

Betriebssysteme

Virtualisierung

Von

Prof. Dr. Franz-Karl Schmatzer

Literatur Verzeichnis

- Mandl, Peter; Grundkurs Betriebssysteme; 5.Aufl. 2020; Springer Verlag
- Baun, Christian, Betriebssysteme kompakt, 2.Aufl., Springer 2020
- W. Stallings; Operating Systems; 9.ed; Pearson 2018

Gliederung

- Einführung
- Terminologien
- Virtuelle Maschinen
- Anwendungsvirtualisierung

Einführung Virtualisierung

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
 - Virtuelle Prozessumgebungen (Prozessmodell und virtueller Speicher)
 - Virtuelle Prozessoren: Java Virtual Machine (JVM)
 - Netzwerkvirtualisierung (vLAN)

Terminologie zur Betriebssystemvirtualisierung

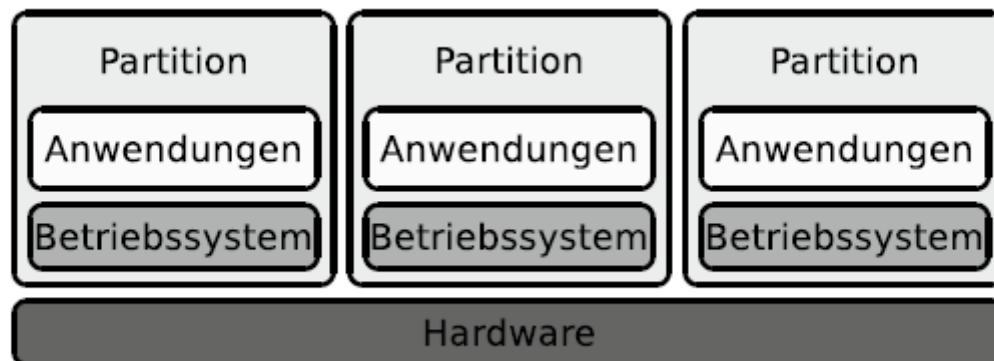
- Reale Maschine
- Virtuelle Maschine (VM)
- Hostbetriebssystem
 - Synonyme: Wirt, Host, Gastgeberbetriebssystem oder Hostsystem
- Gastbetriebssystem
 - Synonyme: Gast, Guest oder Gastsystem
- Virtual Machine Monitor (VMM)
 - Synonym: Hypervisor

Abgrenzung zur Emulation

- Unterscheidung Emulation – Virtualisierung
 - Emulation: **Komplette** Nachbildung der Hardware in Software
 - Virtualisierung: **Geringer Teil** der Befehle müssen nachgebildet werden, die meisten Befehle laufen direkt auf der Hardware (direkter Aufruf aus VM aus)

Partitionierung

- In der Mainframe-Welt spricht man von Partitionierung als spezielle und umfassendere Form der Virtualisierung.
- In Mainframe- und Midrange-Systemen wird
 - die CPU,
 - der Hauptspeicher,
 - die Ein- und Ausgabe und
 - der Datenspeicher unterstützt durch Firmware virtualisiert.
- Das ganze Betriebssysteme mit allen Ressourcen kann daher partitioniert werden.
- Änderungen sind im laufenden Betrieb möglich
- Mehrere 100 bis 1000 Linux Instanzen sind möglich



Aufgabe Virtualisierung

- Erläutern Sie die Vor- und Nachteile einer Virtualisierung

Historie zur Virtualisierung

- VM/370 hieß zuerst CP/CMS (1970 Jahre)
 - Herz ist der Virtuelle Machine-Monitor.
 - Es werden mehrere virtuelle Maschinen bereitgestellt.
 - Sind exakte Kopien der zugrunde liegenden Hardware
- Nachfolger z/VM, welches auf den Mainframes der z-Serie von IBM läuft.

