

# 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

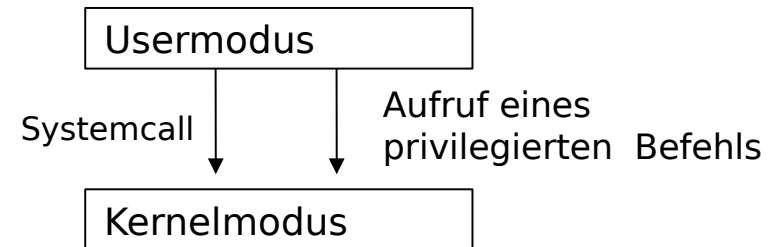
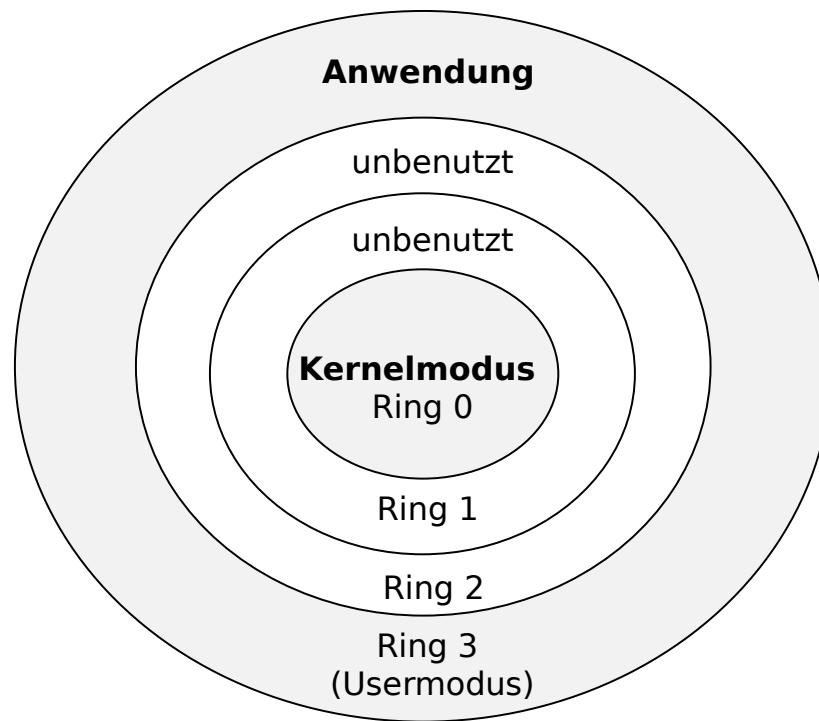
- **Usermodus (Benutzermodus)**
  - Ablaufmodus für Anwendungsprogramme
  - Kein Zugriff auf Kernel-spezifische Code- und Datenbereiche sondern nur auf **virtuellen** Speicher
  - Ausführung von privilegierten Maschinensprache Befehlen nicht erlaubt
- **Kernelmodus**
  - Privilegierter Modus
  - Dient 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 zwei Privilegierungsstufen (früher vier)
  - Prozess läuft zu einer Zeit in einem Ring
    - 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:
      - moderne CPUs bieten zusätzlich Ring -1 für den Hypervisor bzw. das Host BS
      - System Management Engine (Intel) läuft noch weiter darunter in Ring -2

