



# Server-Virtualisierung

Leitfaden und Glossar

Version 2 April 2009

## ■ Impressum

- Herausgeber: BITKOM  
Bundesverband Informationswirtschaft,  
Telekommunikation und neue Medien e. V.  
Albrechtstraße 10 A  
10117 Berlin-Mitte  
Tel.: 030.27576-0  
Fax: 030.27576-400  
bitkom@bitkom.org  
www.bitkom.org
- Ansprechpartner: Holger Skurk  
Tel.: 030.27576-250  
h.skurk@bitkom.org
- Verantwortliches  
BITKOM-Gremium: AK Server- und Betriebskonzepte
- Redaktion: Frank Beckereit, Dimension Data Germany AG & Co.KG, Gerd Elzenheimer, Unisys GmbH;  
Albrecht Frei, Hewlett-Packard GmbH, Thomas Harrer, IBM Deutschland GmbH;  
Dr. Dietrich Schaupp, IBM Deutschland GmbH, Holger Skurk, BITKOM e.V.;  
Dr. Jens Timm, Fujitsu Technology Solutions GmbH, Carsten Unnerstall, Hewlett-Packard GmbH;  
Ralph Wölpert, Lampertz GmbH & Co. KG
- Redaktionsassistentz: Biliana Schönberg
- Stand: April 2009, Revision 2
- Gestaltung / Layout: Design Bureau kokliko / Anna Müller-Rosenberger (BITKOM)
- Copyright: BITKOM 2009

Die Version 2 des Leitfadens basiert auf der BITKOM-Publikation „Virtualisierung - Überblick und Glossar“ (Redaktion: Frank Beckereit, Dr. Ralph Hintemann, Thomas Harrer, Knut Müller, Bernhard Moritz, Ingolf Wittmann und Dr. Robert Zwickelpflug) von Juli 2006.

Die Inhalte dieses Leitfadens sind sorgfältig recherchiert. Sie spiegeln die Auffassung im BITKOM zum Zeitpunkt der Veröffentlichung wider. Der vorliegende Leitfaden erhebt jedoch keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Wir übernehmen trotz größtmöglicher Sorgfalt keine Haftung für den Inhalt.

Der jeweils aktuelle Leitfaden kann unter [www.bitkom.org/publikationen](http://www.bitkom.org/publikationen) kostenlos bezogen werden. Alle Rechte, auch der auszugswweisen Vervielfältigung, liegen beim BITKOM.

# Server-Virtualisierung

Leitfaden und Glossar

Version 2 April 2009

# Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
1.1	IT Virtualisierung	3
1.2	Server-Virtualisierung	4
1.3	Übersicht und Klassifizierung der Server Virtualisierung (Partitionierung)	5
2	Betriebsaspekte bei Virtualisierung	9
2.1	Management und Betrieb	9
2.2	Automatisierungsmöglichkeiten	9
2.2.1	Virtualisierung und Automatisierung	9
2.2.2	Automatisierung und Orchestrierung für höhere Effizienz im Rechenzentrum	10
2.2.3	Die Bedeutung von Automatisierung und Orchestrierung	10
2.2.4	Beispiele und Szenarien	10
2.3	Finanzielle Aspekte und Lizenzierung	12
2.3.1	Allgemeine Kostenbetrachtungen	12
2.3.2	Leistungsverrechnung	12
2.3.3	Lizenzierung von Software	13
2.4	Transition von physischen zu virtuellen Umgebungen	14
3	Glossar	16
4	Technologien und Produkte	22

# 1 Einleitung

## ■ 1.1 IT Virtualisierung

Virtualisierung ist in der Informationstechnologie (IT) angekommen. IT-Anwender in privaten und öffentlichen Sektoren flexibilisieren ihre IT-Systeme, um für ihre jeweilige Aufgabenstellung Innovationen zu ermöglichen und zu bewirken. Die Virtualisierung ermöglicht IT-Verantwortlichen, Effizienz und Effektivität, aber auch Flexibilität, Verlässlichkeit und Verfügbarkeit der IT zu steigern. Große Unternehmen und Behörden haben bereits umfangreiche Potenziale in konkreten Projekten realisiert, die durch Virtualisierung ermöglicht werden. Der Mittelstand und kleinere Organisationen folgen ihnen mittlerweile auf diesem Weg.