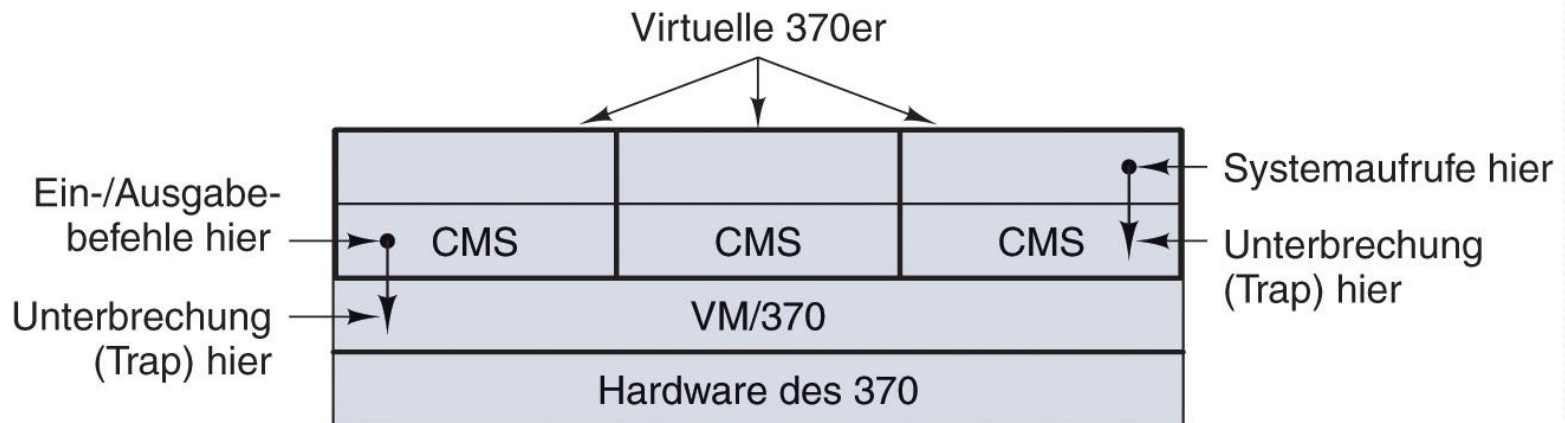
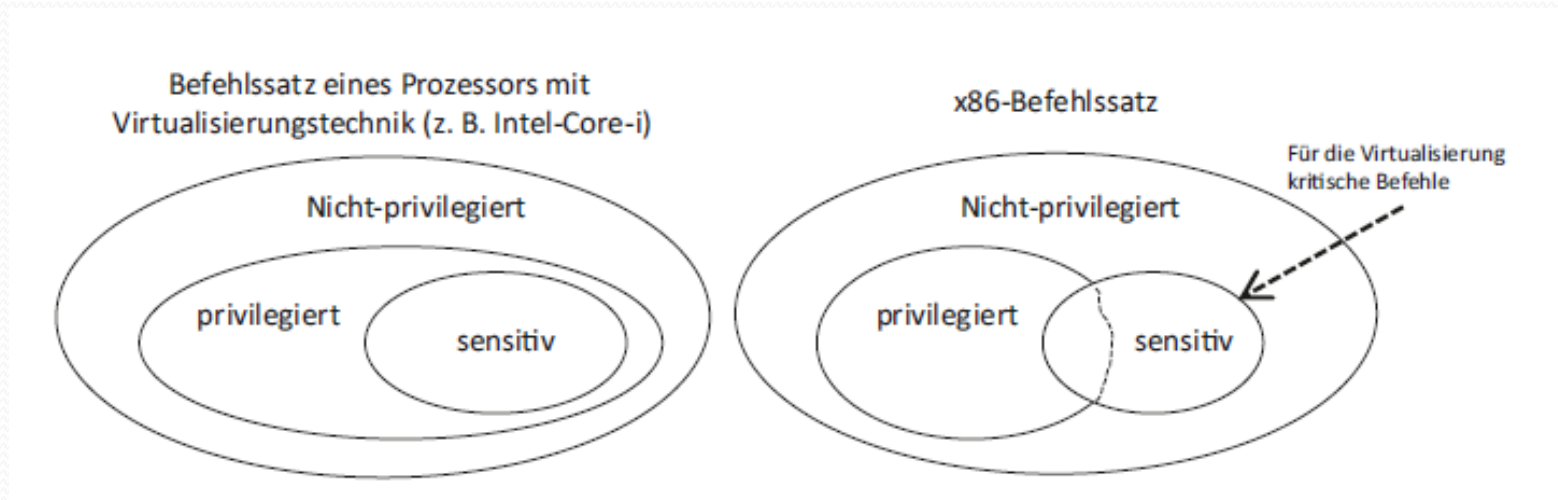


Abbildung 1.28: Die Struktur des VM/370-Systems mit CMS

Virtualisierbarkeit der Hardware

- Im Großrecherumfeld werden Prozessoren schon länger so gebaut, dass Virtualisierungen unterstützt werden.
- INTEL und AMD haben dies bis vor kurzem außer bei der virtuellen Speichertechnik nicht getan.
- Um Virtualisierung effizient zu unterstützen müssen einige Hardware-Voraussetzungen erfüllt sein.
 - privilegierte und nicht privilegierte Befehle
 - Sensitive und kritische Befehle



privilegierte und nicht privilegierte Befehle

- Die grundlegenden Anforderungen an die Virtualisierbarkeit ist eng mit dem Konzepten des Zugriffsschutzes von Prozessoren verknüpft.
- Privilegiert heißt:
 - eine Ausnahme und damit einen Trap kann in dem höher privilegierten Modus erzeugt werden, falls er im user-Modus ausgeführt wird.
 - Im Kernel-Modus wird keine Ausnahme generiert.
- Nicht privilegierte Befehle können in allen Modi, ohne eine Ausnahme zu erzeugen, ausgeführt werden.

sensitive und kritische Befehle

- **Sensitiven Befehle**

- Können zustandsverändernd sein oder
- Verhalten sich je nach Modus unterschiedlich.
- Hierzu gehören z. B. Befehle für den Zugriff auf I/O-Geräte oder auf spezielle interne Adress- und Steuerregister.