# 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 darf nicht der komplette CPU Befehlssatz verwendet werden

# Überblick

---

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



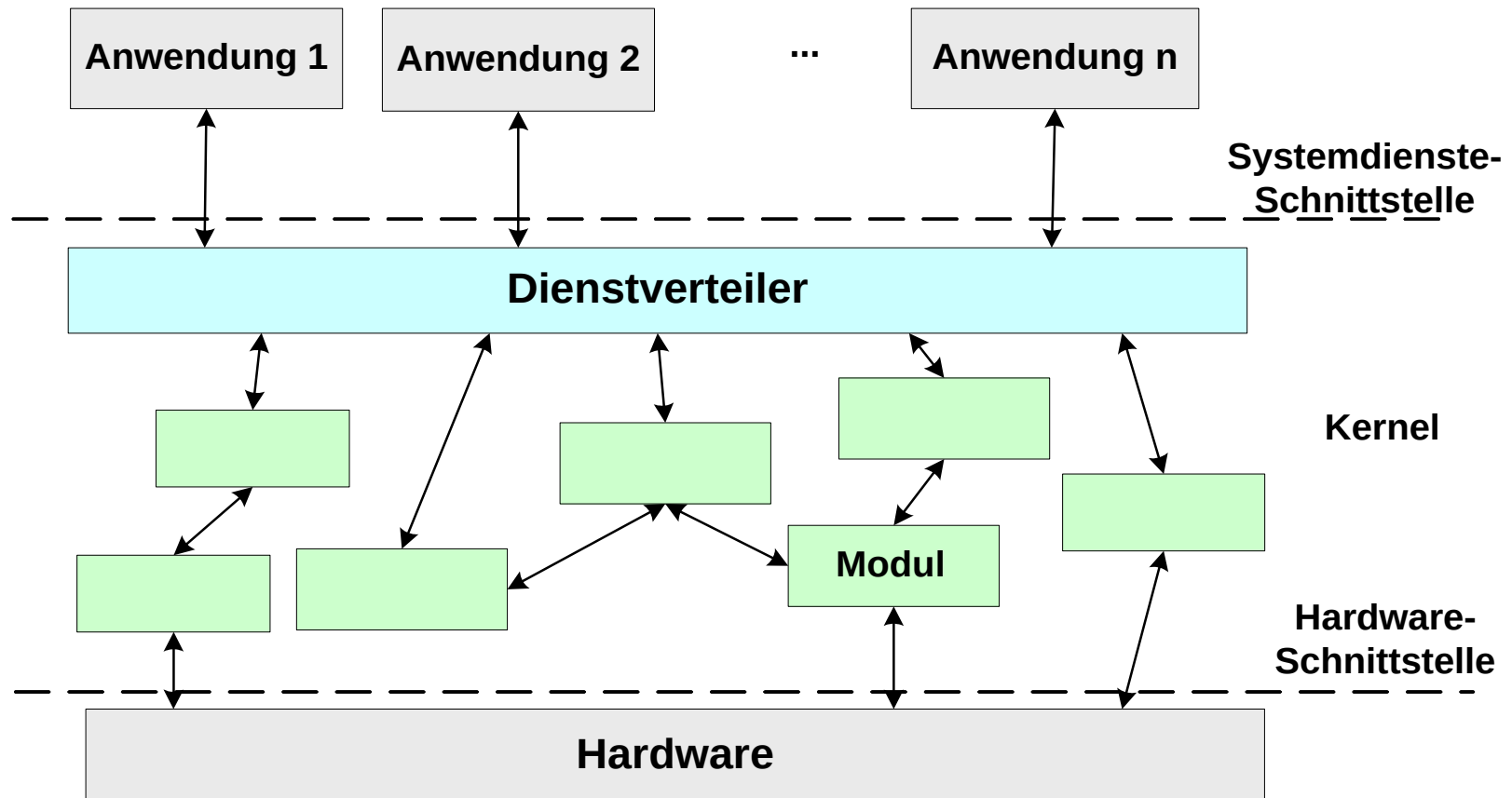
# Der Betriebssystemkern

---

- 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

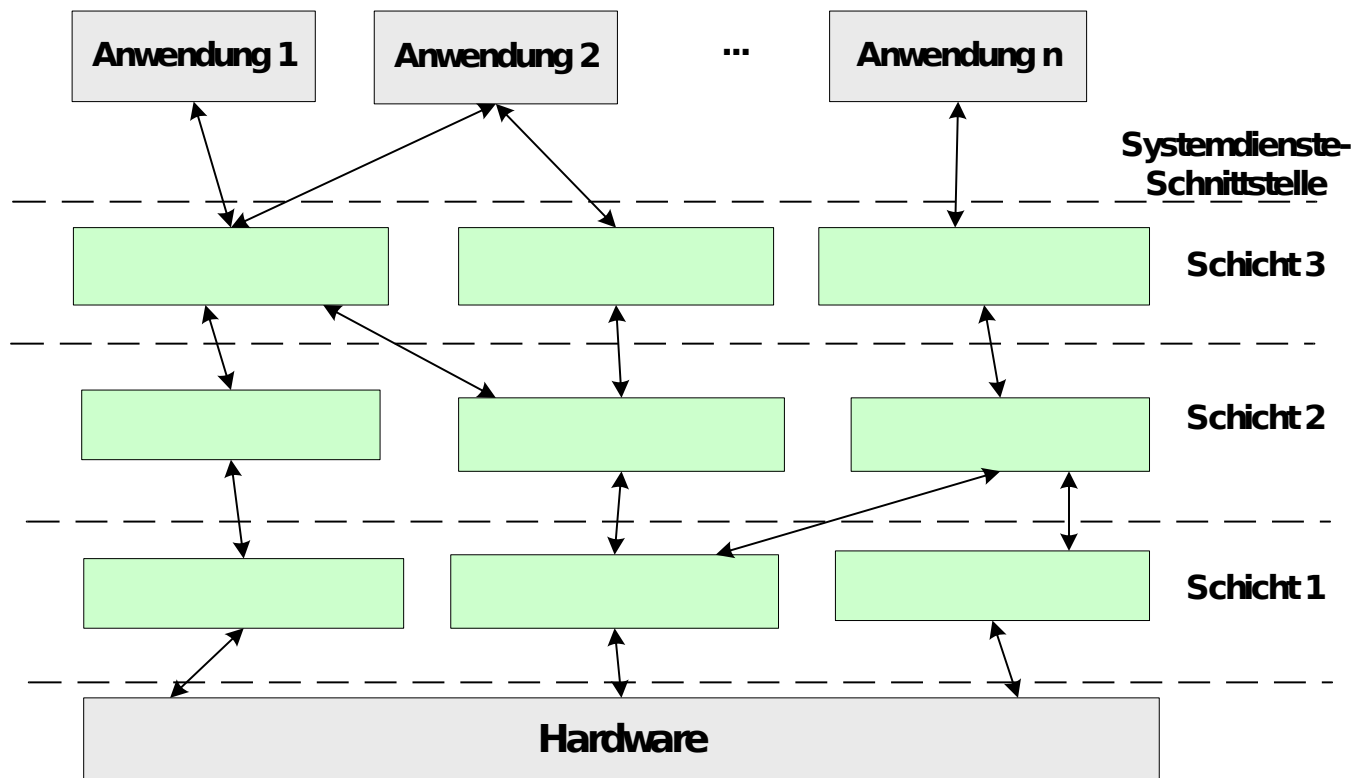
# Monolithischer Kern

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



# Schichtenmodell

- Verbesserung des monolithischen Kernels: Flexibler und übersichtlicher

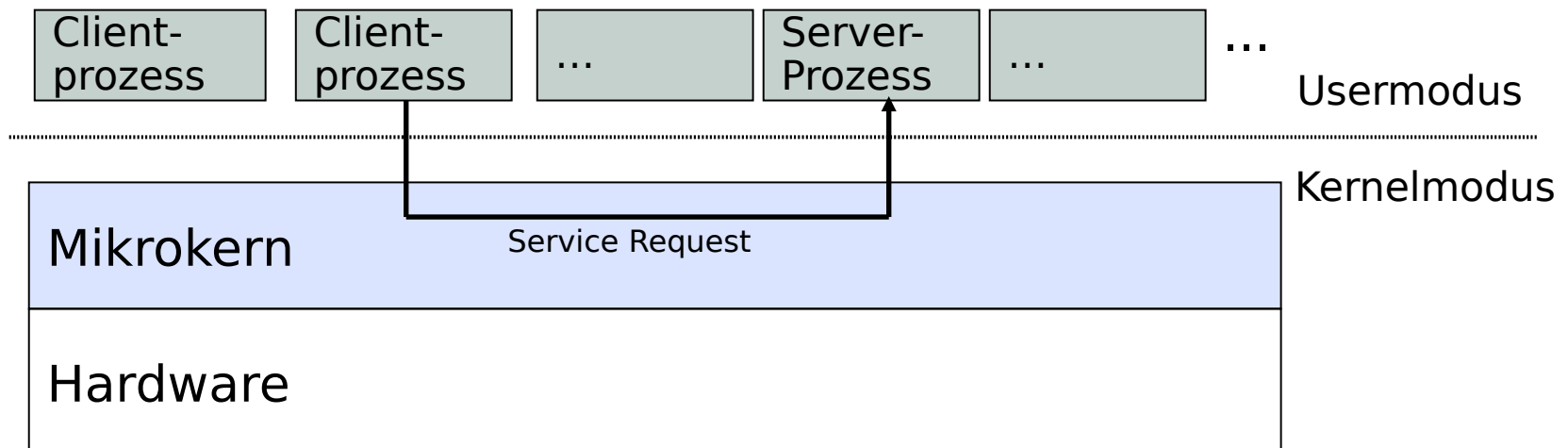