Virtualisierung gibt als Entwicklungsphilosophie die Richtung für viele Produkte der Software- und Hardwarehersteller vor. Qualität und Stabilität von Systemen und zugehörigen Produkten haben ein hohes Niveau erreicht. Man kann von einer breiten Industrieunterstützung für Virtualisierung sprechen. Das gesamte Konzept besitzt weiterhin ein signifikantes Entwicklungspotenzial; neue Ansätze für Virtualisierung und des Managements virtualisierter Infrastrukturen werden traditionelle Konzepte der IT in Zukunft nachhaltig verändern.

Virtualisierung ist eine Abstraktion: logische Systeme werden von der physischen Implementierung abstrahiert. Ressourcen werden dabei nicht dediziert sondern gemeinsam genutzt, also flexibler bereitgestellt und Kapazitäten besser ausgenutzt. Die intelligente Zuordnung und Verwaltung der Ressourcen ist eine wichtige Funktionalität innerhalb der Virtualisierung.

Im Vergleich zur Dedizierung bringt Virtualisierung technische und wirtschaftliche Vorteile. Die Nutzenbetrachtung von Virtualisierung ist vielfältig; unter anderem wird die Auslastung von IT-Ressourcen gesteigert, Flexibilität und Qualität erhöht und das Management der Systeme vereinfacht. Weitere positive Effekte ergeben sich in

diversen Szenarien bei Verbesserung der Verfügbarkeit, bei der Skalierung sowie bei Backup- und Recovery.

Virtualisierung spielt auf mehreren Ebenen der IT eine wichtige Rolle:

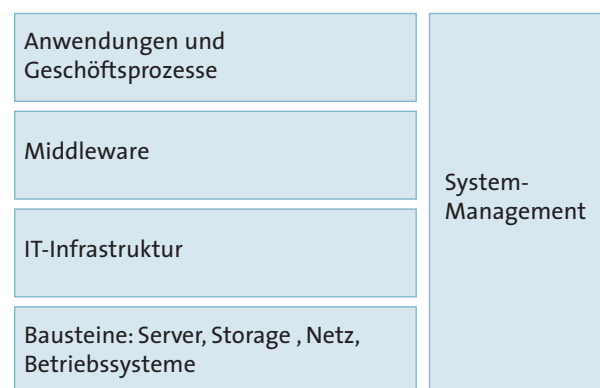


Abbildung 1: Einfaches Ebenenmodell für IT-Services

Eine wichtige Form von Virtualisierung realisieren die Bausteine der IT-Infrastruktur, als Virtualisierung innerhalb von Servern, Storage und Netzen, als Funktion der Hardware oder von Betriebssystemen, die zunehmend von integrierten Prozessoren und Logik-Bausteinen unterstützt wird.

Generell lassen sich drei Klassen der Virtualisierung ableiten: Aufteilung einzelner physischer Systeme in mehrere logische Systeme (Partitionierung), Verbindung mehrerer physischer Systeme zu größeren logischen Systemen (Aggregation) oder Abbildung unterschiedlicher Systemarchitekturen aufeinander (Emulation).

Die IT-Infrastruktur stellt im Grunde ein virtuelles System an sich dar, bei dem Virtualisierung bedeutet, dass aus einem Pool von Ressourcen eine komplette Ablaufumgebung für neue Anwendungen bereitgestellt werden kann, die aus Servern, Storage und Netzen besteht und sich in der Produktion gemäß vereinbarter Service-Levels dem jeweiligen Bedarf anpassen kann.

Virtualisierung ist auch für Middleware und Anwendungssysteme wichtig, die über Grid-, Cluster und Cloud-Computing-Lösungen oder über eine Komponentisierung von Anwendungen, die so genannte Serviceorientierte Architektur (SOA), zunehmend flexibilisiert und standardisiert werden. Auch hier liegen dieselben Konzepte zugrunde, die von einer Trennung der Logik vom konkreten, singulären System ausgehen.

Hemmend für die Virtualisierung sind unter anderem aktuelle Lizenzierungsmodelle für Software, starre Verrechnungsmodelle zwischen IT-Dienstleistern und Anwendern, teilweise fehlende Tools um Planung und Betrieb virtueller Umgebungen automatisieren zu können, sowie hohe Anforderungen nach Isolation und Einfachheit welche derzeit nicht von allen Plattformen und Produkten erfüllt werden (können).

## ■ 1.2 Server-Virtualisierung

Von allen Konzepten steht die Partitionierung von Servern bei allen Serverherstellern sowie bei Softwareanbietern derzeit im Fokus. Ziele der Partitionierung sind, mehrere Ablaufumgebungen gleichzeitig auf den physischen Servern zu betreiben um flexibler bei der Zuteilung von Ressourcen zu werden, die Auslastung zu erhöhen und damit die Kosten für die Hardware-Investition, Software-Lizenzen und Wartung zu optimieren sowie die Administration der Umgebungen zu vereinfachen.

