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

Überblick

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

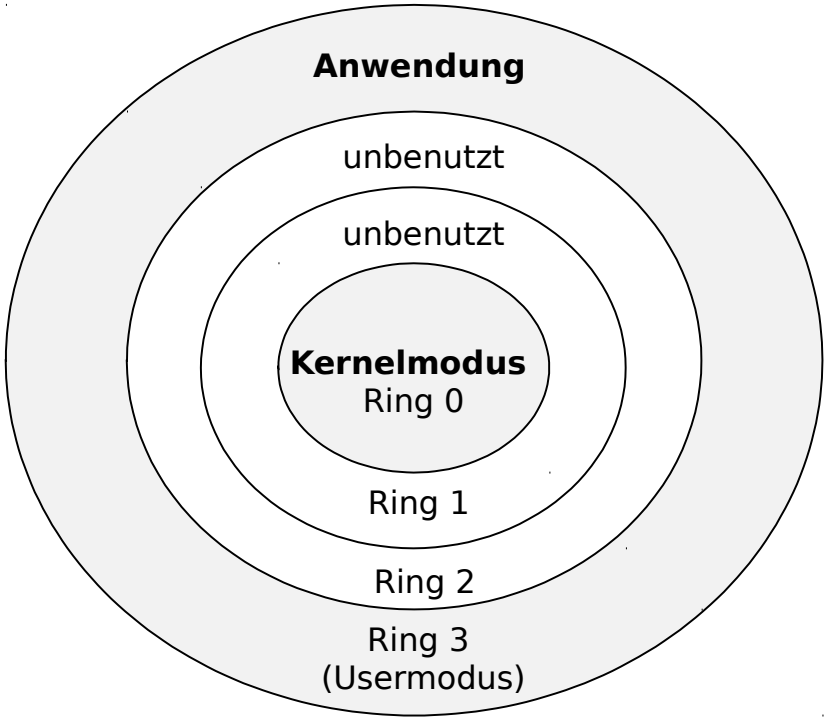
- **Usermodus (Benutzermodus)**
  - Ablaufmodus für Anwendungsprogramme
  - Kein Zugriff auf Kernel-spezifische Code- und Datenbereiche
  - Ausführung von privilegierten Maschinensprache Befehlen nicht erlaubt
- **Kernelmodus**
  - Privilegierter Modus
  - Dient der Ausführung der Programmteile des Kernels
  - Schutz von Datenstrukturen des Kernels
- **Wechsel in Kernelmodus und Code** über spezielle Maschinenbefehle
- Aktueller Modus steht in einem **Statusregister**

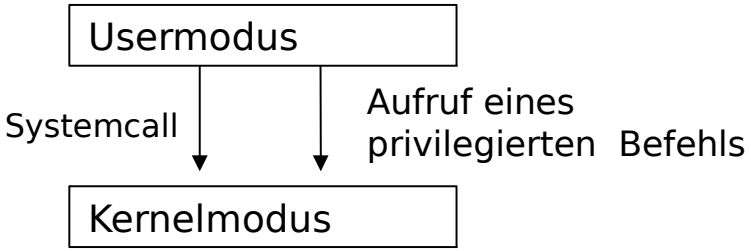
Hardware-Grundlagen
am Beispiel der Intel-Architektur (1)

- 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

Hardware-Grundlagen am Beispiel der Intel-Architektur (2)

