## MAS: Betriebssysteme

Architekturansätze (im Fokus: Universalbetriebssysteme)

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



## Zielsetzung

- Die verschiedenen Architekturen von Betriebssystemen kennenlernen
- Aspekte der Verteilung von Betriebssystemen und Applikationen kennenlernen
- Sinn und Möglichkeiten der Virtualisierung von Betriebssystemen und von Cloud Computing kennenlernen



## 1. Zugriffsschutz in Betriebssystemen

- 2. Lokale Architekturen
- 3. Verteilte Verarbeitung
- 4. Terminalserver-Betrieb
- 5. Virtualisierung von Betriebs- und Laufzeitsystemen
- 6. Cloud Computing



#### Usermodus und Kernelmodus

## Usermodus (Benutzermodus)

- Ablaufmodus für Anwendungsprogramme
- Kein Zugriff auf Kernel-spezifische Code- und Datenbereiche sondern nur auf virtuellen Speicher
- Ausführung von privilegierten Maschinensprache Befehlen nicht erlaubt

#### Kernelmodus

- Privilegierter Modus
- Dient der Ausführung der Programmteile des Kernels
- Schutz von Datenstrukturen des Kernels
- Wechsel in Kernelmodus und Code über spezielle Maschinenbefehle
- Aktueller Modus steht in einem Statusregister

# Hardware-Grundlagen am Beispiel der Intel-Architektur (1)

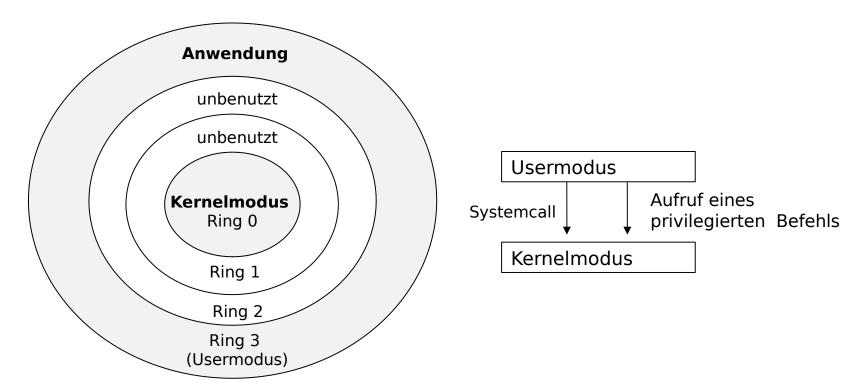


- Beispiel: x86-Architektur
  - Schutzkonzept über vier Privilegierungsstufen (Ring 0 - 3)
  - Prozess läuft zu einer Zeit in einem Ring
  - Meist werden aus Kompatibilitätsgründen zu anderen CPUs nur zwei Ringe unterstützt:
    - Ring 0: Kernelmodus (privilegiert, Zugriff auf Hardware möglich)
    - Ring 3: Usermodus (nicht privilegiert)
    - Übergang von Ring 3 nach Ring 0 über privilegierte Operation (int-Befehl)
    - Anmerkung: Ab x64/IA64 werden nur noch zwei Ringe unterstützt





- Wechsel von Ring 3 nach Ring 0 (Trap, Unterbrechung)
  - → mehr dazu in Kapitel 3



Im Ring 3 ist nicht der komplette Befehlssatz vorhanden



- 1. Zugriffsschutz in Betriebssystemen
- 2. Lokale Architekturen
- 3. Verteilte Verarbeitung
- 4. Terminalserver-Betrieb
- 5. Virtualisierung von Betriebs- und Laufzeitsystemen
- 6. Cloud Computing