# Mikrokern (1)

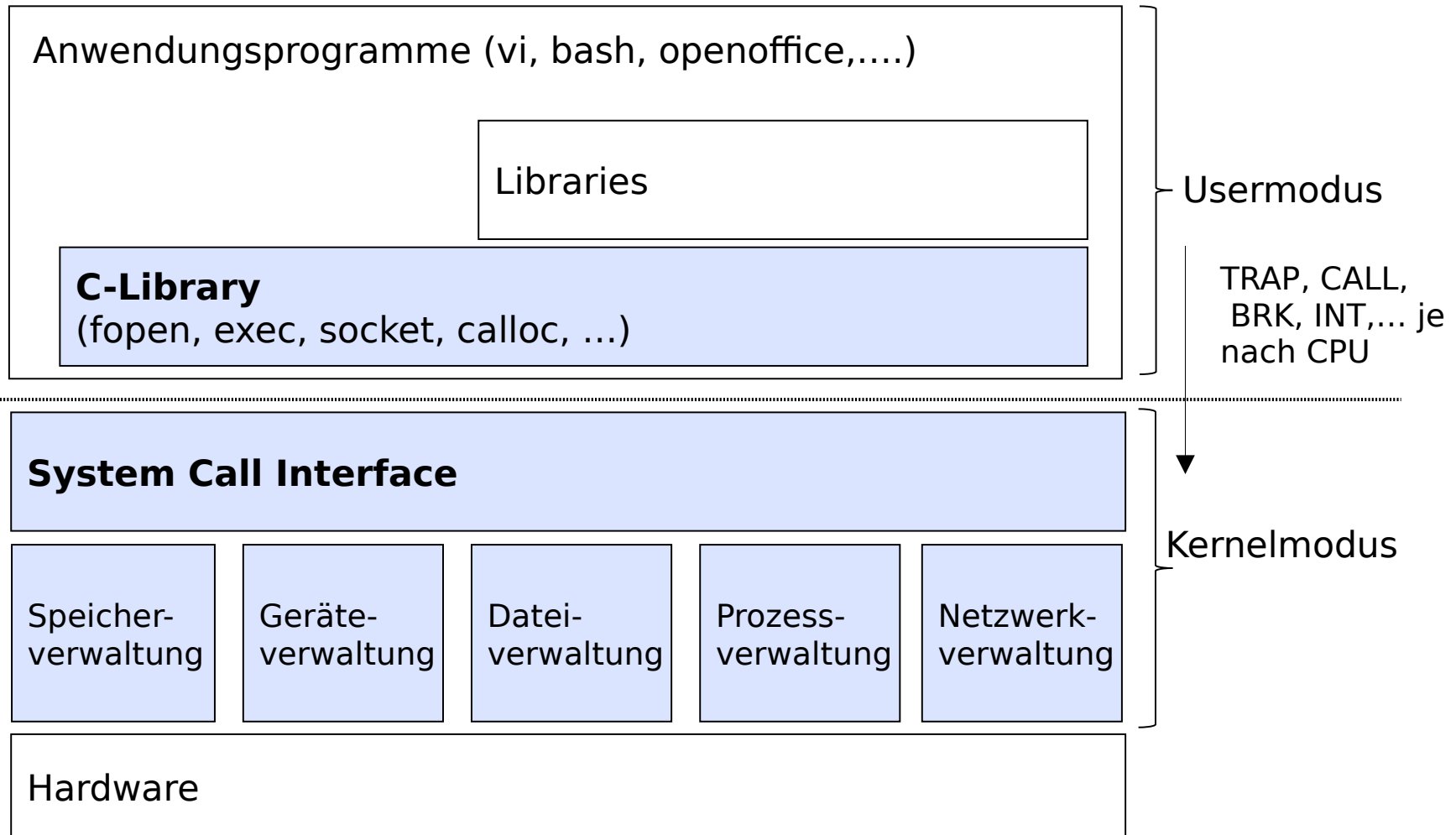
- Eine Richtung der Betriebssystem-Entwicklung:
  - Kernel „leichter“ machen
  - Entlastung durch Übernahme von Funktionalität in Anwendungsprozesse (Serverprozesse), eigene Adressräume
  - Serverprozesse können sein:
    - Fileserver
    - Memory Server
    - ...
  - Was bleibt ist ein minimaler **Mikrokern**
  - 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. Aktuell: QNX, Zircon
- Moderne Microkernel Familie: L4
- Elementarer Kern ermöglicht verschiedene, darauf aufsetzende Betriebssysteme
- Performance-Verschlechterung