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





- Im Ring 3 ist nicht der komplette Befehlssatz vorhanden

Überblick

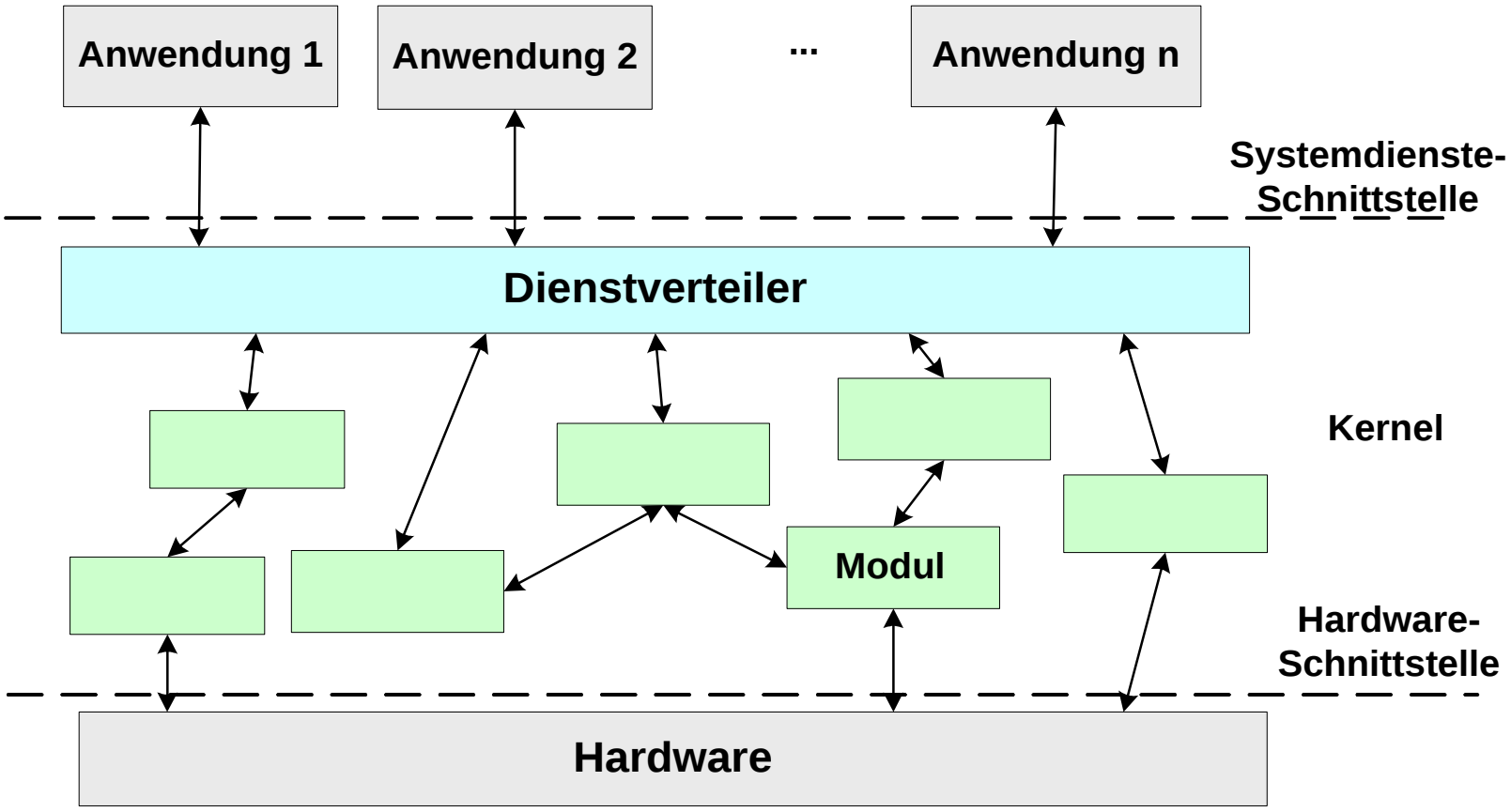
1. Zugriffsschutz in Betriebssystemen
2. **Lokale Architekturen**
3. Verteilte Verarbeitung
4. Terminalserver-Betrieb
5. Virtualisierung von Betriebs- und Laufzeitsystemen
6. Cloud Computing