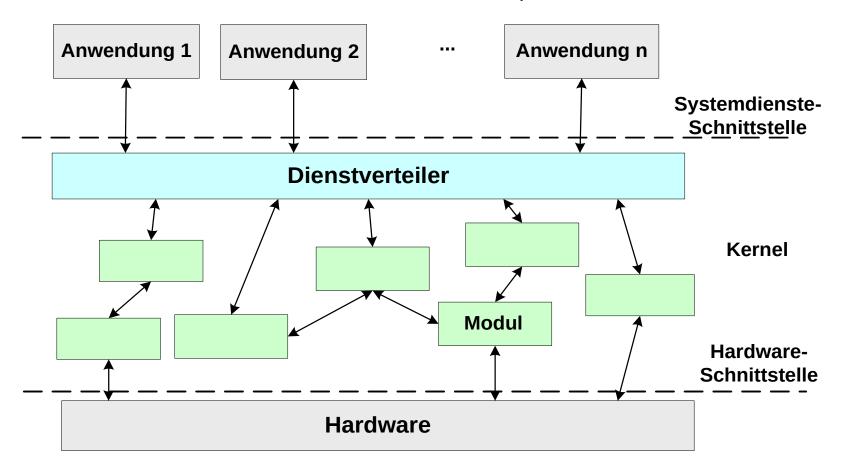
## Der Betriebssystemkern

- Der Betriebssystemkern (Kernel, Kern) umfasst wesentliche Dienste des Betriebssystems, die möglichst immer im Hauptspeicher geladen sein sollen
- Hierzu gehört u.a.:
  - Prozess- und Prozessorverwaltung
  - Speicherverwaltung
  - Dateiverwaltung
  - Geräteverwaltung (Treibersoftware)
  - Netzwerkverwaltung



#### Monolithischer Kern

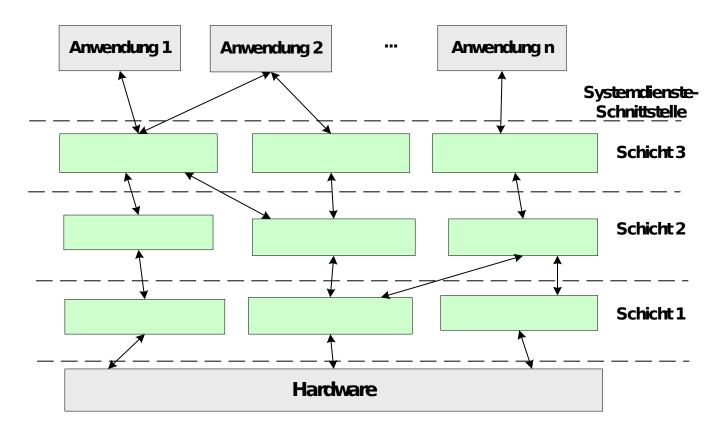
 Alle Module haben Zugriff auf einen Adressraum und teilen sich diesen (in einem Prozess, Definition später)





### Schichtenmodell

 Verbesserung des monolithischen Kernels: Flexibler und übersichtlicher





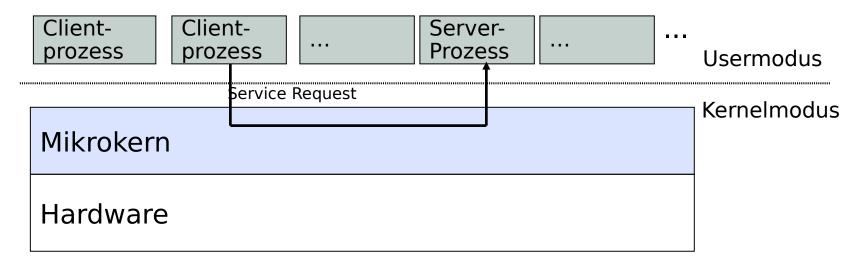
## Mikrokern (1)

- Ein moderner Trend in der Betriebssystementwicklung:
  - Kernel "leichter" machen
  - Entlastung durch Übernahme von Funktionalität in Anwendungsprozesse (Serverprozesse), eigene Adressräume
  - Serverprozesse können sein:
    - Fileserver
    - Memory Server
    - •
  - Was bleibt ist ein minimaler Mikrokern
  - Der Mikrokern übernimmt die Abwicklung der Kommunikation zwischen Anwendungsprozessen (Clientprozessen) und Serverprozessen
  - Auch "Message Passing OS" genannt