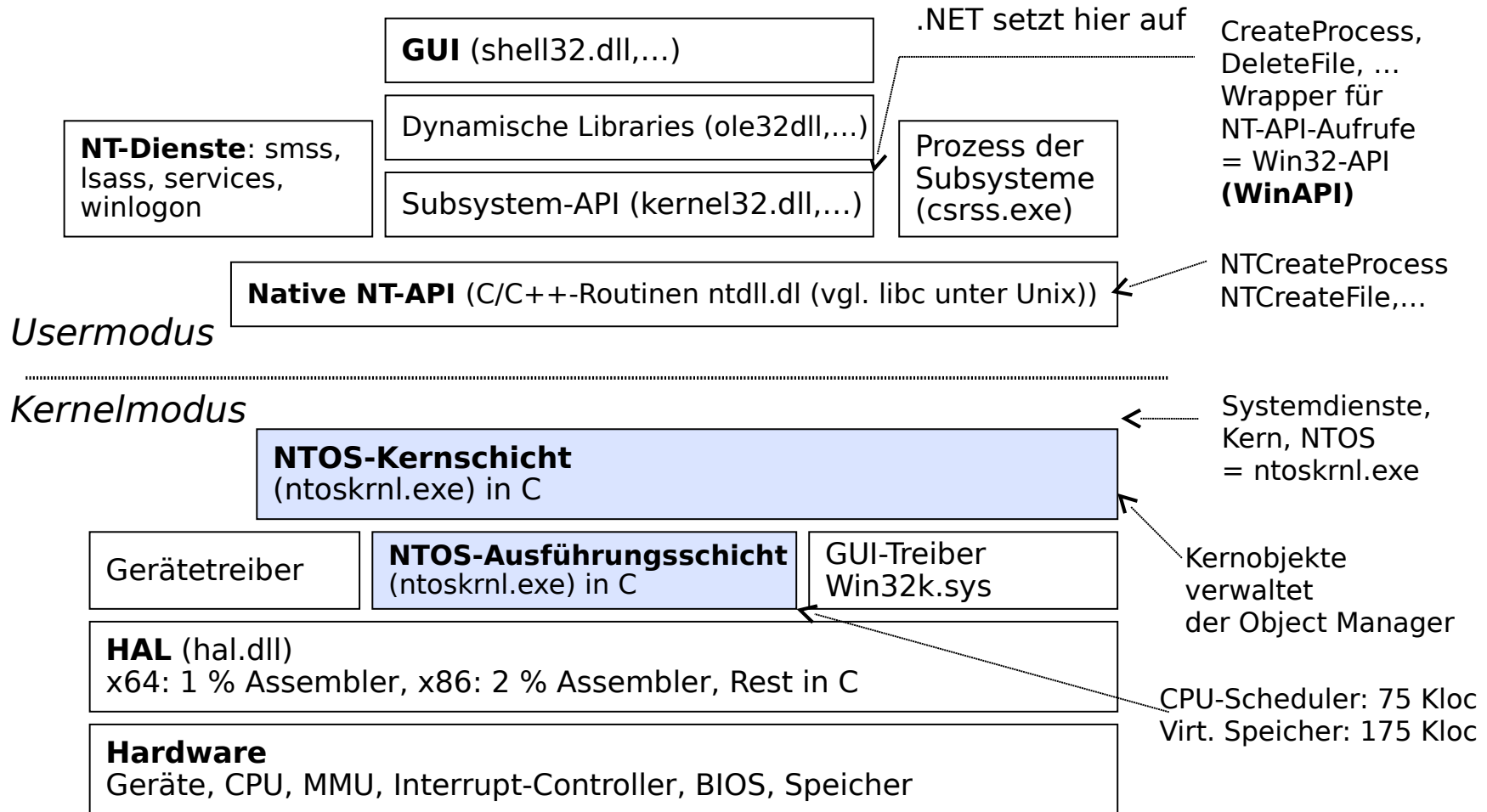
# Linux-Architektur (monolithisch)