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

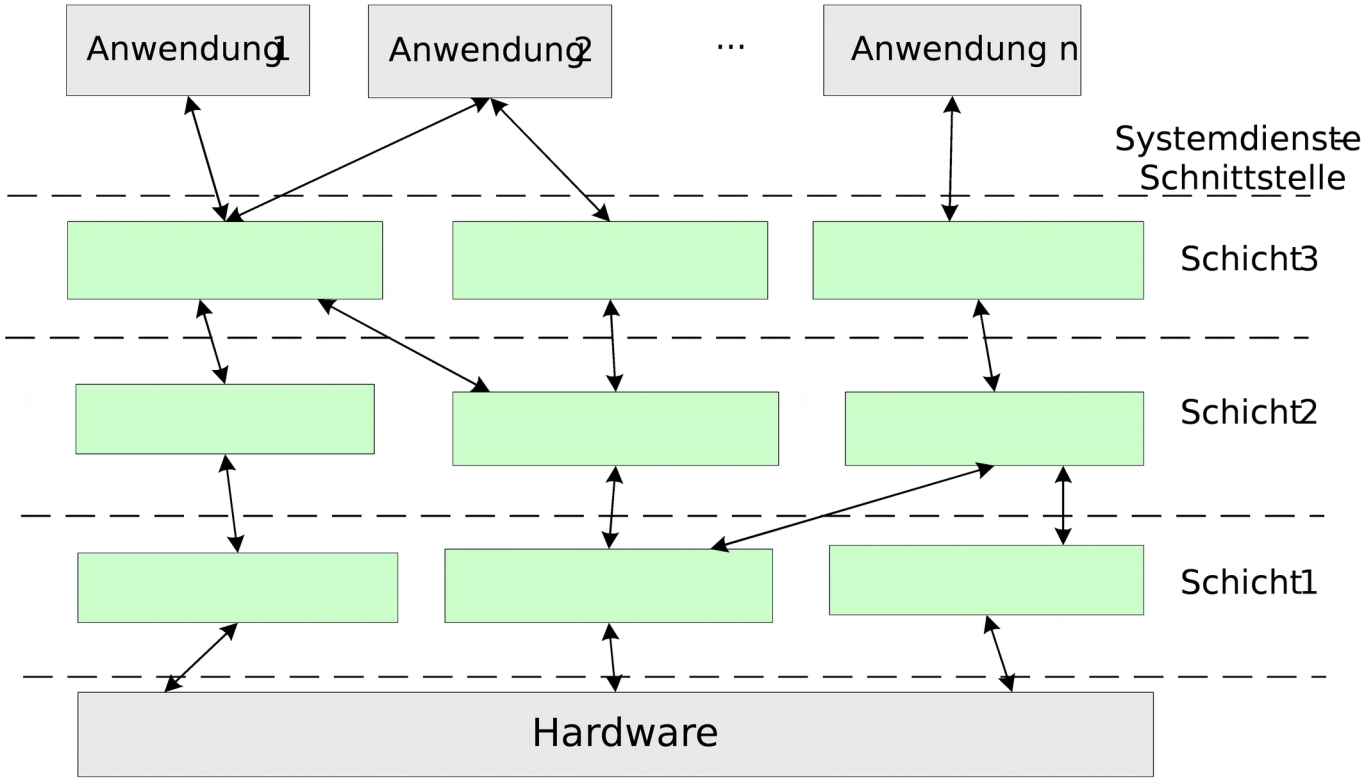
Monolithischer Kern

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



Schichtenmodell

- Verbesserung des monolithischen Kernels: Flexibler und übersichtlicher

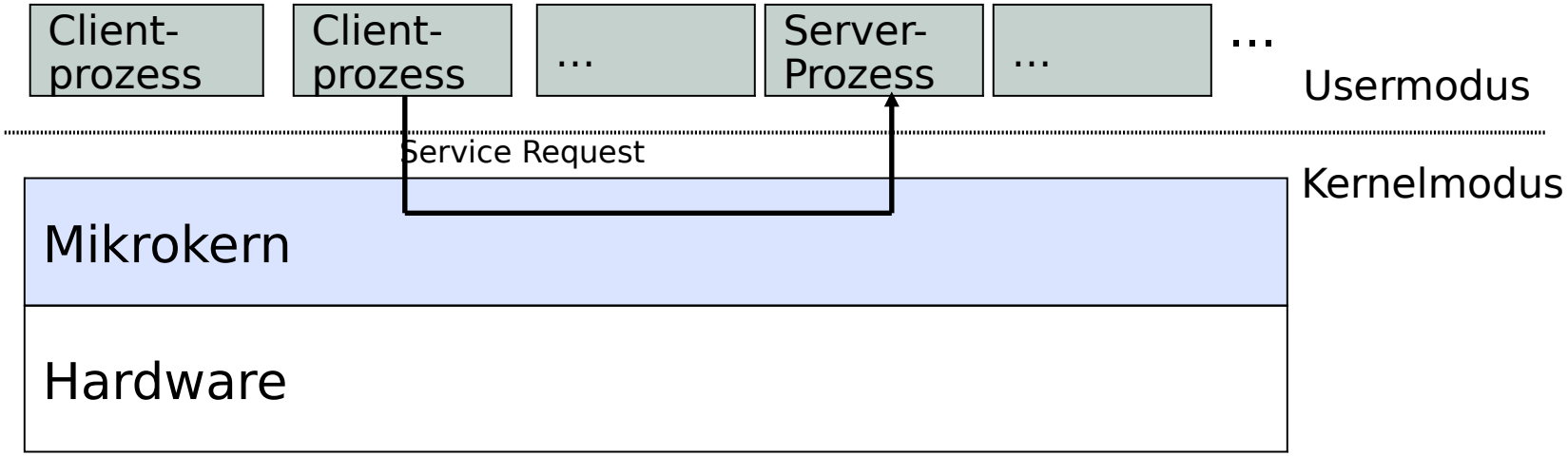


Mikrokern (1)

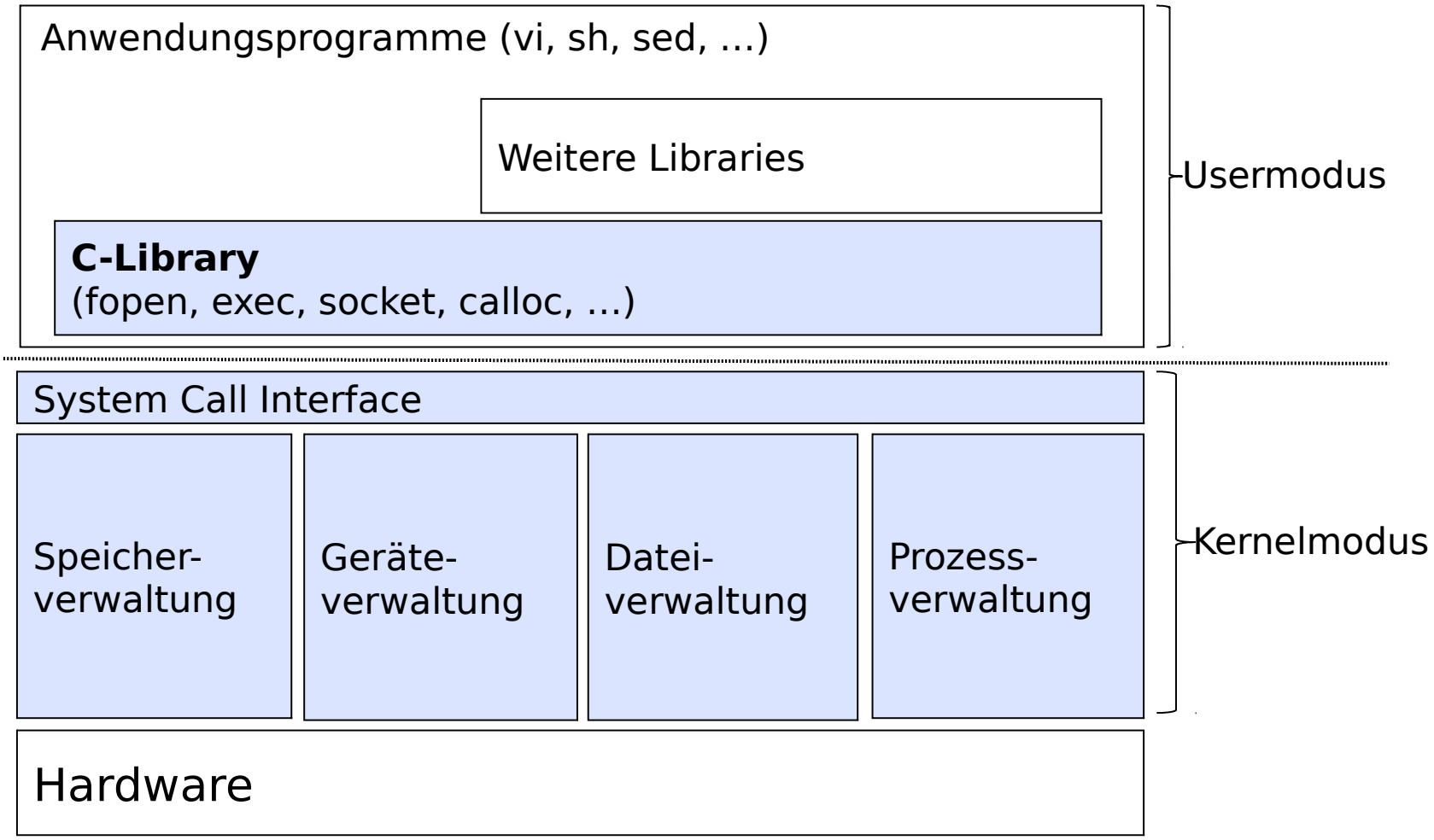
- Ein moderner Trend in der Betriebssystem-entwicklung:
  - Kernel „leichter“ machen
  - Entlastung durch Übernahme von Funktionalität in Anwendungsprozesse (Serverprozesse), eigene Adressräume
  - Serverprozesse können sein:
    - Fileserver
    - Memory Server (?)
    - ...
  - Was bleibt ist ein minimaler **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