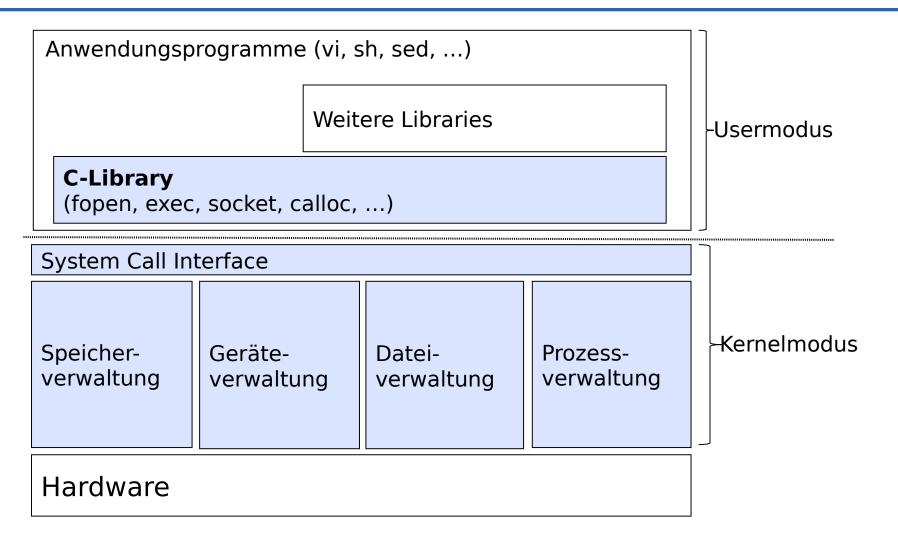
## Mikrokern (2)

- Clientprozesse fordern Dienste über Nachrichten an die Serverprozesse an
- Mikrokern-Konzept wurde u.a. bei den Betriebssystemen Amoeba (Tanenbaum), Mach und Chorus entwickelt
- Moderne Microkernel Familie: L7
- Elementarer Kern ermöglicht verschiedene, darauf aufsetzende Betriebssysteme
- Performance-Verschlechterung





## Unix-Schichtenmodell (klassisch monolithisch)





## Linux-Architektur (monolithisch)

Anwendungsprogramme (vi, bash, openoffice,....)

Weitere Libraries

Usermodus

#### **C-Library**

(fopen, exec, socket, calloc, ...)

#### **System Call Interface**

(TRAP, CALL, BRK, INT,..., je nach Hardware)

#### Kernel

(Geräteverwaltung, Dateisystem, Speicherverwaltung, Prozessverwaltung, Netzwerkverwaltung, ...)

