

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

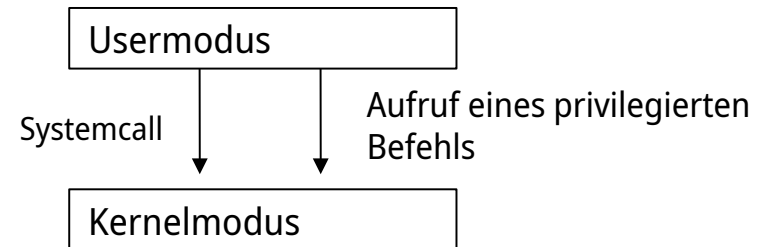
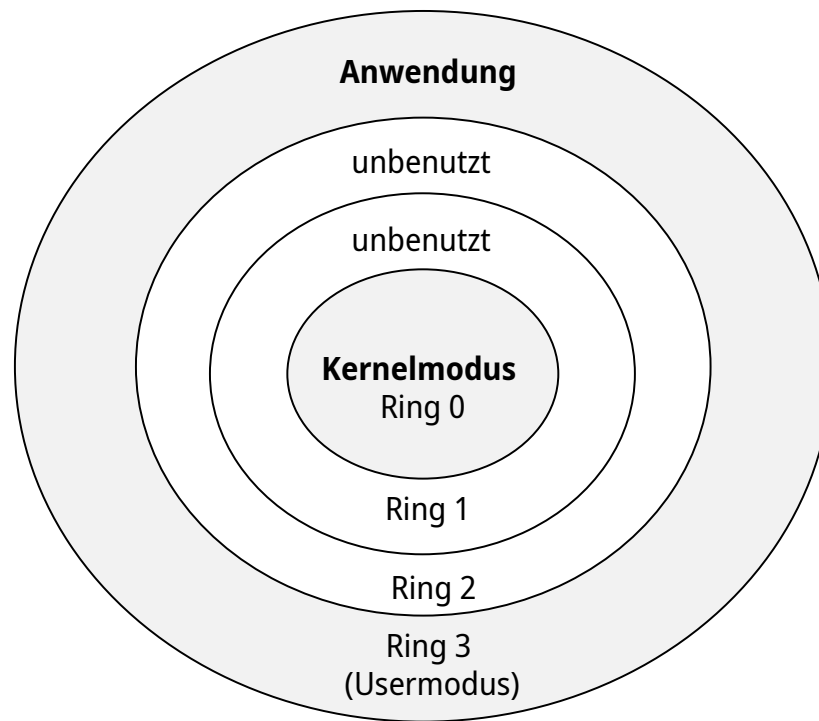
■ Aktueller Modus steht in einem **Statusregister**

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

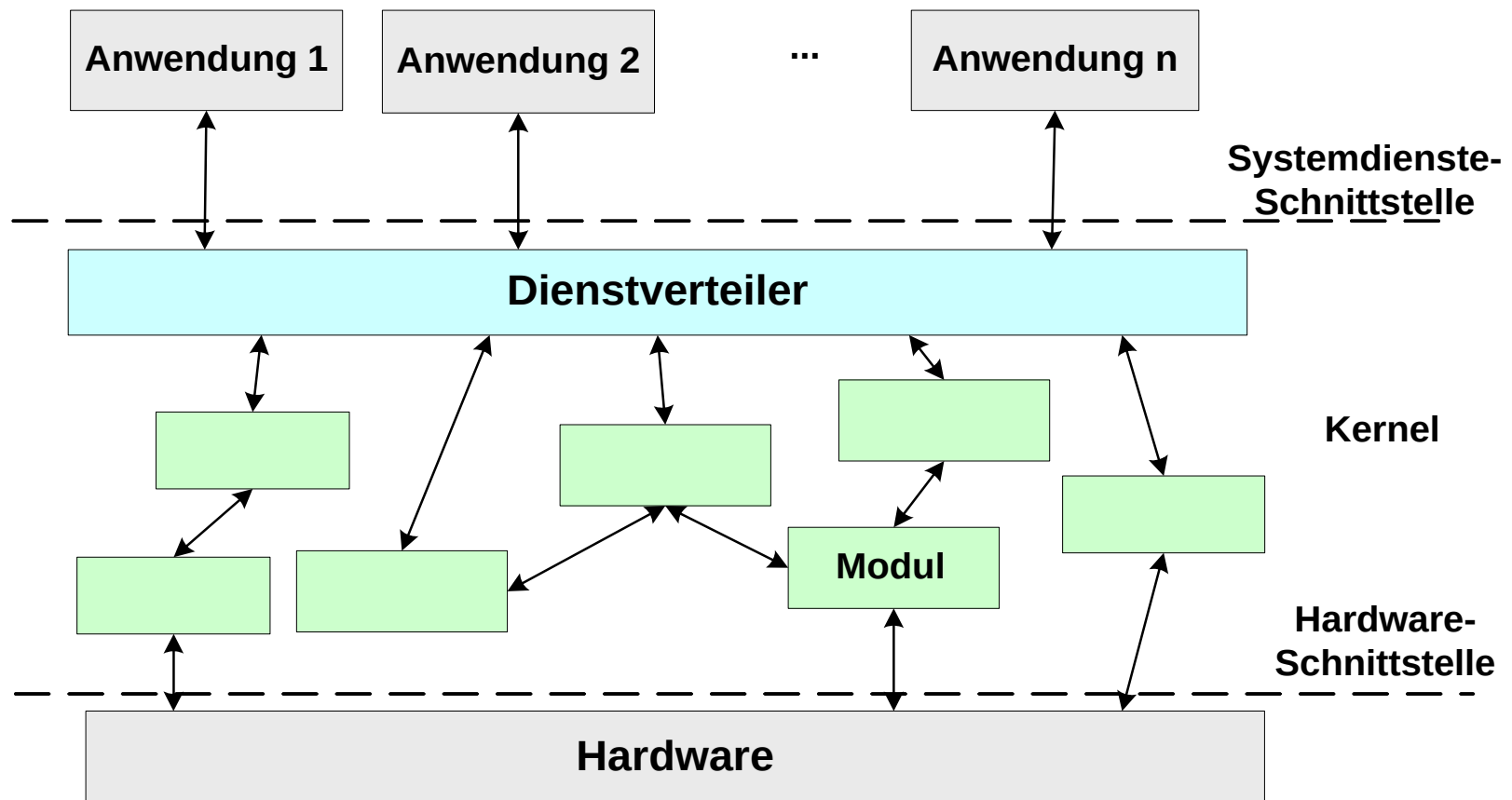
1. Zugriffsschutz in Betriebssystemen
- 2. Lokale Architekturen**
3. Verteilte Verarbeitung
4. Terminalserver-Betrieb
5. Virtualisierung von Betriebs- und Laufzeitsystemen
6. Cloud Computing