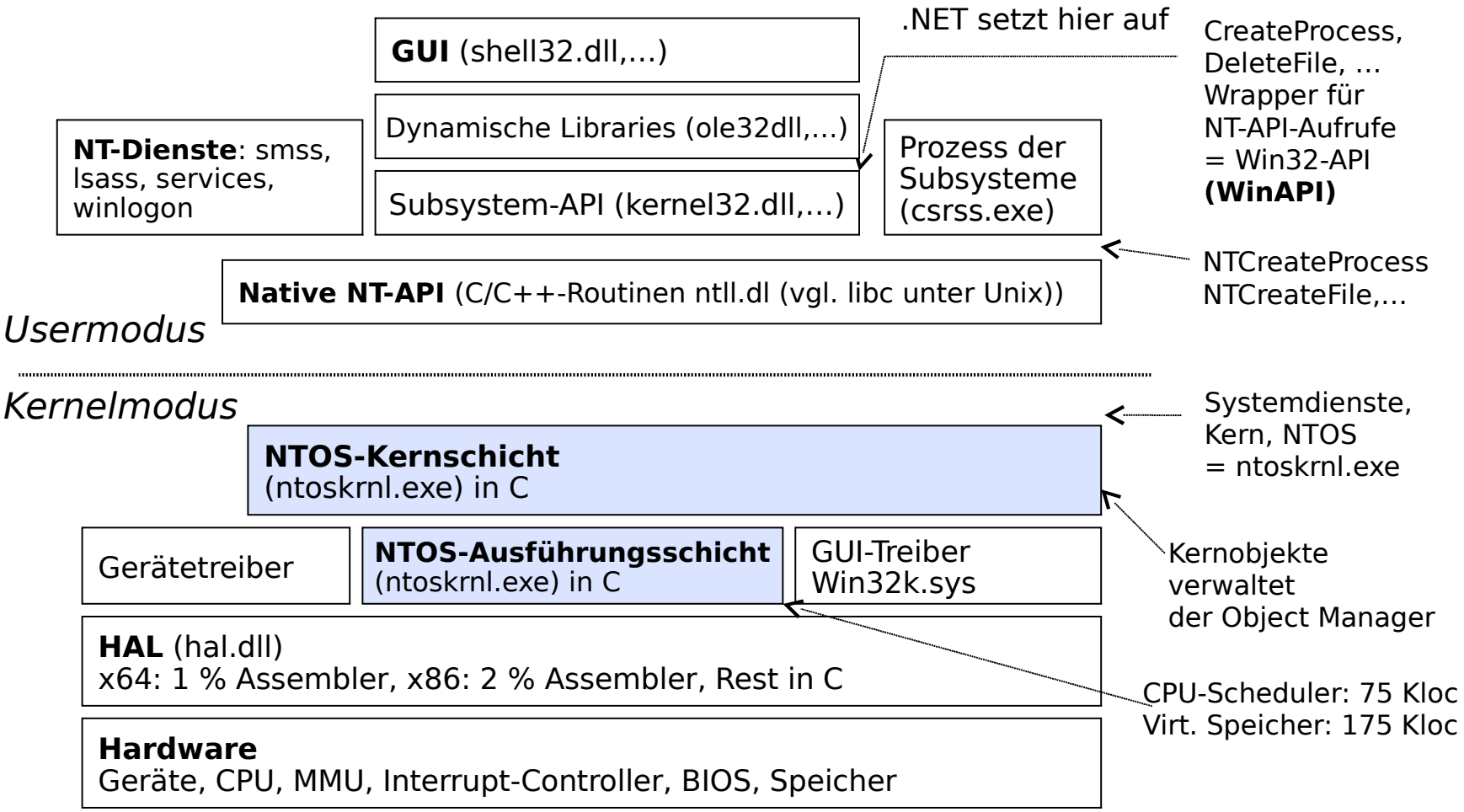
Unix-Schichtenmodell (klassisch monolithisch)



