften von Hardware durch Software

Hierarchie virtueller Maschinen

Selbstvirtualisierung durch Teilinterpretation



Stapelbetrieb

Stapelsysteme

- abgesetzter Betrieb Satellitenrechner, Hauptrechner
 - ▶ Entlastung durch Spezialrechner
- überlappte Ein-/Ausgabe DMA, *Interrupts*
 - ▶ nebenläufige Programmausführung
- überlappte Auftragsverarbeitung Einplanung, Vorgriff
 - ▶ Verarbeitungsstrom von Aufträgen
- abgesetzte Ein-/Ausgabe *Spooling*
 - ▶ Entkopplung durch Pufferbereiche
- Mehrprogrammbetrieb *Multiprogramming*
 - ▶ Multiplexen der CPU

☞ programmiertes **dynamisches Laden** von Überlagerungen (*Overlays*)

Mehrzugangsbetrieb

Interaktive Systeme

- Dialogbetrieb Dialogstationen
 - ▶ mehrere Benutzer gleichzeitig bedienen können
- Hintergrundbetrieb Mischbetrieb
 - ▶ Programme **im Vordergrund** starten
- Teilnehmerbetrieb Zeitscheibe, *Timesharing*
 - ▶ eigene Dialogprozesse absetzen können
- Teilhaberbetrieb residente Dialogprozesse
 - ▶ sich gemeinsame Dialogprozesse teilen können
- Multiprozessorbetrieb Parallelrechner, SMP
 - ▶ Parallelverarbeitung von Programmen

☞ **Umlagerung** (*Swapping*) kompletter Programme, **virtueller Speicher**

Netzbetrieb

Verteilte Systeme

- ▶ als Einzelsystem präsentierter Zusammenschluss vernetzter Rechner
- ▶ Virtualisierung der im Rechnerverbund verfügbaren Betriebsmittel

Fehlerverarbeitung erkennen, maskieren, tolerieren

- ▶ Ausfälle vernetzter Rechensysteme sind partiell

Transparenz insb. **Netzwerktransparenz**

- ▶ Zugriffs- + Ortstransparenz: **Prozedurfernaufruf**

Sicherheit Vertraulichkeit, Integrität, Verfügbarkeit

- ▶ Eigenwert von Informationen sichern

☞ **Diensteschicht** (*Middleware*) zum netzwerkzentrischen Rechnerbetrieb

Integrationsbetrieb

Eingebettete Systeme

Jedes in einem Produkt versteckte Rechensystem, wobei das Produkt selbst jedoch kein Rechner ist:

- ▶ Haushaltsgeräte, Audio-/Videogeräte, (Mobil-) Telefone, ...
- ▶ Fahrzeuge (Schiff, Bahn, Auto) und Flugzeuge

Spezialzweckbetrieb: Betriebssystem und Anwendungsprogramm(e) sind mit- bzw. ineinander (in funktionaler Hinsicht) verwoben

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{[verteiltes]} \quad \textit{grid} \\ \text{[durchdringendes]} \quad \textit{pervasive} \\ \text{[allgegenwärtiges]} \quad \textit{ubiquitous} \end{array} \right\} \textit{computing} \implies \textit{ambient intelligence}$$

Echtzeitbetrieb

Zeitabhängige Systeme

- ▶ die im Rechengesystem verwendete Zeitskala muss mit der durch die Umgebung vorgegebenen identisch sein
- ▶ **Zeit ist keine intrinsische Eigenschaft des Rechengesystems**

weich auch „schwach“ *soft*

- ▶ Terminverletzung ist tolerierbar

fest auch „stark“ *firm*

- ▶ Terminverletzung ist tolerierbar, führt zum Arbeitsabbruch

hart auch „strikt“ *hard*

- ▶ Terminverletzung ist keinesfalls tolerierbar, Ausnahmefall

☞ **querschnittender Belang** der gesamten Systemsoftware + Anwendung

Adressraum

Ausführungs- und Schutzdomäne von Programmen

physikalischer Adressraum (Hardware) *Ebene 2*

- ▶ ist durch die jeweils gegebene Hardwarekonfiguration definiert
- ▶ nicht jede Adresse ist gültig, zur Programmspeicherung verwendbar

logischer Adressraum (Kompilierer, Binder, Betriebssystem) . *Ebene 5/4/3*

- ▶ abstrahiert von Aufbau/Struktur des Haupt- bzw. Arbeitsspeichers
- ▶ alle Adressen sind gültig und zur Programmspeicherung verwendbar

virtueller Adressraum (Betriebssystem) *Ebene 3*

- ▶ auf Vorder- und Hintergrundspeicher abgebildeter log. Adressraum
- ▶ erlaubt die Ausführung unvollständig im RAM liegender Programme

Speicher

Zusammenspiel aneinander angepasster Funktionen zu gegenseitigem Nutzen

Laufzeitsystem (bzw. Bibliotheksebene) verwaltet den lokal vorrätigen Speicher eines logischen/virtuellen Adressraums