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

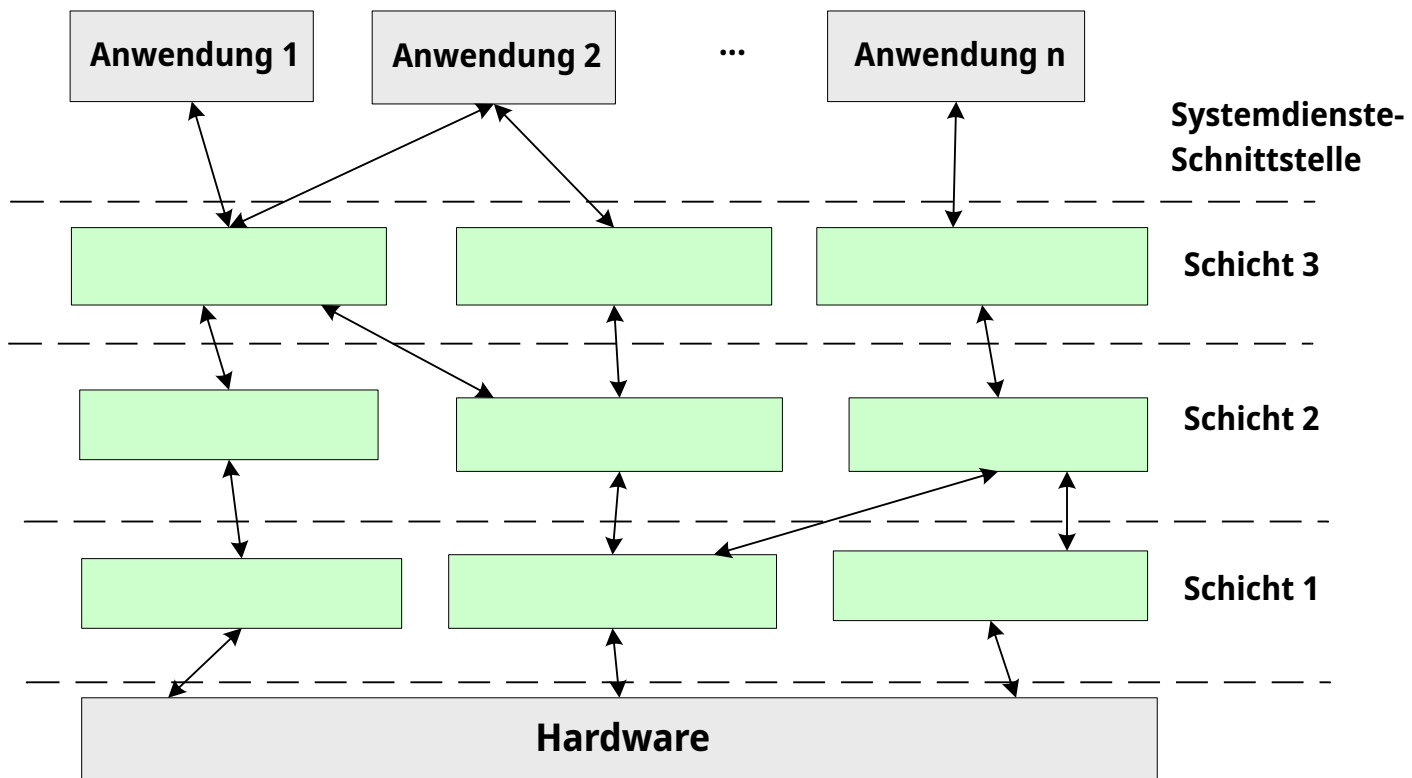
Monolithischer Kern

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



Schichtenmodell

- Verbesserung des monolithischen Kernels: Flexibler und übersichtlicher

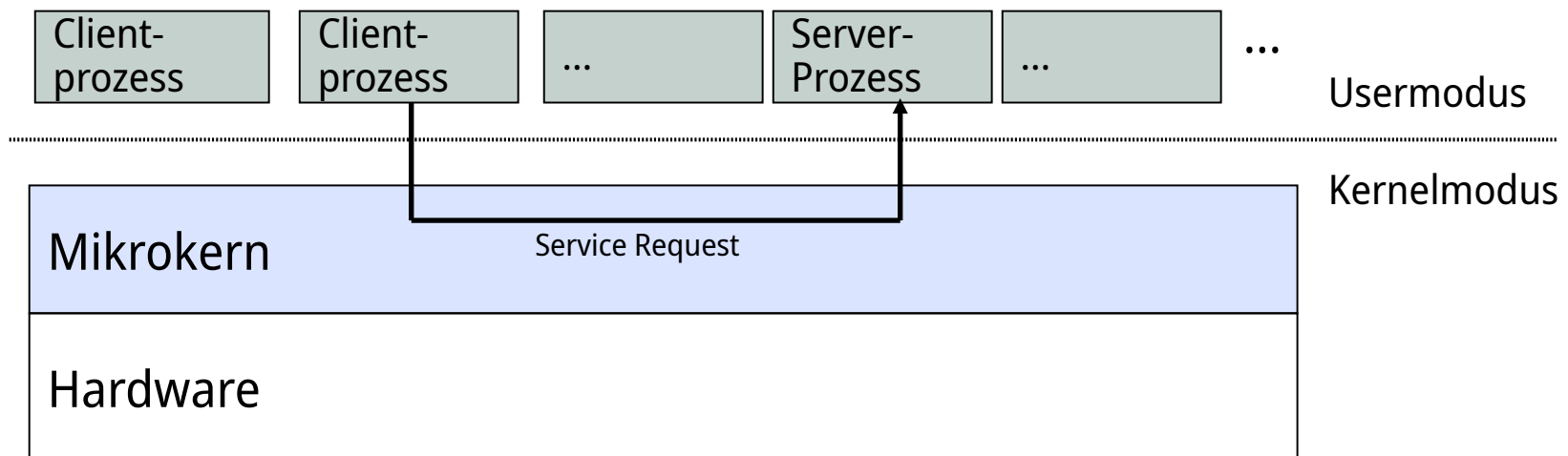


Mikrokern (1)

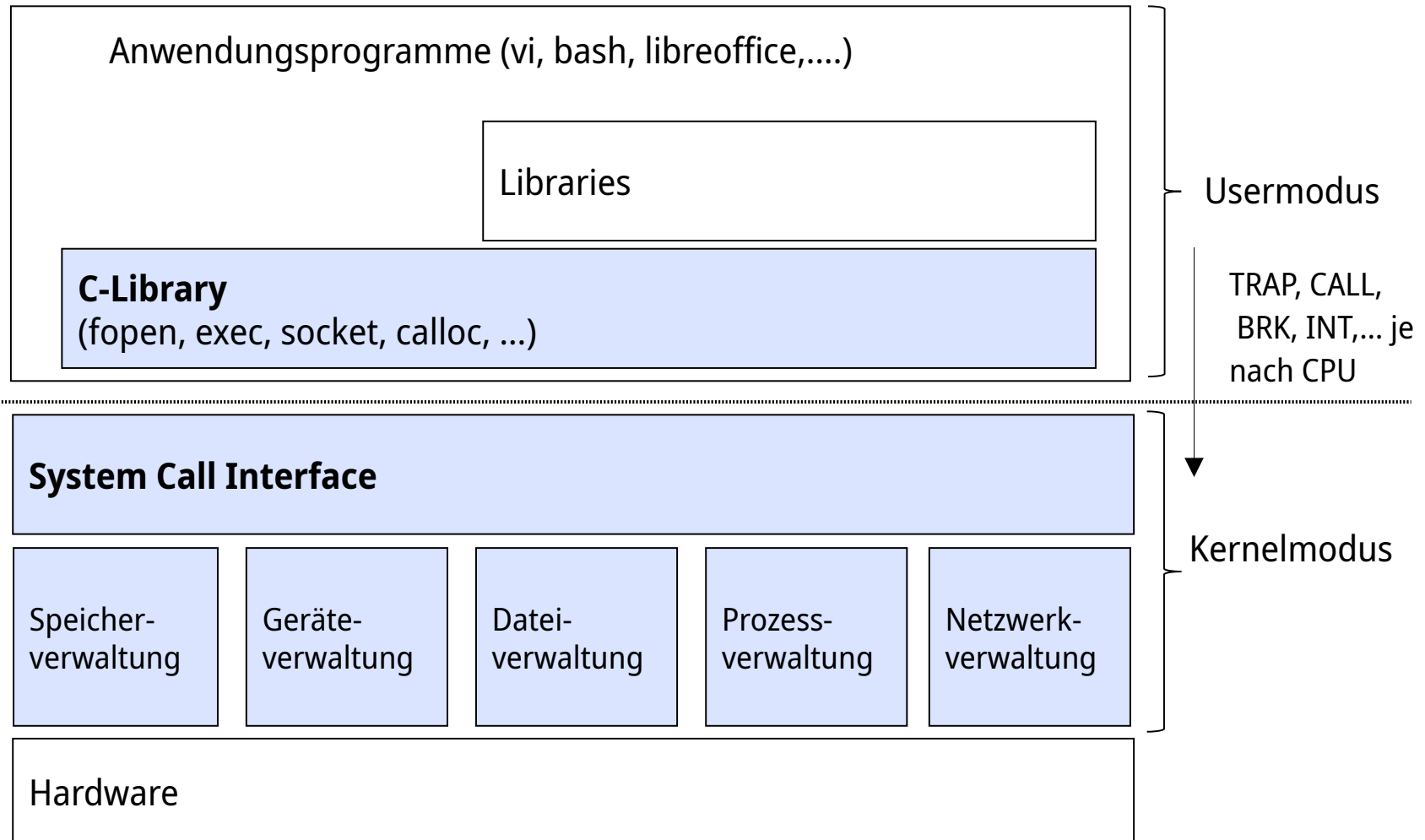
- Eine Richtung der Betriebssystem-Entwicklung:
 - Kernel „leichter“ machen
 - Entlastung durch Übernahme von Funktionalität in Anwendungsprozesse (Serverprozesse), eigene Adressräume
 - Serverprozesse können sein:
 - Fileserver
 - Memory Server
 - ...
 - Was bleibt ist ein minimaler **Mikrokern**
 - 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