Linux-Architektur (monolithisch)

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

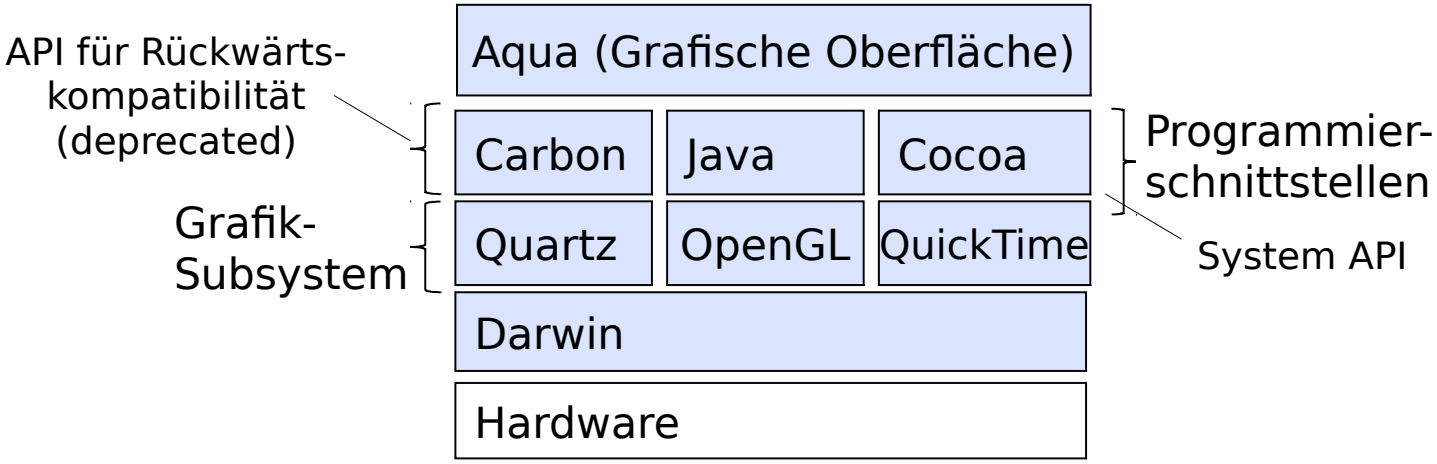
Windows-Schichtenarchitektur



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, ...



Überblick

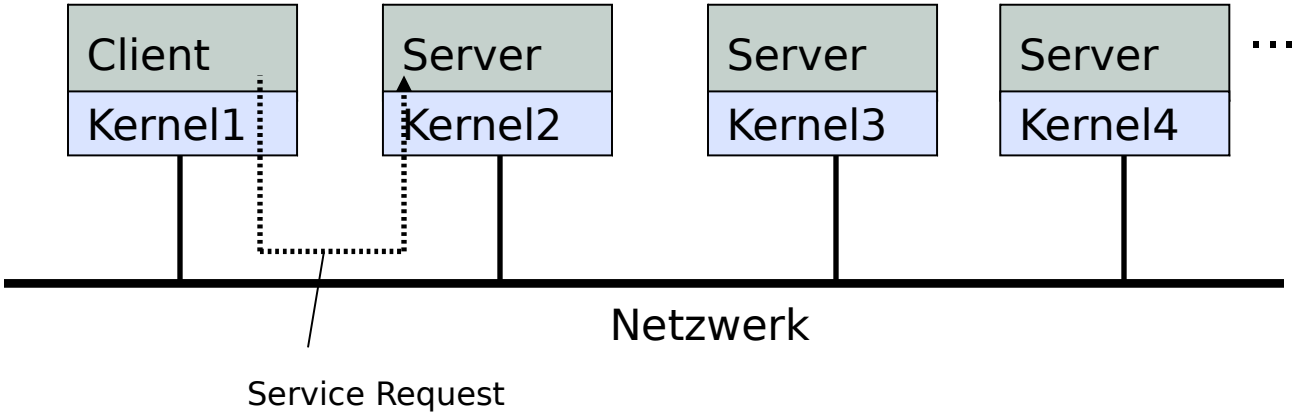
1. Zugriffsschutz in Betriebssystemen
2. Lokale Architekturen
3. **Verteilte Verarbeitung**
4. Terminalserver-Betrieb
5. Virtualisierung von Betriebs- und Laufzeitsystemen
6. Cloud Computing