- Sensitive Befehle sollten eine Teilmenge der privilegierten Befehle sein und bei einem Aufruf in einem nicht privilegierten Betriebsmodus eine Ausnahme und damit einen Sprung in einen privilegierten Betriebsmodus erzwingen.

- **kritischen Befehle**

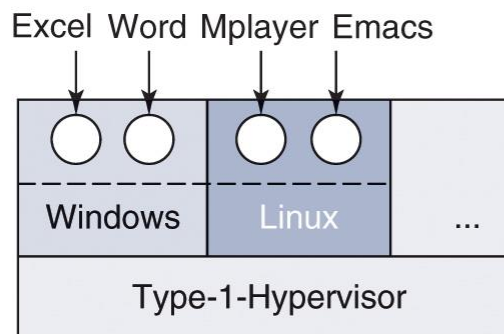
- sind sensitiv, aber nicht privilegiert
- Sie lösen bei Aufruf im Benutzermodus keinen Trap aus und können somit von einer VMM nicht abgefangen werden.
- Die kritischen Befehle stellen, wie die Bezeichnung schon andeutet, ein Problem dar.

Generelle Hardware-Anforderungen

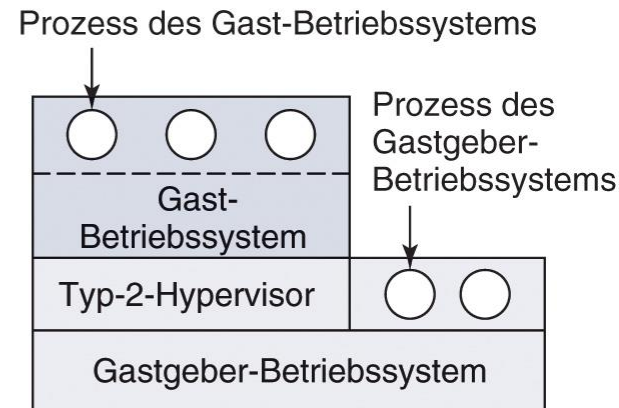
- Popek und Goldberg untersuchten bereits 1974 die Hardware-Anforderungen für eine effiziente Virtualisierbarkeit.
- Eine Rechnerarchitektur ist virtualisierbar, wenn
 - alle sensitiven Operationen privilegiert sind,
 - alle sensitiven Befehle eine Teilmenge der privilegierten Befehle darstellen
- Unter diesen Bedingungen kann auf jeden Fall ein Hypervisor konstruiert werden.
- Dies ist eine hinreichende, aber nicht notwendige Bedingung.