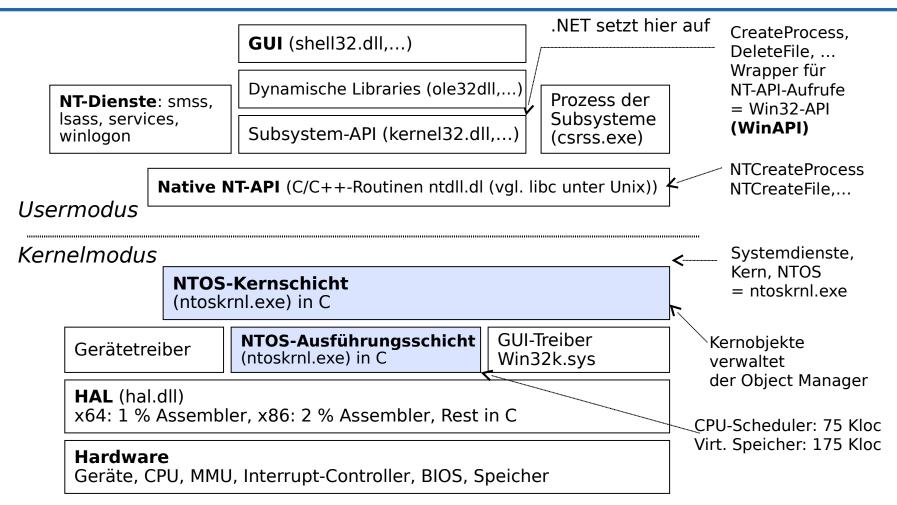
Kernelmodus

Hardware

siehe auch http://lxr.free-electrons.com Linux Cross Reference



## Windows-Schichtenarchitektur

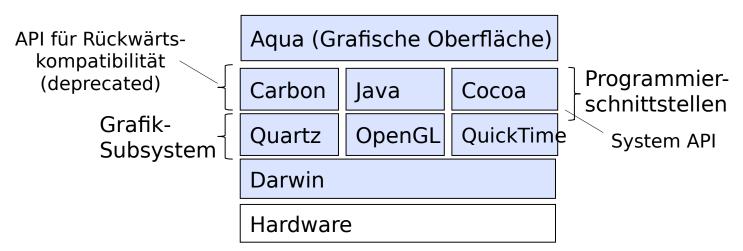


Quelle: *Tanenbaum, A. S.*: Moderne Betriebssysteme,, 3. aktualisierte Auflage, Pearson Studium, 2009



## Architektur von Apple Mac OS X

- Mac OS X hat einen Hybrid-Kernel
  - Mischung aus MACH und FreeBSD
  - MACH ist ein Microkernel und NeXTStep nutzte MACH-Kernel
- Entwicklung:
  - Unix → BSD → NeXTStep → Darwin → Mac OS X
- OS X Kernel heißt XNU (X is not Unix)
- Abgewandelt auch in iOS für Apple iPhone, iPad, ...





- 1. Zugriffsschutz in Betriebssystemen
- 2. Lokale Architekturen
- 3. Verteilte Verarbeitung
- 4. Terminalserver-Betrieb
- 5. Virtualisierung von Betriebs- und Laufzeitsystemen
- 6. Cloud Computing



## Verteilte Systeme

## Verteilte Betriebssysteme:

- Die Mikrokern-Architektur vereinfacht auch eine Verteilung der Serverprozesse auf mehrere Rechner in einem Netzwerk
- Ein echt verteiltes Betriebssystem macht die Verteilung der Services im Netz für den Clientprozess transparent
- Heute keine Praxisrelevanz

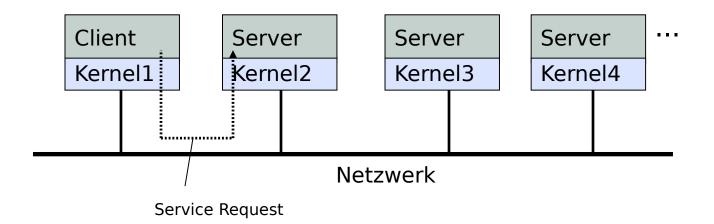
#### Kommunikations-Middleware:

- Heutige verteilte Systeme basieren in der Regel auf einer Middleware (Zwischenschicht), die im Usermodus abläuft
- Meist Nutzung des Client-/Server-Prinzips, Publish-Subscribe, aber auch Peer-to-Peer immer mehr verbreitet



#### Client-/Server-Modell

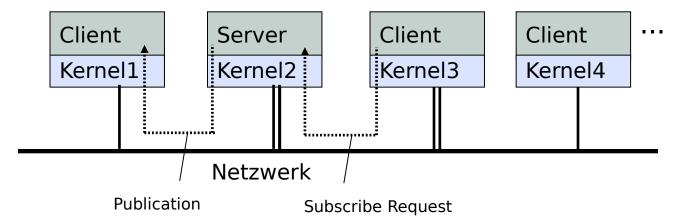
- Dedizierte Rollen: Client und Server
- Client und Serverkomponenten sind üblicherweise über ein Netzwerk verteilt
- Client und Server kommunizieren über Requests
- Softwarekonzept!





#### Publish-/Subscribe-Modell

- Dedizierte Rollen: Publisher und Subscriber
- Publisher und Subscriberkomponenten sind üblicherweise über ein Netzwerk verteilt
- Client und Server kommunizieren über (transparente)
  Messages
- Softwarekonzept!