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



# Windows-Schichtenarchitektur

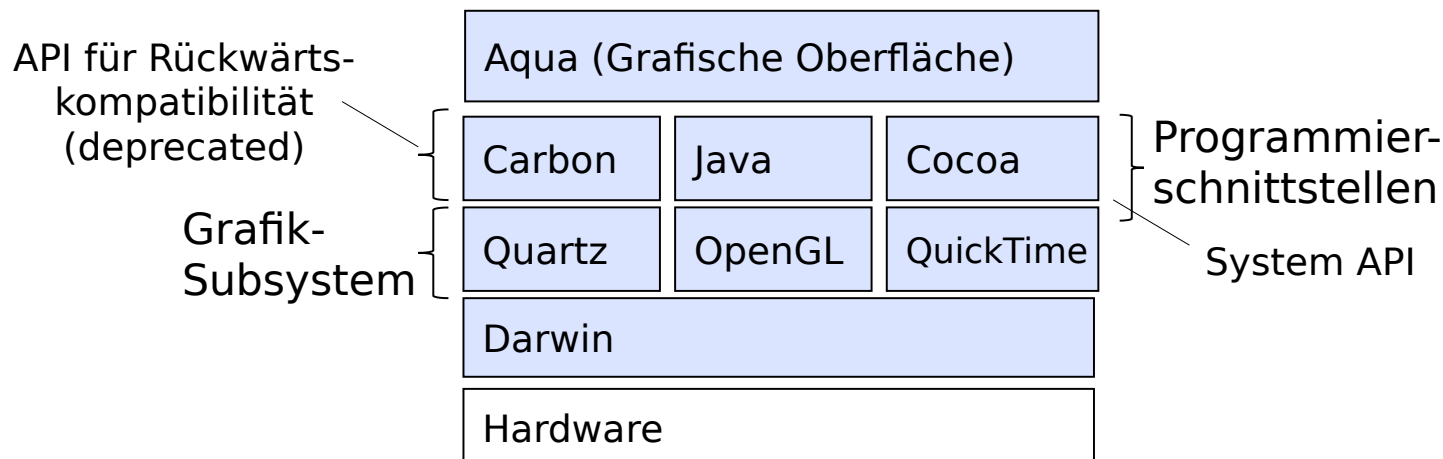


Quelle: Tanenbaum, A. S.: Moderne Betriebssysteme., 3. aktualisierte Auflage, Pearson Studium, 2009



# 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:**

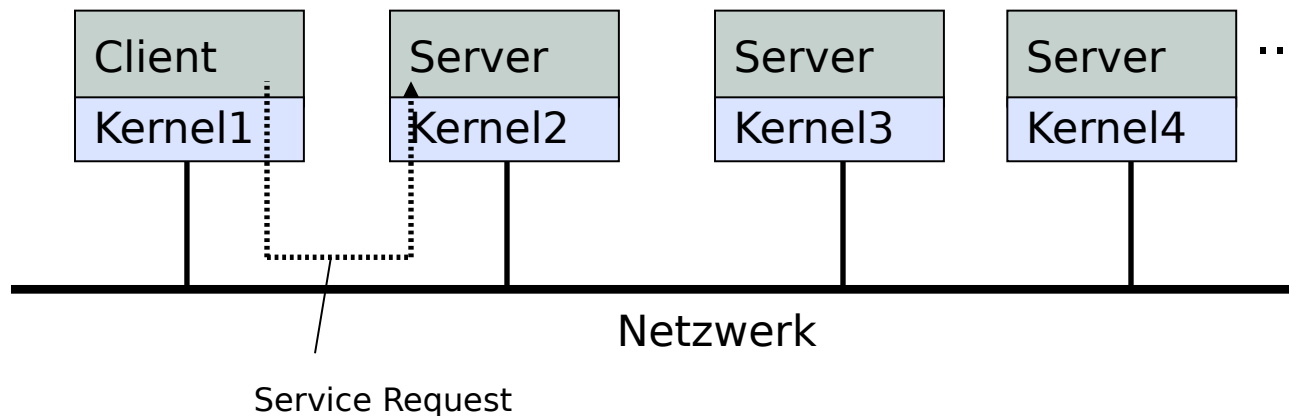
- Die Mikrokern-Architektur vereinfacht auch eine Verteilung der Serverprozesse auf mehrere Rechner in einem Netzwerk
- Ein **echt verteiltes Betriebssystem** macht die Verteilung der Services im Netz für den Clientprozess transparent
- Heute keine Praxisrelevanz
- Kubernetes?

## ■ **Kommunikations-Middleware:**

- Heutige verteilte Systeme basieren in der Regel auf einer Middleware (Zwischenschicht), die im Usermodus abläuft
- Meist Nutzung des Client-/Server-Prinzips oder Publish-Subscribe. Peer-to-Peer kommt auch vor.