- ▶ Speicherblöcke können von sehr feinkörniger Struktur/Größe sein
 - ▶ einzelne Bytes bzw. Verbundobjekte
- ▶ Verfahrensweisen orientieren sich (mehr) an Programmiersprachen

Betriebssystem verwaltet den global vorrätigen Speicher (d.h. den bestückten RAM-Bereich) des physikalischen Adressraums

- ▶ Speicherblöcke sind üblicherweise von grobkörniger Struktur/Größe
 - ▶ z.B. eine Vielfaches von Seiten
- ▶ Verfahrensweisen fokussieren auf Benutzer- bzw. Systemkriterien

Datei

Abstraktion von Informationen (über-) tragenden Betriebsmitteln

Aufbewahrungsmittel für zu speichernde Informationen

- ▶ kurz-, mittel-, langfristige Speicherung
- ▶ bleibende Speicherung (persistente Daten)

Kommunikationsmittel für kooperierende Prozesse

- ▶ gemeinsamer (externer) Speicher
- ▶ Weiterleitung von Informationen

Abstraktionsmittel für den Betriebsmittelzugang

Hardware CPU, RAM, Peripherie, ...

Software Adressräume, Prozessinstanzen, ...

Abbildung symbolische Adresse \mapsto numerische Adresse:

- ▶ einen Dateinamen auf eine Dateikopfnummer abbilden
- ▶ ein Dateiverzeichnis (auch) als Umsetzungstabelle verstehen

Namensraum

Namen Kontexte zuordnen

Namensräumen eine Struktur aufprägen und dadurch einem Namen in „benutzerfreundlicher Weise“ eine eindeutige Bedeutung geben können:

flache Struktur eines einzigen Kontextes

hierarchische Struktur mehrerer Kontexte (d.h. flacher Strukturen)

▶ **hierarchischer Namensraum**

- ▶ Pfadnamen zur Navigation im Namensraum
- ▶ spezielle Kontexte (UNIX-artiger Systeme)
- ▶ Bindung und Auflösung von Namen

▶ **Hierarchie von Namensräumen**

- ▶ montieren von Dateisystemen

Dateisysteme und Namensräume sind (logisch) zwei verschiedene Dinge:

- ▶ das eine organisiert den Hintergrundspeicher (zur Dateiablage)
- ▶ das andere dient der Identifikation von Objekten (nicht nur Dateien)

Prozess

Abstraktes Gebilde vs. Identität einer Programmausführung

Gewichtsklasse eine Frage der Isolation von Adressräumen

Federgewicht keine Isolation

- ▶ der „reine“ Kontrollfluss: Faden

Leichtgewicht vertikale Isolation

- ▶ vom Betriebssystemadressraum

Schwergewicht horizontale Isolation

- ▶ von allg. Programmadressräumen

Einplanung Reihenfolgen festlegen, Aufträge sortieren

- ▶ Ablaufplan zur Betriebsmittelzuteilung erstellen
- ▶ Ablaufzustände von Prozessen fortschreiben

☞ charakteristische Eigenschaften der Einplanung/Einlastung von UNIX

Koordinationsmittel

Sequentialisierung nicht-sequentieller Programme

Semaphor abstrakter Datentyp zur Signalisierung von Ereignissen

- ▶ unteilbare Operationen auf eine Koordinationsvariable
 - ▶ **P** und **V** manipulieren eine nicht-negative ganze Zahl
- ▶ zur blockierenden Synchronisation gleichzeitiger Prozesse

Botschaft Synchronisation kombiniert mit Datentransfer

- ▶ Primitiven (Semantiken) zum Botschaftenaustausch
 - ▶ *{no-wait, synchronization, remote-invocation}* send
- ▶ Rollenspiele bei der Interprozesskommunikation
 - ▶ gleich- vs. ungleichberechtigte Kommunikation
- ▶ Kommunikationsendpunktadressen und Verbindungen

Betriebsmittel vs. synchrone/asynchrone bzw. blockierende IPC:

konsumierbares Betriebsmittel Nachricht (bzw. Botschaft)

wiederverwendbares Betriebsmittel Nachrichtenpuffer

Vertiefung

Ausgewählte Kapitel der Systemprogrammierung

Prozessverwaltung \approx 3 Termine

- ▶ Einplanung (klassisch, Fallstudien)
- ▶ Koroutinen, Einlastung

Koordination \approx 3 Termine

- ▶ ein-/mehrseitig, blockierend/nicht-blockierend
- ▶ Verklemmung

Speicherverwaltung \approx 3 Termine

- ▶ Adressräume, MMU (Pentium)
- ▶ Disziplinen, virtueller Speicher

Dateiverwaltung \approx 2 Termine

- ▶ Organisation des Hintergrundspeichers, RAID