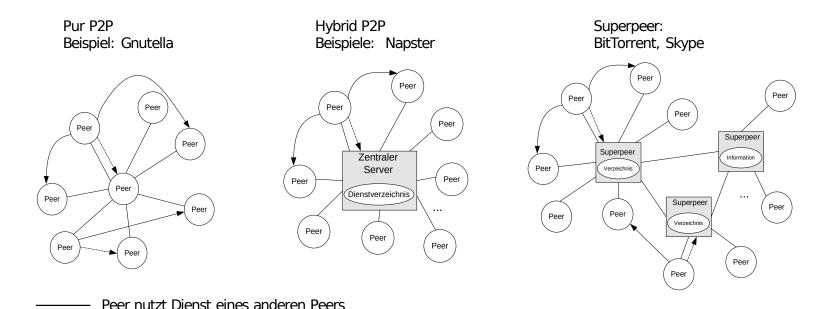




#### Peer-to-Peer-Modell

Dienst im Dienstverzeichnis anfragen

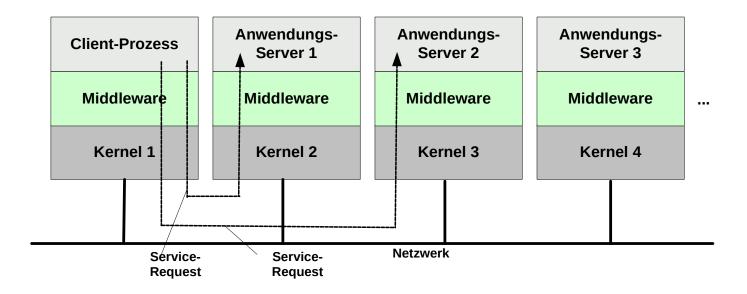
- Eigenes Betriebssystem auf jedem Peer
- Keine Rollenaufteilung wie im Client-/Server-Modell
- Varianten: pur, hybrid, Superpeer (Weiterentwicklung von hybrid)





#### Middleware

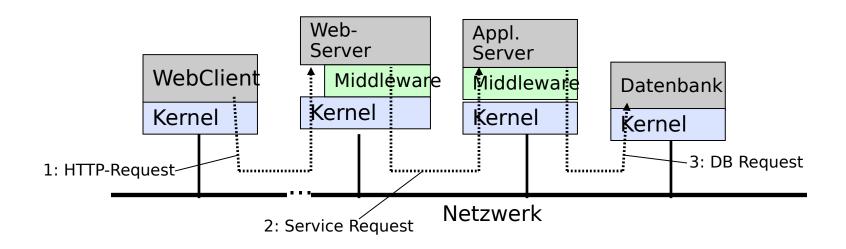
- Die Kommunikations-Middleware übernimmt die Aufgaben der Client-/Server-Kommunikation (verteilte Anwendung)
- Verteilt werden Anwendungs-Clients und -Server
- Jeder Rechnerknoten verfügt über ein komplettes Betriebssystem



# Beispiel: WWW-Anwendung



- Web-Anwendungen sind auch verteilte Anwendungen und benötigen mehrere Serversysteme
  - Web-Server
  - Application Server
  - Datenbanksystem
- Web-Client (Browser) erzeugt den Request über HTTP





- 1. Zugriffsschutz in Betriebssystemen
- 2. Lokale Architekturen
- 3. Verteilte Verarbeitung
- 4. Terminalserver-Betrieb
- 5. Virtualisierung von Betriebs- und Laufzeitsystemen
- 6. Cloud Computing



#### Terminalserver: Idee

- Früher: Anwendungen liefen in der Ablaufumgebung des Mainframes, Terminals waren "blockorientiert" und dienten nur der Präsentation
  - "Dumme" Terminals
- Heute: Clientrechner sind intelligent und enthalten clientseitige Anwendungskomponenten

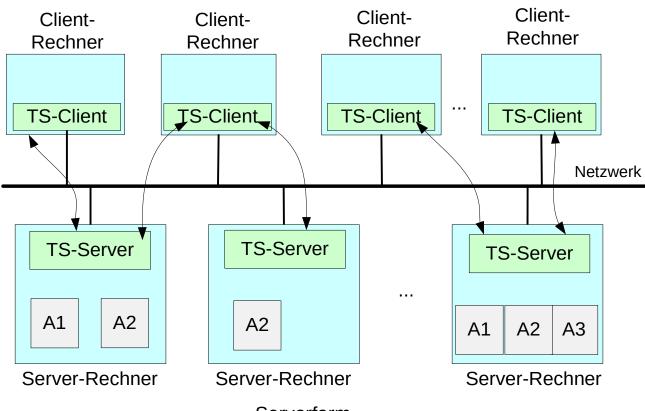
#### Probleme:

- Verteilung von Programmänderungen auf Clientrechner ist teuer
- Leichtere Angriffe auf dezentrale Systeme möglich (Sicherheitsaspekt)
- -
- Terminalserver dienen der Reduzierung der Probleme
- Bsp: RDP, VNC, X11-Clients, proprietär/custom, ...



#### Terminalserver-Architektur

#### Üblicherweise PCs, sog. Thin-Clients



Serverfarm

Ax: Anwendung

TS-Client: Clientsoftware des Terminalservers TS-Server: Serversoftware des Terminalservers



- 1. Zugriffsschutz in Betriebssystemen
- 2. Lokale Architekturen
- 3. Verteilte Verarbeitung
- 4. Terminalserver-Betrieb
- 5. Virtualisierung von Betriebs- und Laufzeitsystemen
- 6. Cloud Computing



## Was ist Virtualisierung?

- Allgemeine Definition:
  - Unter Virtualisierung versteht man Methoden zur Abstraktion von Ressourcen mit Hilfe von Software
- Virtuelle Maschine verhält sich wie die reale Maschine
- Diverse Varianten:
  - Virtuelle Computer:
    Server- und Desktopvirtualisierung
    (= Betriebssystem- bzw. Plattformvirtualisierung)
  - Storage Virtualisierung
  - Anwendungsvirtualisierung (Sandbox)
  - Virtuelle Prozessumgebungen (Prozessmodell und virtueller Speicher)
  - Virtuelle Prozessoren: Java Virtual Machine (JVM)
  - Netzwerkvirtualisierung (vLAN)



## Betriebssystemvirtualisierung

- Grobes Virtualisierungsmodell mit unterschiedlichen Ausprägungen (Hypervisor Typ 1, Typ2 ...)
- Mehr dazu später

Anwendungsprozesse			
Betriebssystem 1 (Windows Vista)	Betriebssystem 2 (Windows 2008)	•••	Betriebssystem n (Linux)
Virtuelle Basismaschine = VM-Monitor			
Hardware			



## Laufzeitsysteme virtualisieren

- Wird heute immer mehr eingesetzt!
- Beispiele:
  - Java Virtual Machine
  - .NET Common Language Runtime
- Bytecode wird meist interpretiert
- Vorteil
  - Programme werden unabhängig von der Systemplattform
  - Konsistenzgarantien



- 1. Zugriffsschutz in Betriebssystemen
- 2. Lokale Architekturen
- 3. Verteilte Verarbeitung
- 4. Terminalserver-Betrieb
- 5. Virtualisierung von Betriebs- und Laufzeitsystemen
- 6. Cloud Computing



## Cloud Computing: Grundlegendes

- Cloud = Rechnerwolke
- Cloud-Computing-Ansatz: IT-Infrastruktur wird über ein Netzwerk (z.B. Internet) von einem Cloud-Anbieter zur Verfügung gestellt:
  - Rechenkapazität, Betriebssysteme, Datenspeicher, Software
- Man unterscheidet aus Betreibersicht:
  - Private Cloud
  - Public Cloud
  - Hybrid Cloud



## Cloud Computing: Cloud-Dienstmodelle

- laaS = Infrastructure as a Service
  - Cloud-Provider bietet Zugang zu virtualisierten Rechnern (inkl. BS) und Speichersystemen
    - → Basis ist Betriebssystemvirtualisierung
  - Beispiele: Amazon Elastic Compute Cloud (EC2)
- PaaS = Platform as a Service
  - Cloud-Provider bietet Zugang zu Programmierungsumgebungen
  - Beispiele: Google App Engine, Windows Azure
- SaaS = Software as a Service
  - Cloud-Provider bietet Zugang zu Anwendungsprogrammen
  - Beispiele: Google Docs, Microsoft Cloud Services, Salesforce.com (CRM-System)



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