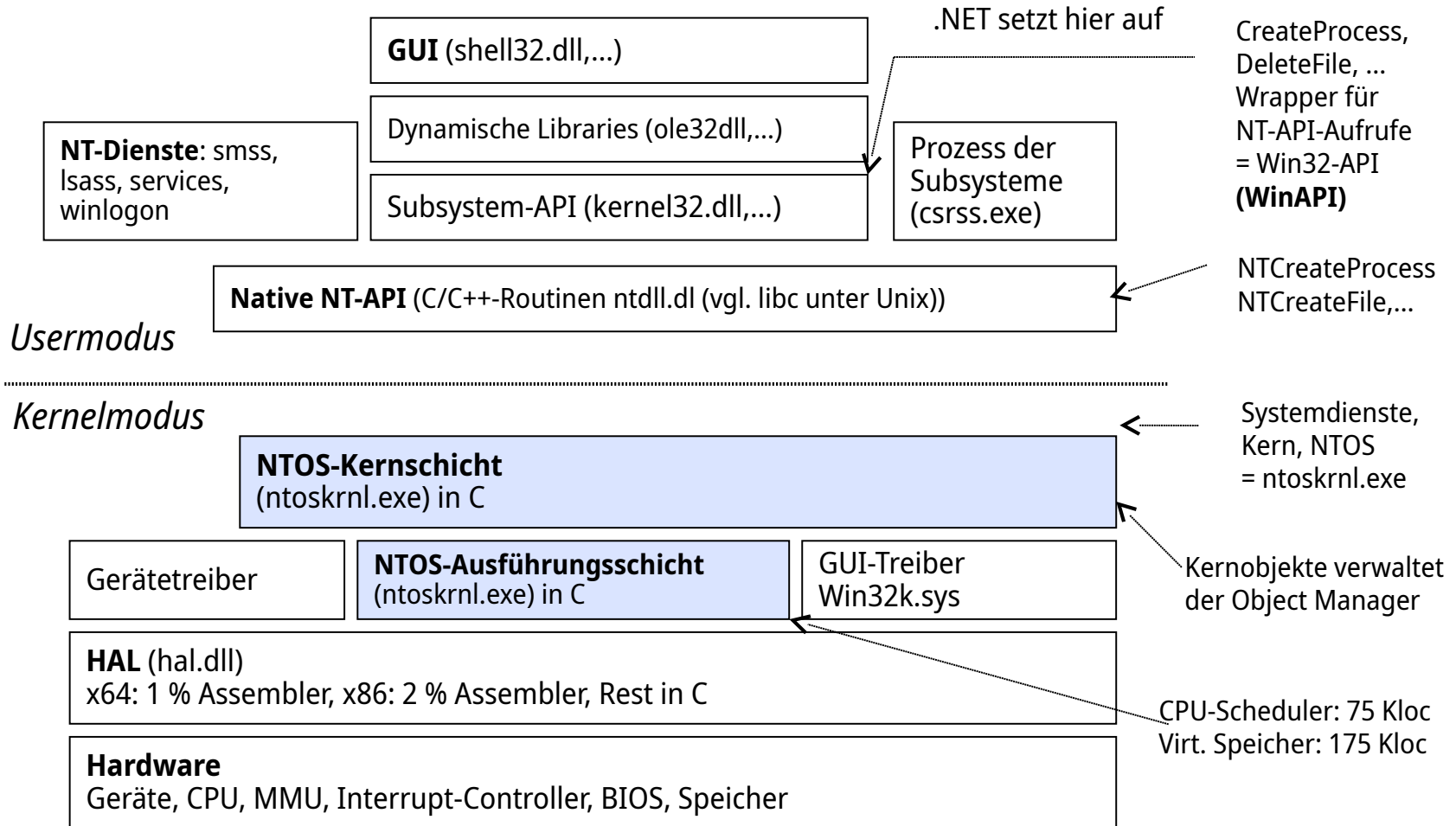
Linux-Architektur (monolithisch)