Es gibt unterschiedliche Varianten von Virtualisierung, die teilweise miteinander kombiniert werden können und sich im Wesentlichen in technischen Konzepten und Details (siehe auch Kapitel 1.3) unterscheiden:

- **Physische Partitionierung**  
Die Virtualisierungsschicht ermöglicht die Partitionierung von Servern durch eine Trennung der zugrunde liegenden realen Baugruppen.
- **Hypervisorbasierende Virtualisierung**  
Hierbei wird eine hardwarenahe Virtualisierungsschicht implementiert, auf der Gastbetriebssysteme

laufen können. Anmerkung: Je nach eingesetztem Produkt ist hierfür teilweise eine Modifikation des Gastbetriebssystems notwendig (Paravirtualisierung). Moderne Prozessoren unterstützen die Virtualisierung in Hardware.

- **Virtualisierung in einem Trägerbetriebssystem**  
Eine Softwareschicht als Anwendung auf einem Trägerbetriebssystem stellt standardisierte virtuelle Maschinen zur Verfügung, in denen unterschiedliche Gastbetriebssysteme ohne Modifikation laufen können.
- **Betriebssystem-Virtualisierung**  
Bei der Betriebssystemvirtualisierung ist der Kernel des installierten Betriebssystems in der Lage, mehrere isolierte Umgebungen zu erzeugen. Diese sehen aus der Sicht der Anwendungen wie eigenständige Betriebssysteme aus.

Von der Virtualisierung der Serverhardware bzw. -betriebssysteme abgesehen, spielen die Bereiche Storage- und Netzwerk-Virtualisierung indirekt eine Rolle für die Servervirtualisierung und müssen bei einer Gesamtstrategie mit ins Kalkül gezogen werden.

Durch Middleware unterstützte Virtualisierung wie Grid- und Cloud-Computing, Cluster-Systeme für Lastverteilung oder die Abstraktion von Anwendungsumgebungen wie z.B. bei Java Virtual Machines spielen für Server ebenfalls eine große Rolle. Dies wird durch System-Management für virtuelle Umgebungen abgerundet. System-Management für virtuelle Systeme unterstützt Themen wie Steuerung und Überwachung von logischen und physischen Servern, Provisionierung von Anwendungsumgebungen, SLA- und Workload-Management mehrstufiger Anwendungen sowie Verbrauchsmessung und Kostenverrechnung.

Das Angebot für Server-Virtualisierung ist breit und fundiert, um damit bereits heute ein signifikantes Optimierungspotenzial für IT-Architekturen zu erschließen.

■ 1.3 Übersicht und Klassifizierung der Server Virtualisierung (Partitionierung)

Die in Kapitel 1.2 genannten vier Konzepte zur Servervirtualisierung (Partitionierung) können zwei grundlegenden Virtualisierungsschichten zugeordnet werden: der Virtualisierung oberhalb der Serverplattformen und der Virtualisierung oberhalb eines Trägerbetriebssystems, wobei beide Arten auch kombiniert werden können.

- **Physische Partitionierung (siehe Kapitel 1.2, Punkt 1)**  
Durch die Trennung aufgrund der realen Komponenten sind bei dieser Virtualisierung die einzelnen Ablaufumgebungen vollständig isoliert und können sich nicht gegenseitig stören. Einzelne Bausteine, z.B. Systemboards bestehend aus Prozessoren und Speicher, können in der Regel ohne Neustart des Betriebssystems hinzugefügt oder entfernt werden (Dynamik).