Virtuelle Maschinen

- Hypervisor-1 und Hypervisor-2



a

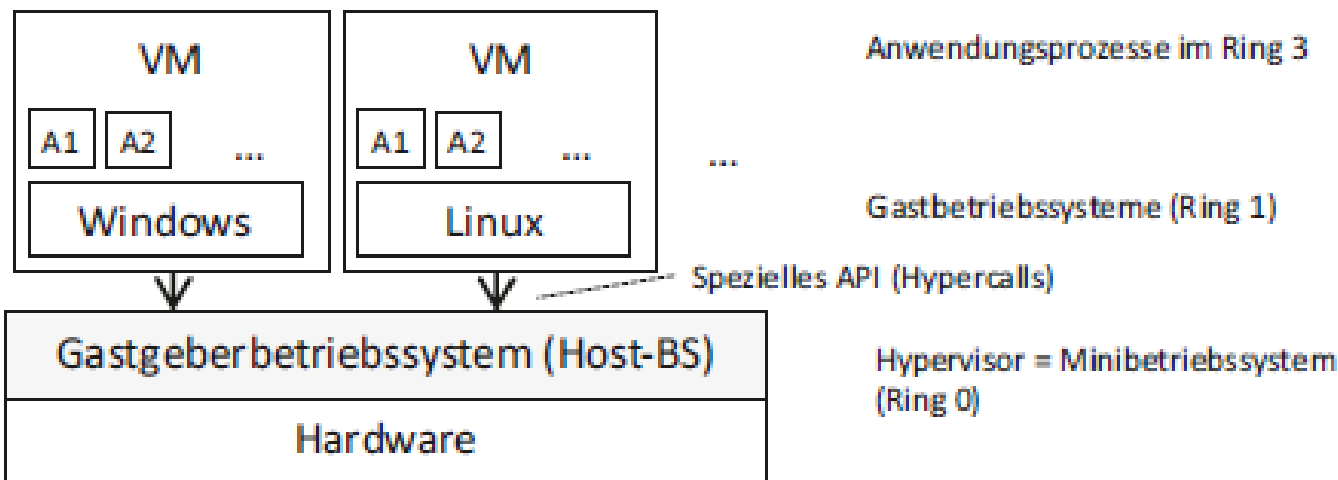


b

Abbildung 1.29: (a) Typ-1-Hypervisor (b) Typ-2-Hypervisor

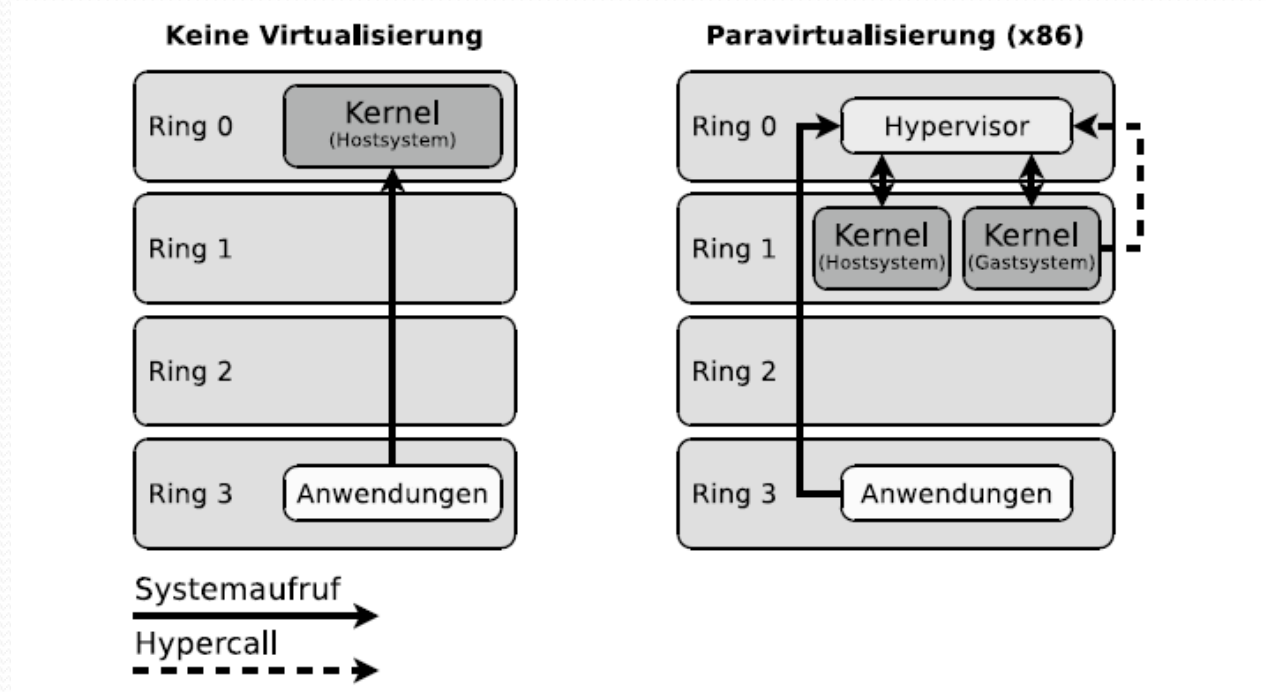
Paravirtualisierung

- Paravirtualisierung
 - Gastbetriebssystem verwendet eine abstrakte Verwaltungsschicht, den Hypervisor, um auf die Hardware zuzugreifen.
 - man benötigt drei Schutzringe.
 - Hypervisor auf Schicht 0,
 - Betriebssystem auf Schicht 1
 - Betriebssystem kann keine privilegierte Befehle ausführen. Daher werden vom Hypervisor Hypercalls zur Verfügung gestellt.



Paravirtualisierung

- Umsetzung der Systemaufrufe



- Beispiele für Paravirtualisierung:
 - Xen, Citrix XenServer, Virtual Iron und VMware ESX Server.

Aufgabe Virtualisierungsarten

- Erläutern folgende Virtualisierungsarten
 - Hardware-Virtualisierung
 - Betriebssystem-Virtualisierung
 - Speicher-Virtualisierung
 - Netzwerk-Virtualisierung
- Wo finden man diese Form der Virtualisierung und geben Sie auch Beispiele an.