- siehe auch <https://lxr.missinglinkelectronics.com/linux> Linux Cross Reference



Windows-Schichtenarchitektur

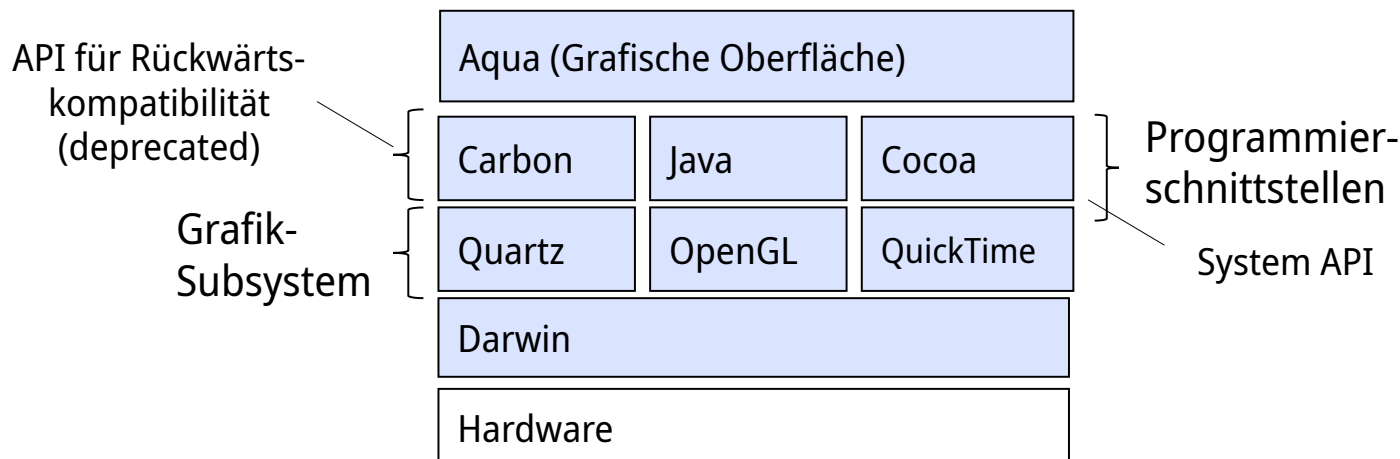


Quelle: Tanenbaum, A. S.: Moderne Betriebssysteme,, 3. aktualisierte Auflage, Pearson Studium, 2009



Architektur von Apple macOS

- macOS hat einen Hybrid-Kernel
 - Mischung aus MACH und FreeBSD
 - MACH ist ein Microkernel und NeXTStep nutzte MACH-Kernel
- Entwicklung:
 - Unix → BSD → NeXTStep → Darwin → macOS
- macOS 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:**

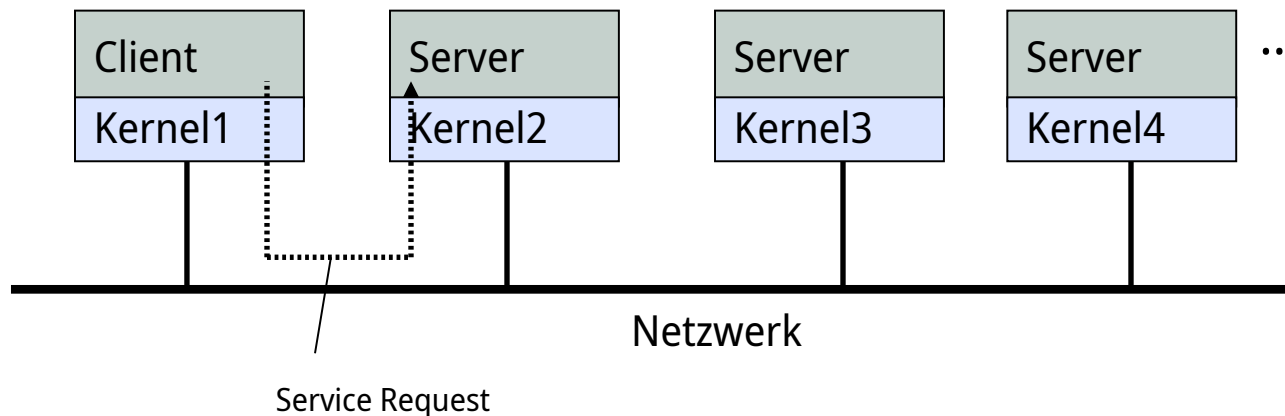
- Die Mikrokern-Architektur vereinfacht auch eine Verteilung der Serverprozesse auf mehrere Rechner in einem Netzwerk
- Ein **echt verteiltes Betriebssystem** macht die Verteilung der Services im Netz für den Clientprozess transparent
- Heute keine Praxisrelevanz
- Kubernetes?

■ **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.