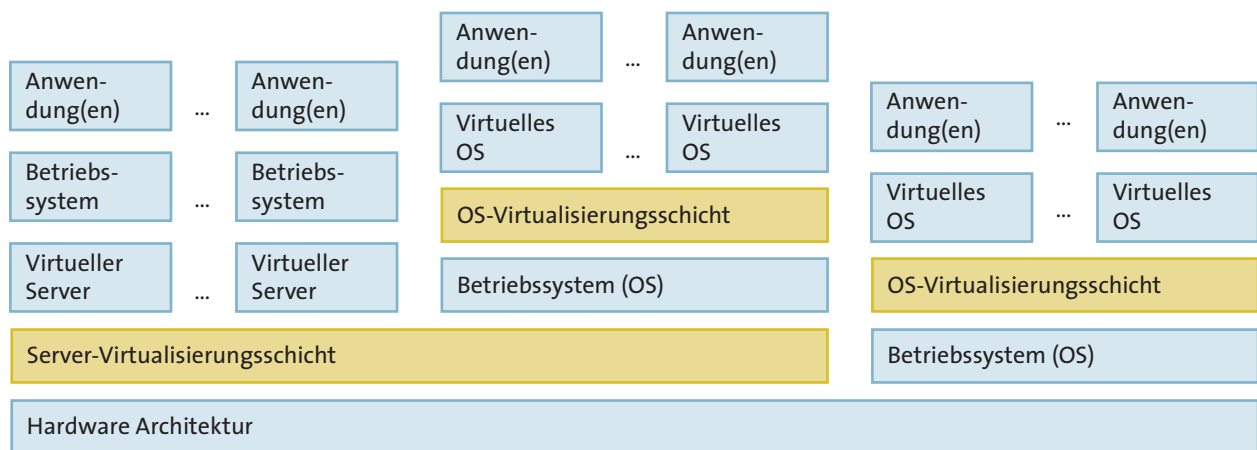


Abbildung 2: Varianten für die Platzierung der Virtualisierungsschichten

**Server-Virtualisierungsschicht**

Die Virtualisierung kann direkt auf der realen Hardwareplattform implementiert werden. Das Ergebnis dieser Virtualisierung sind virtuelle Server, in bestimmten Realisierungen auch mit virtuellen Maschinen bezeichnet. Diese virtuellen Server erben in vielen Fällen Eigenschaften der darunter liegenden realen Hardware. Einige dieser Eigenschaften sind z.B. Prozessortyp, Bitorientierung im Hauptspeicher, Typ der Adapterkarten. Auf diesen virtuellen Servern können dann die für diesen Typ zur Verfügung stehenden Betriebssysteme installiert werden.

Bei der Art der Implementierung dieser Virtualisierung kann wiederum zwischen verschiedenen Varianten unterschieden werden.

- **Hypervisor-basierende Partitionierung (siehe Kapitel 1.2, Punkt 2)**  
Die Virtualisierungsschicht implementiert ausschließlich Funktionen zur Zuordnung von physischen Ressourcen zu den virtuellen Servern (weniger als 1/100 des Umfangs eines Betriebssystems). Sie läuft direkt auf der realen Hardware. Falls die entsprechende Prozesstechnologie verschiedene Ebenen von Privilegien unterstützt, kann sie eine sehr gute Isolation der virtuellen Server erreichen. Ressourcen wie Prozessoren, Speicher oder IO-Adapter können dabei feingranular (häufig ohne Neustart des Betriebssystems) hinzugefügt oder entfernt werden. Teilweise können die Ablaufumgebungen auf einen gemeinsamen Pool von Ressourcen zugreifen und Lastausgleich erreichen.

■ **Virtualisierung in einem Trägerbetriebssystem (siehe Kapitel 1.2, Punkt 3)**

Die Virtualisierungsschicht implementiert ebenfalls die virtuellen Server. Dabei nutzt sie jedoch die Ablaufumgebung und einige Basisfunktionen eines Trägerbetriebssystems. Die Isolation der virtuellen Server ist dabei nicht so ausgeprägt wie bei der Hypervisor-basierenden Virtualisierung.

**OS-Virtualisierungsschicht (siehe Kapitel 1.2, Punkt 4)**

Das Betriebssystem stellt isolierte Umgebungen zur Verfügung, die aus Sicht der Anwendung wie eigene Betriebssysteme aussehen, die aber real im selben Betriebssystem laufen. Die virtuellen Umgebungen erben dabei Eigenschaften und Funktionen des darunter liegenden Betriebssystems wie z.B. die Version des Betriebssystems, Patchstände oder Systembibliotheken. Die Umgebungen haben unabhängige Namensräume, Dateisysteme, Benutzer, Software-Installationen und Netzadressen. Sie können von verschiedenen Administratoren betreut werden.

Im Folgenden sind diese vier beschriebenen Implementierungsvarianten graphisch und tabellarisch dargestellt:

Die Wahl der entsprechenden Implementierungsebene ist durch den Einsatzzweck bestimmt. So steht bei der Virtualisierung auf Server-Ebene die Option verschiedener Betriebssysteme bzw. Betriebssystemversionen (Flexibilität) im Vordergrund und nimmt die dazugehörige individuelle Administration in Kauf. Die Virtualisierung auf OS-Ebene zielt in erster Linie auf eine vereinfachte Administration bei individuellen Ablaufumgebungen. Sie erfordert dazu eine einheitliche OS-Basis und akzeptiert damit die Verringerung der Flexibilität.