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

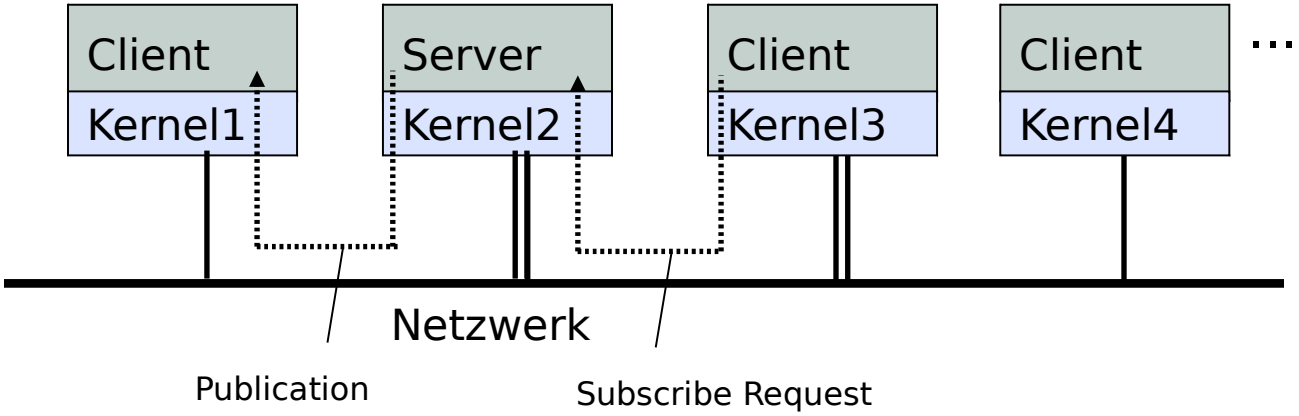
Client-/Server-Modell

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



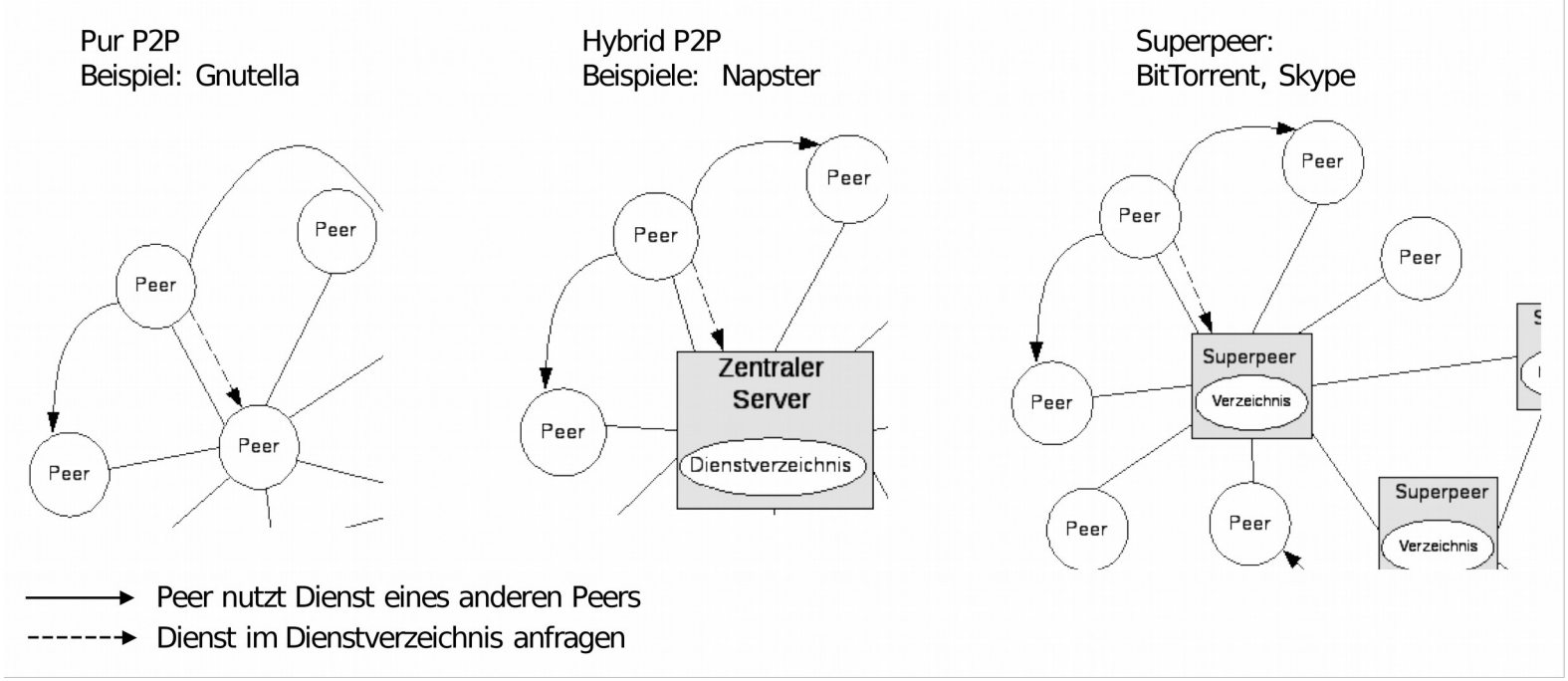
Publish-/Subscribe-Modell

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



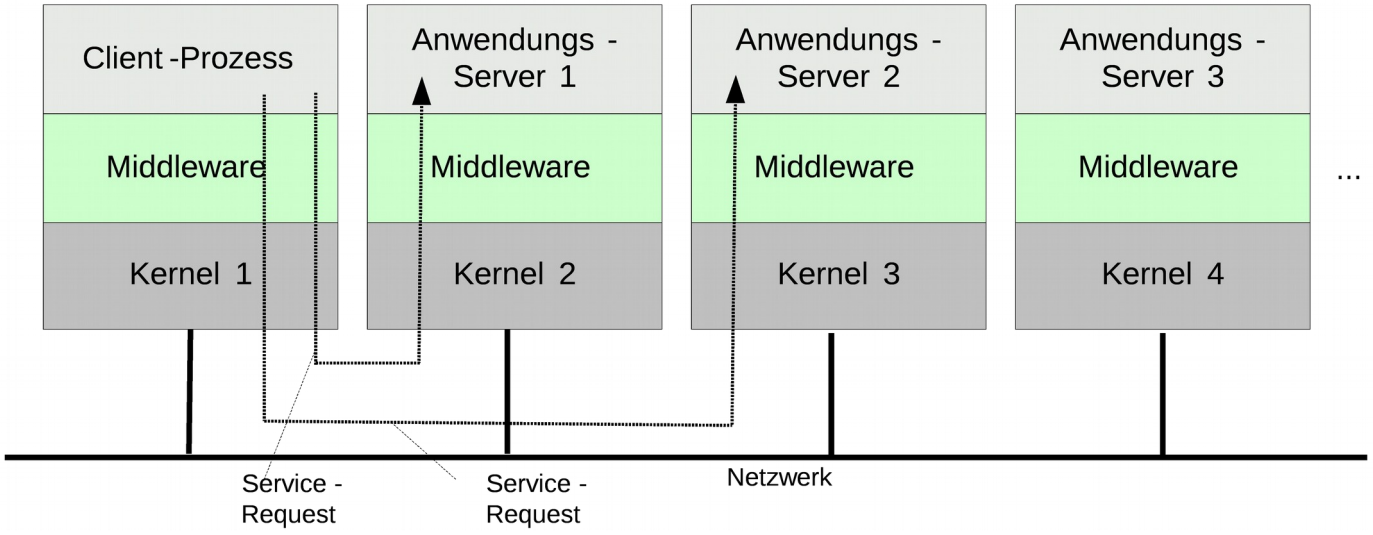
Peer-to-Peer-Modell

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