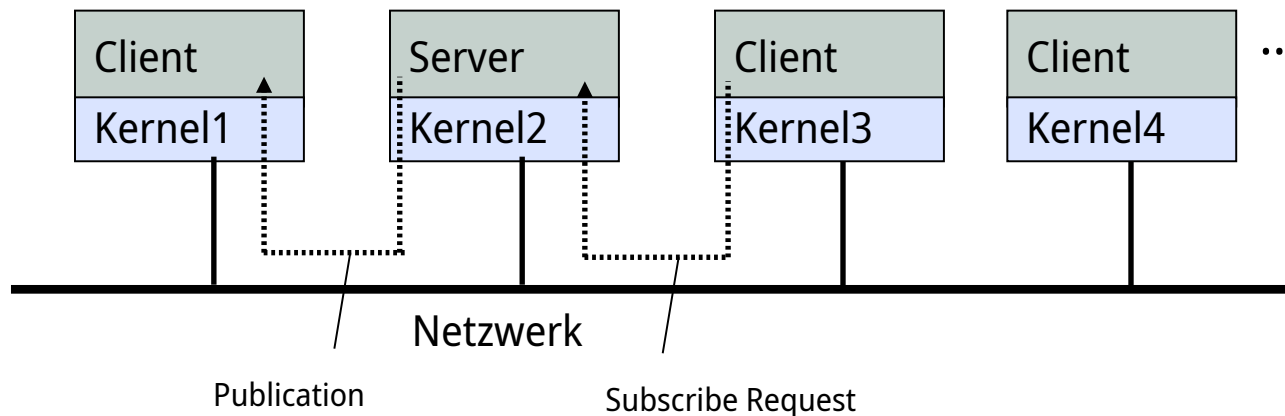
Client-/Server-Modell

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



Publish-/Subscribe-Modell

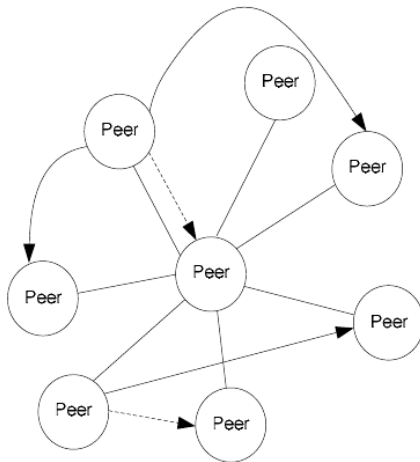
- Dedizierte Rollen: Publisher und Subscriber
- Publisher und Subscriberkomponenten sind üblicherweise über ein Netzwerk verteilt
- Client und Server kommunizieren über (transparente) Messages