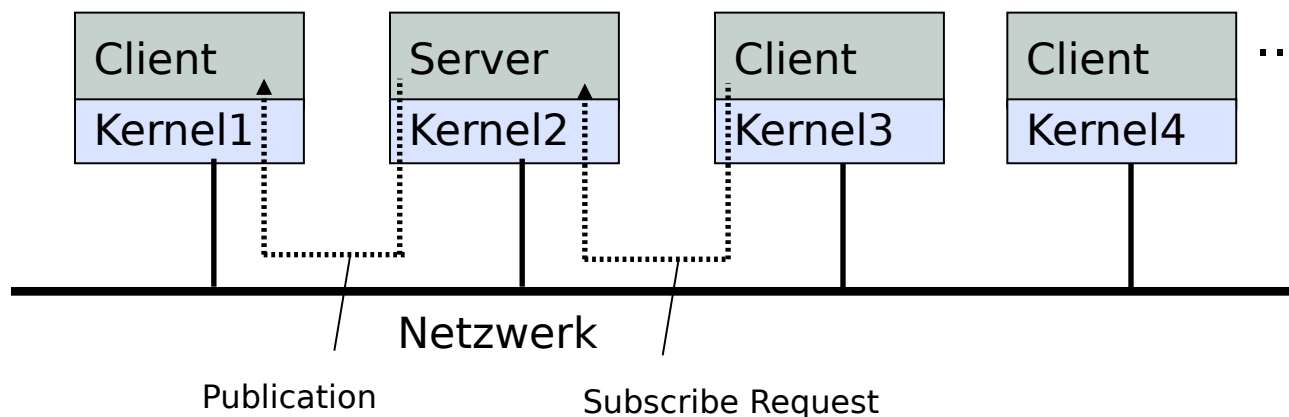
# Client-/Server-Modell

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



# Publish-/Subscribe-Modell

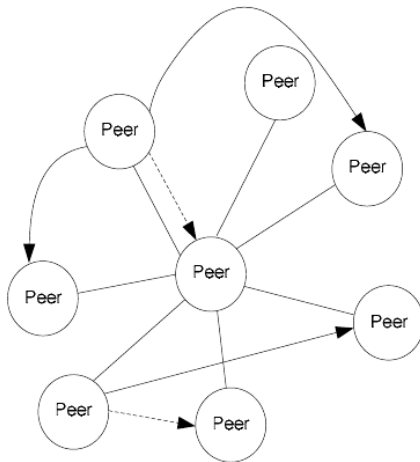
- Dedizierte Rollen: Publisher und Subscriber
- Publisher und Subscriberkomponenten sind üblicherweise über ein Netzwerk verteilt
- Client und Server kommunizieren über (transparente) Messages