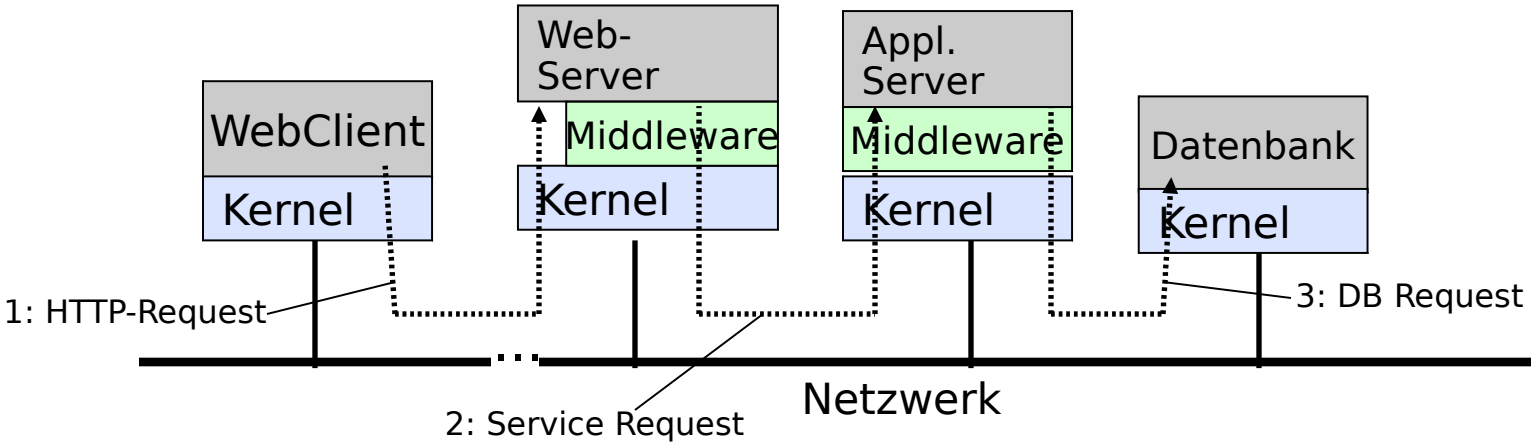
Middleware

- 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



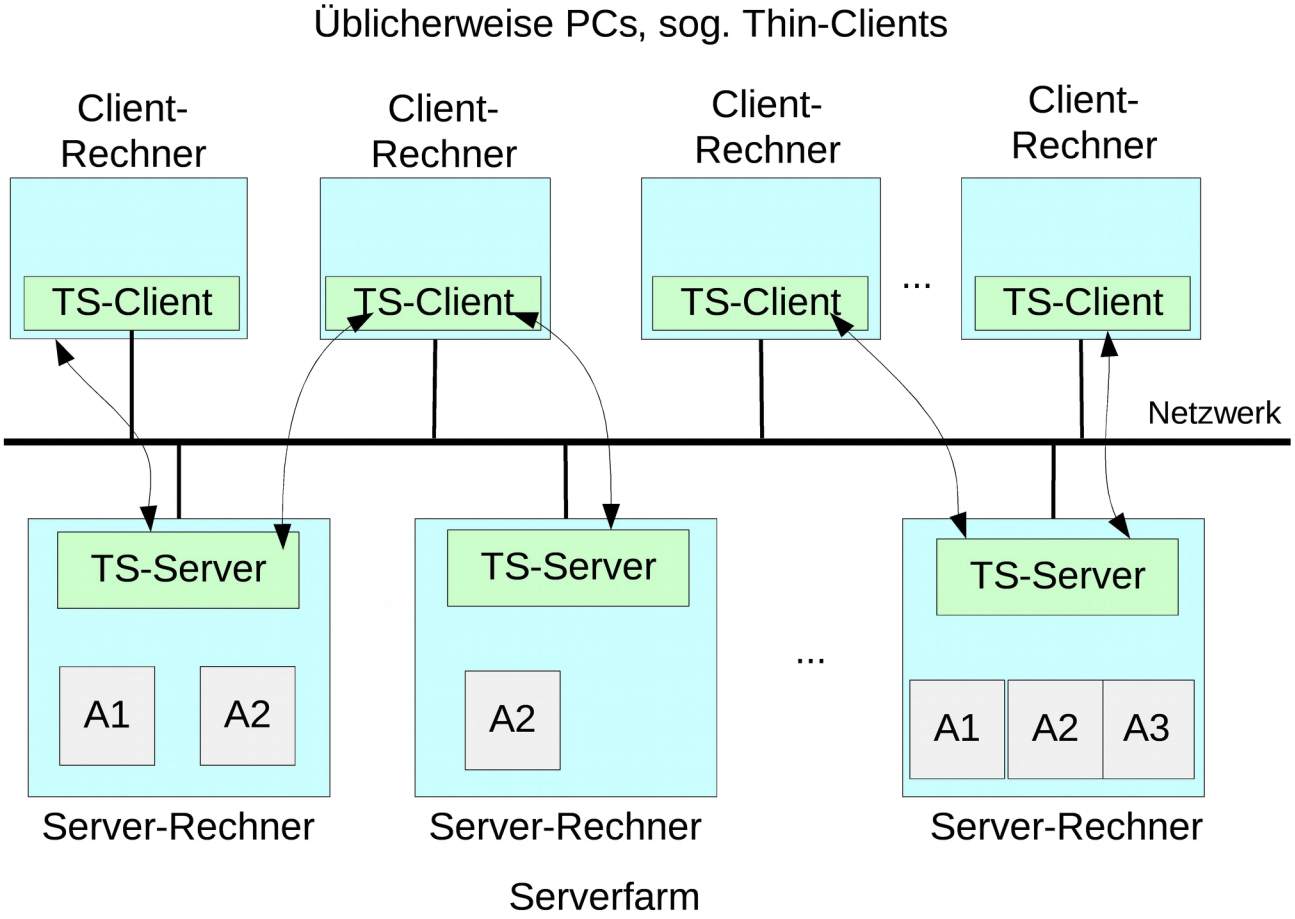
Überblick

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



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

Überblick

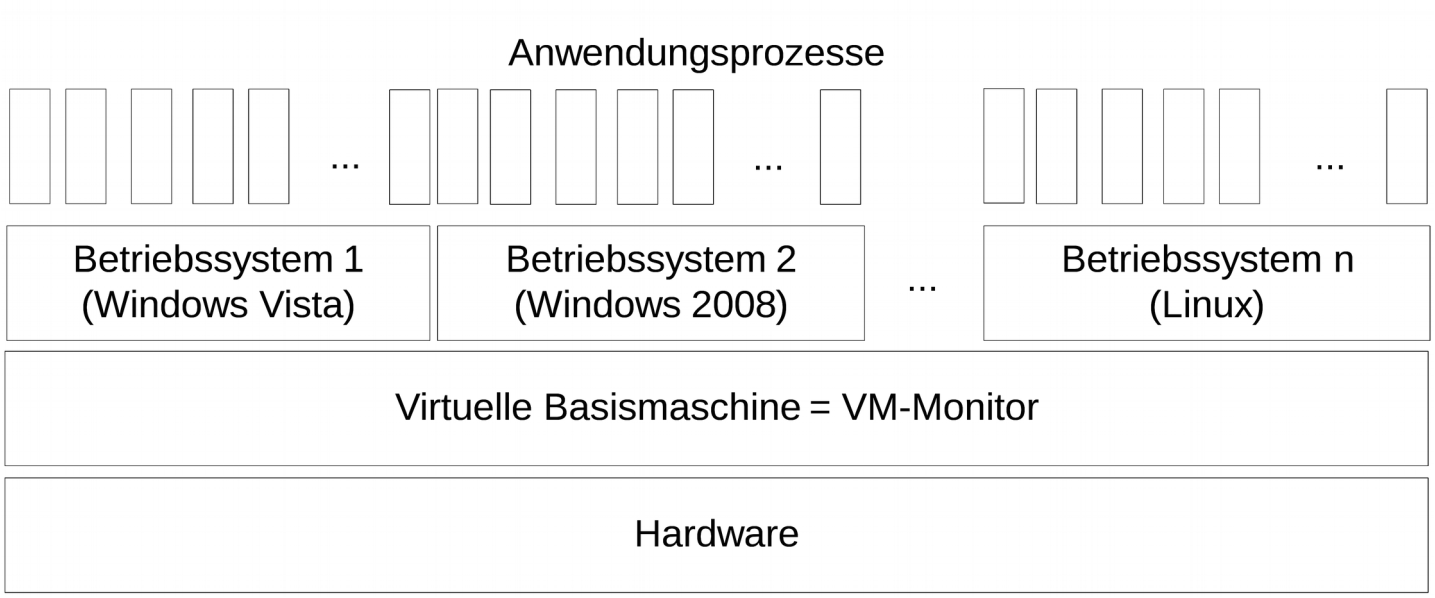
1. Zugriffsschutz in Betriebssystemen
2. Lokale Architekturen
3. Verteilte Verarbeitung
4. Terminalserver-Betrieb
5. **Virtualisierung von Betriebs- und Laufzeitsystemen**
6. Cloud Computing

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



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

Überblick

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

- IaaS = 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)

Überblick

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