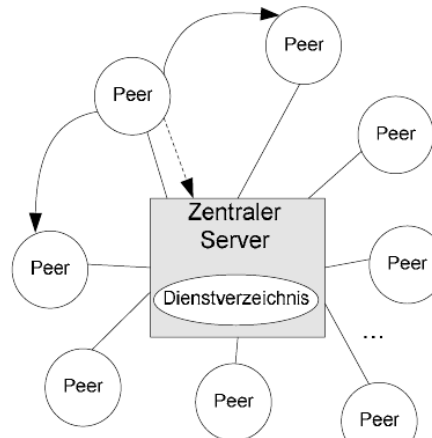
Peer-to-Peer-Modell

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

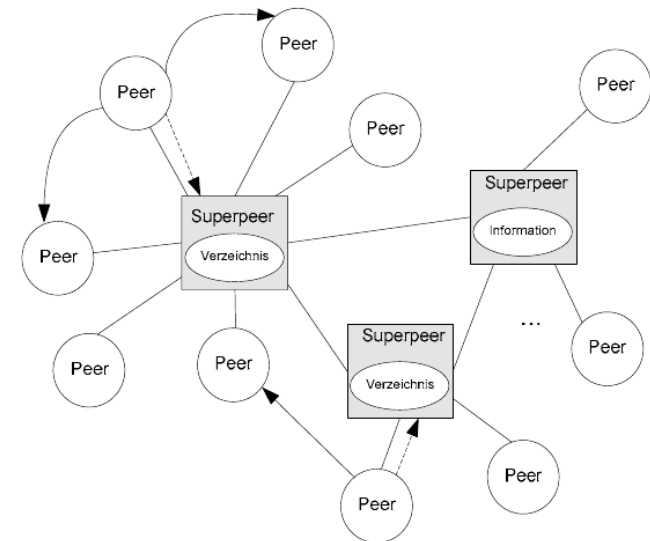
Pur P2P
Beispiel: Gnutella



Hybrid P2P
Beispiele: Napster



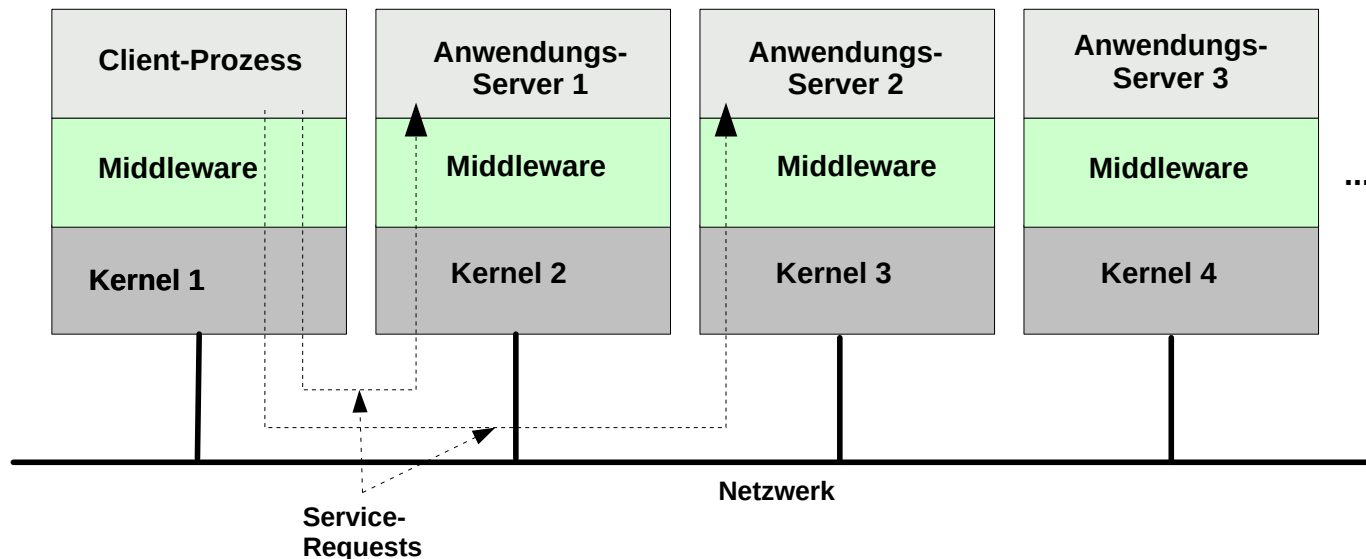
Superpeer:
BitTorrent, Skype



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

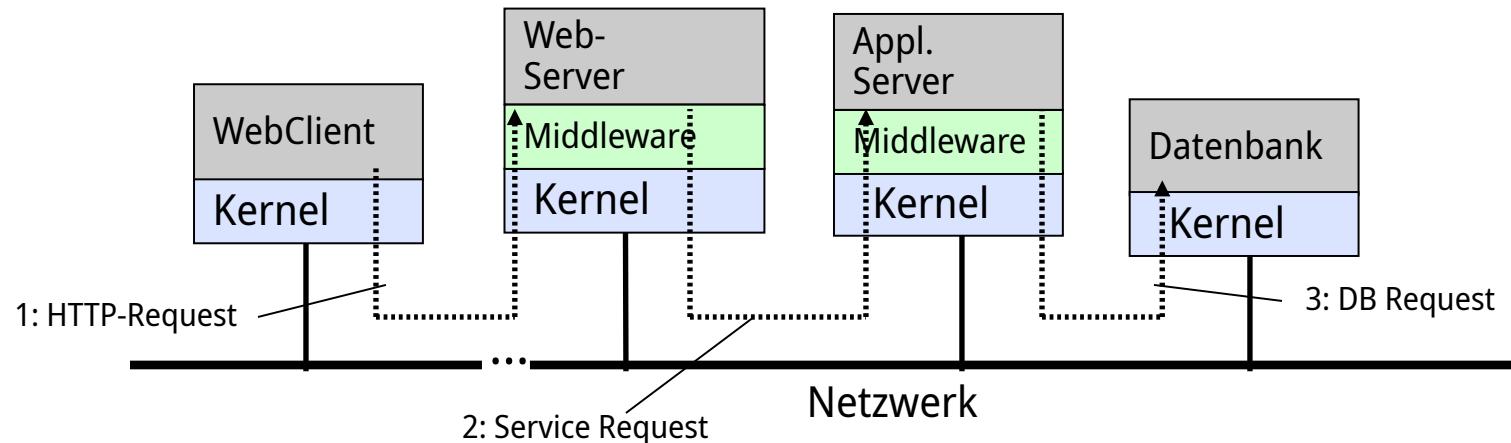
Middleware

- 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