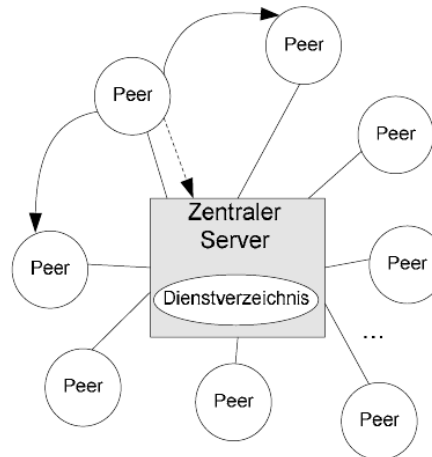
# Peer-to-Peer-Modell

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

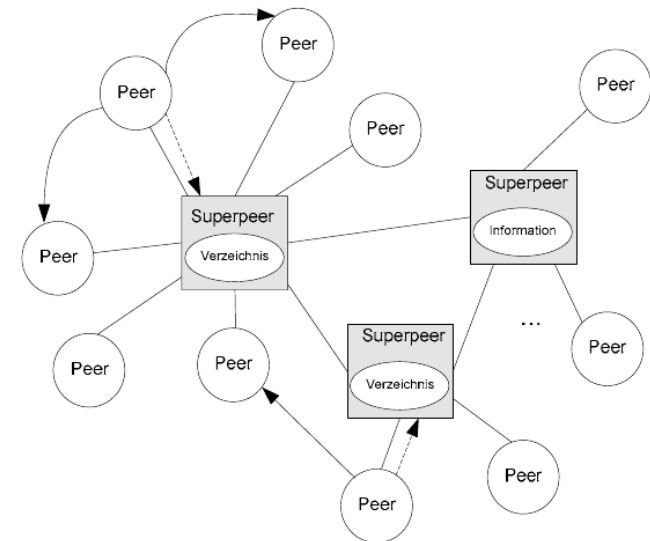
Pur P2P  
Beispiel: Gnutella



Hybrid P2P  
Beispiele: Napster



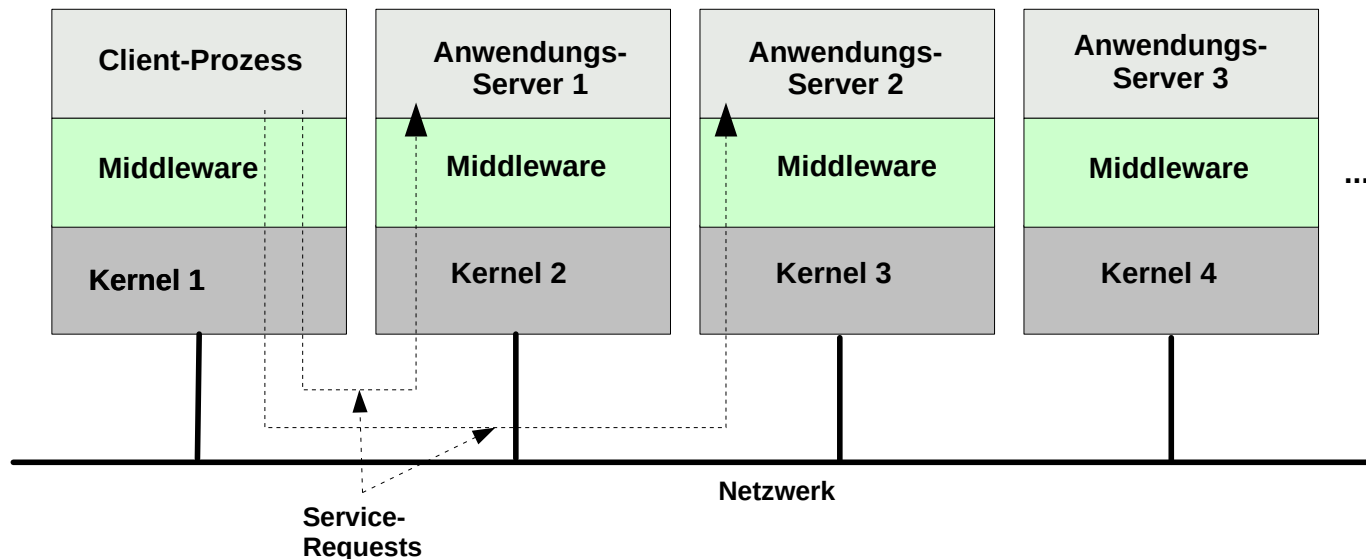
Superpeer:  
BitTorrent, Skype



- > Peer nutzt Dienst eines anderen Peers
- - - - -> Dienst im Dienstverzeichnis anfragen

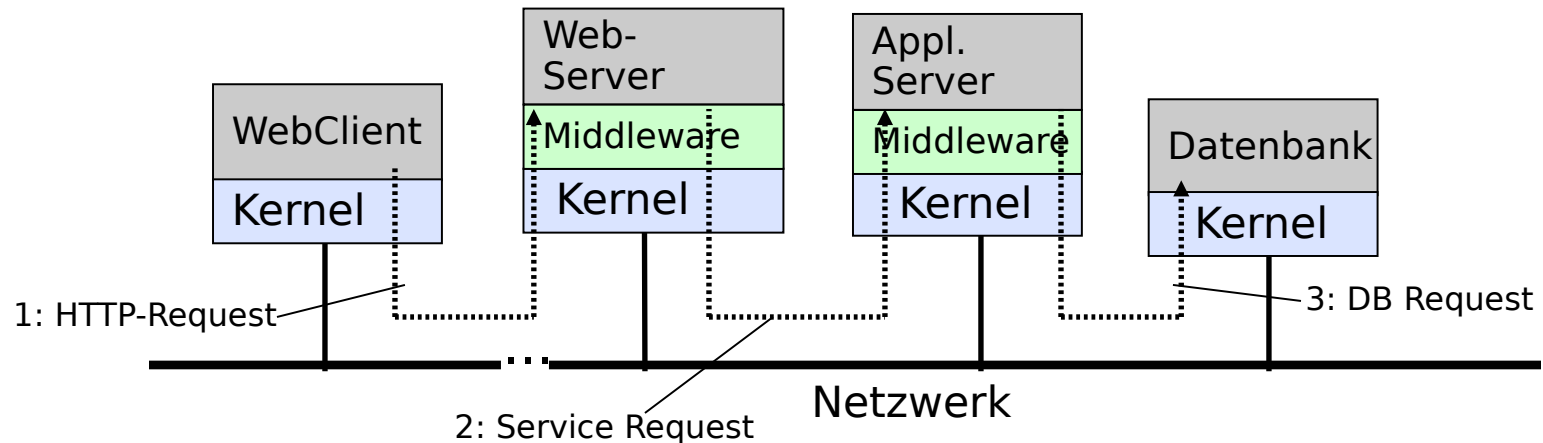
# Middleware

- 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 können über mehrere Serversysteme verteilte Anwendungen sein:
  - 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