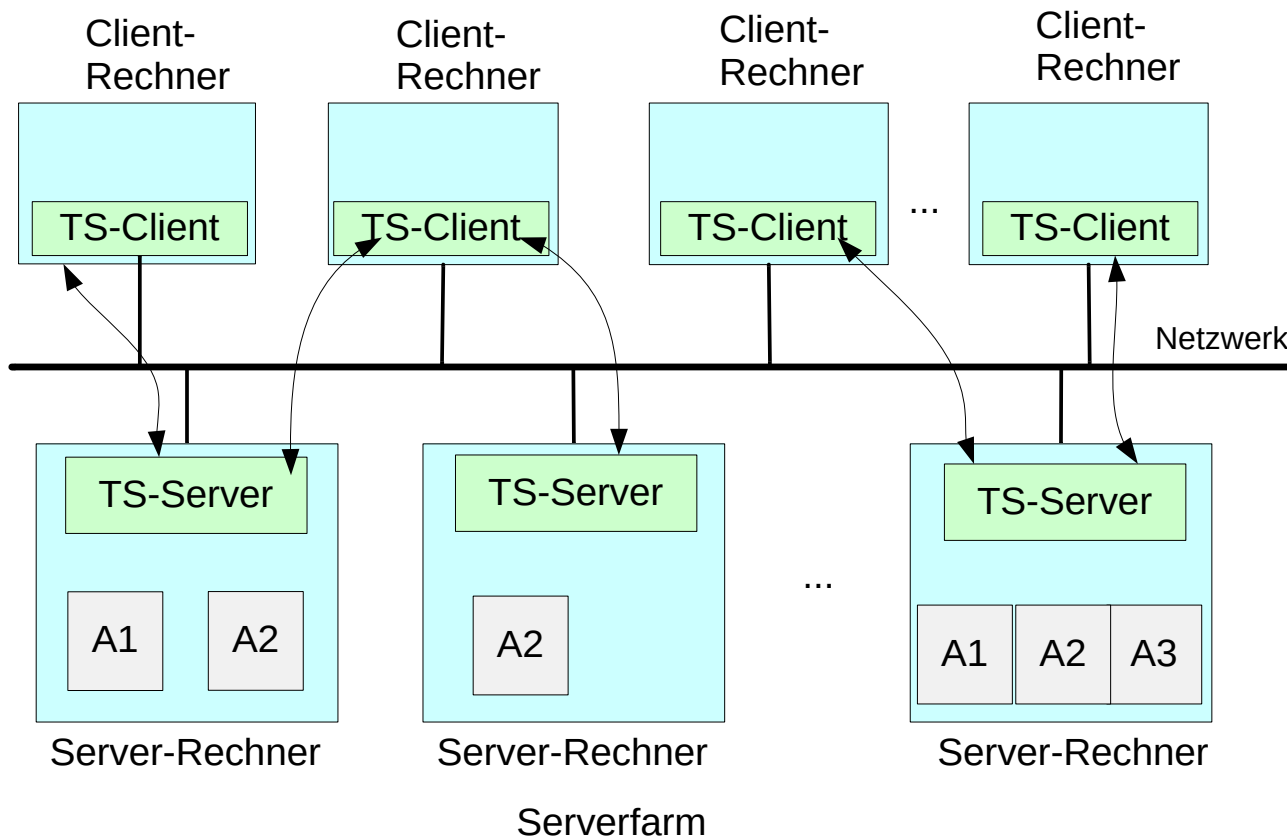
1. Zugriffsschutz in Betriebssystemen
2. Lokale Architekturen
3. Verteilte Verarbeitung
- 4. Terminalserver-Betrieb**
5. Virtualisierung von Betriebs- und Laufzeitsystemen
6. Cloud Computing

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



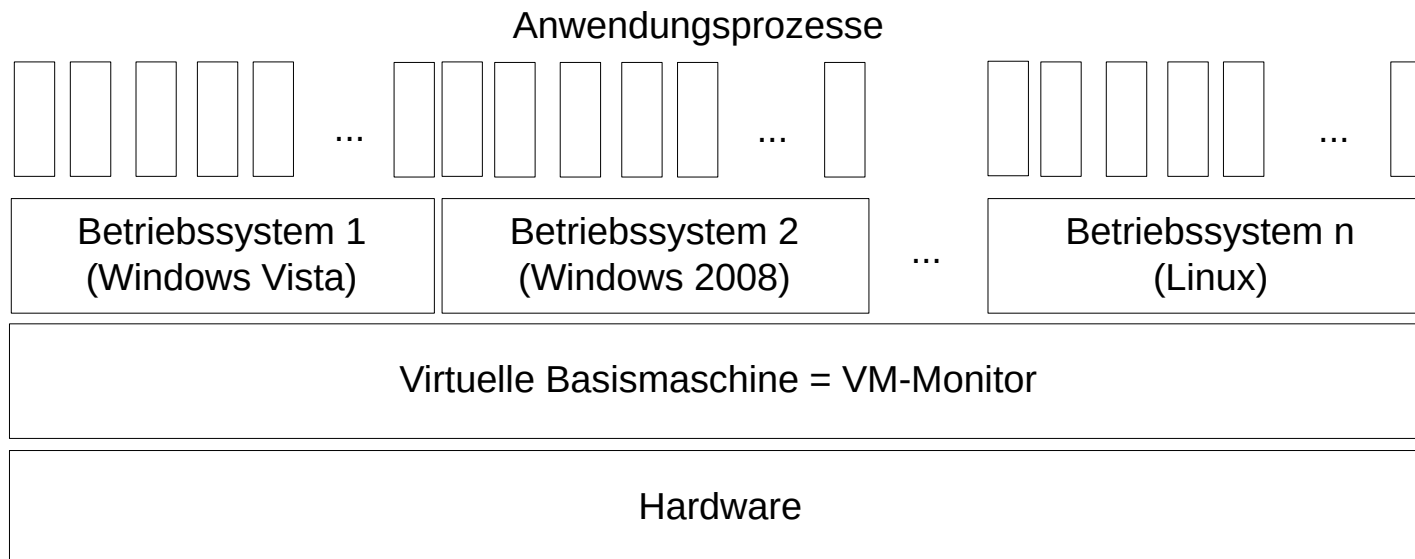
Was ist Virtualisierung?

- 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
- **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