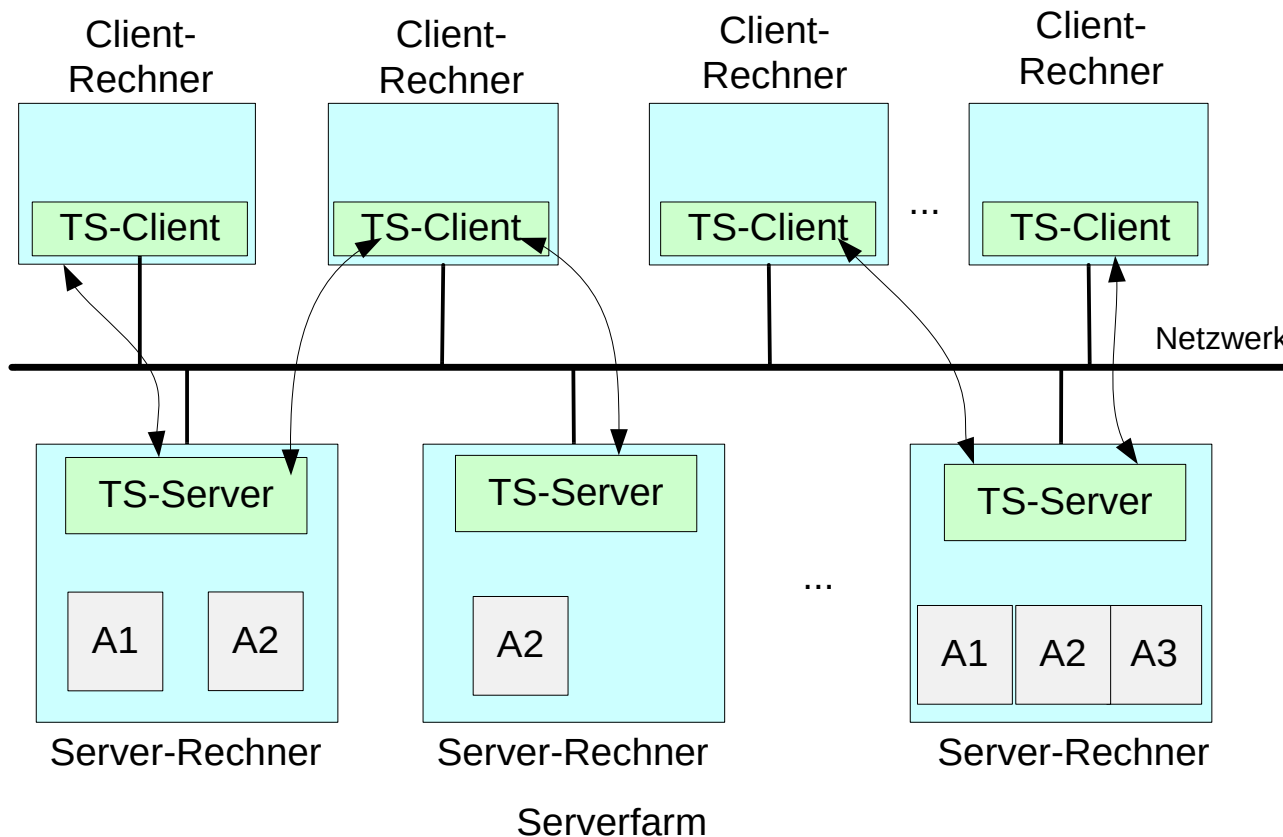


## Terminalserver: Idee

- **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

Üblicherweise PCs, sog. Thin-Clients



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



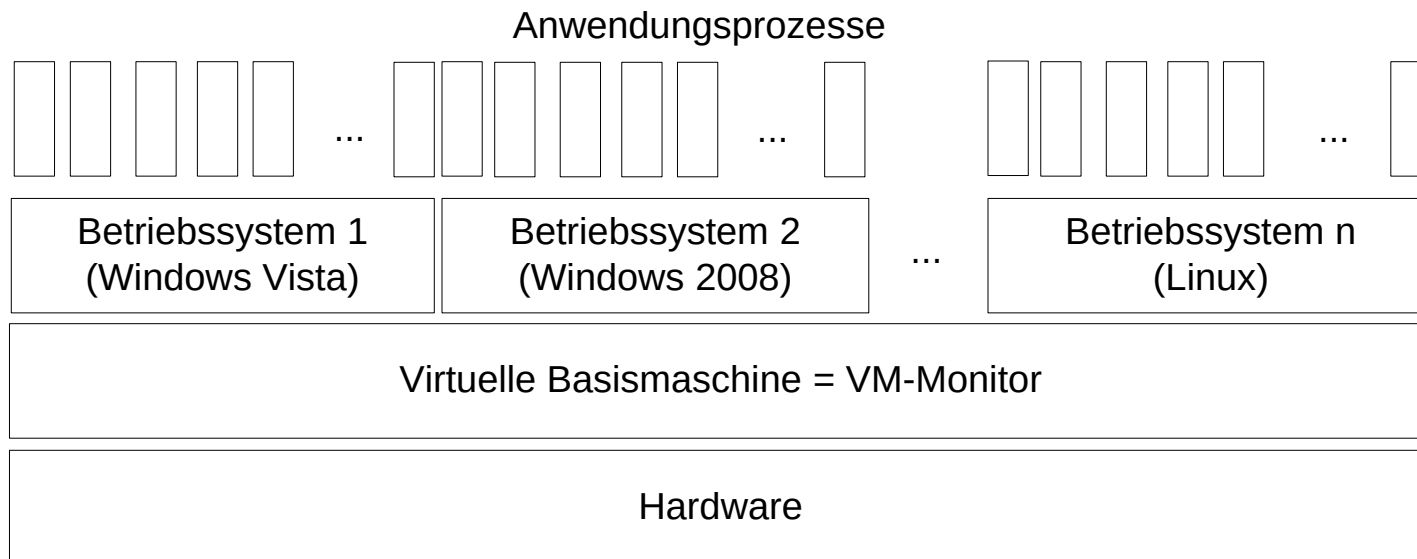
# Was ist Virtualisierung?

- 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

- Beispiele:
  - Java Virtual Machine
  - .NET Common Language Runtime
- Bytecode wird meist just-in-time compiliert und dann ausgeführt
- Vorteil
  - Ausführbare Programme werden unabhängig von der Hardware Plattform
  - 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

- **HaaS = Hardware as a Service**
  - Cloud-Provider bietet API um gehostete Server zu mieten
  - Beispiele: Hetzner etc.
- **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