Prinzipiell sind beide Arten der Virtualisierungsschichten kombinierbar. Der gleichzeitige Einsatz muss durch entsprechenden Produkte und einer damit verbundenen Unterstützungsleistung für produktive Umgebungen gewährleistet sein.

Eine weitere nützliche Forderung an virtuelle Umgebungen ist ihre Mobilität (Re-provisioning). Um beispielsweise eine Technologiemigration zu unterstützen, ist es nützlich, virtuelle Server von einem realen System (unterbrechungsfrei) auf ein anderes verschieben zu können. Ebenso könnte eine Verschiebung von virtuellen Umgebungen die Migration einer Anwendung auf ein neues Betriebssystem erleichtern. Verschiedene Ansätze und Lösungen sind auf dem Markt verfügbar.

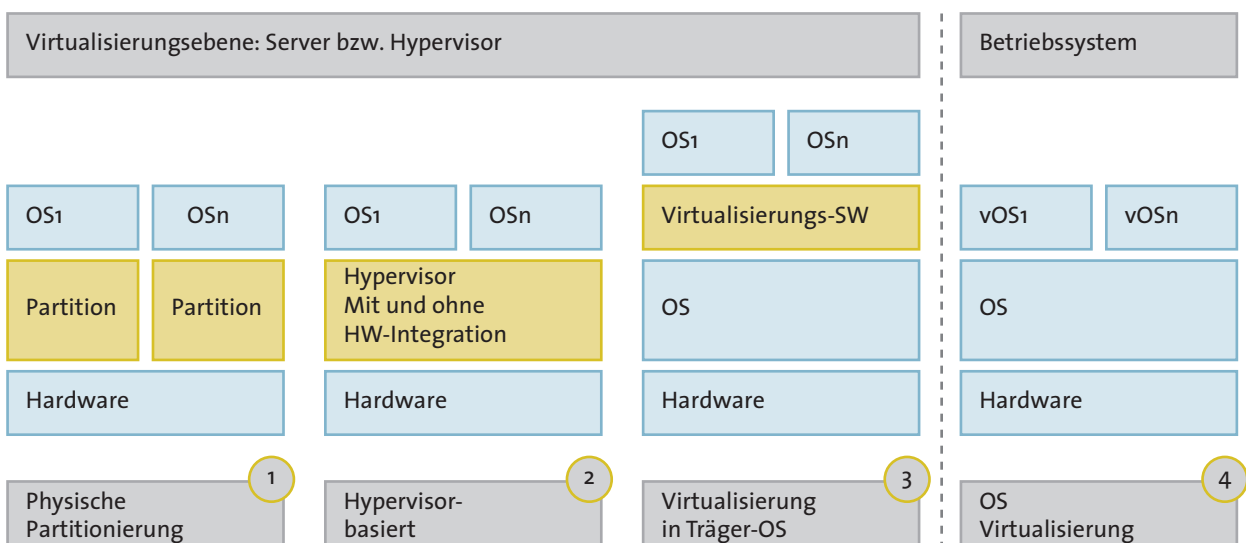


Abbildung 3: Übersicht der Virtualisierungsvarianten

Mit dem Kriterienkatalog in Tabelle 1 lassen sich die die Server-Virtualisierungs-Ansätze bewertend darstellen, siehe dazu Tabelle 2.

Mögliches Kriterium	Wert
Virtualisierungsschicht	Serverebene (Hypervisor, OS basierend), Betriebssystem-Ebene
Granularität der Ressourcen (CPU, Hauptspeicher, Adapter (IO))	Baugruppen (Boards), Ressource, Subressource
Zuordnung virtueller und realer Ressourcen (CPU, Hauptspeicher, Adapter (IO))	1:1, Pool (shared)
Isolation der Partitionen	Sehr hoch, hoch, mittel, gering
Dynamische Partionierung	Ja (Start/Stop), Ja (im laufenden Betrieb), Nein
Mobilität, Verschiebbarkeit der VM zwischen physischen Servern	Ja (im laufenden Betrieb) / Nein
Unterstützung mehrerer (Gast)-OS	Ja, Nein

Tabelle 1: Kriterienkatalog für Virtualisierung

Kriterium	Physische Partitionierung	Hypervisor-basierende Partitionierung	Virtualisierung innerhalb eines Träger-Betriebssystems	Betriebssystem-Virtualisierung
Varianten	Cluster Computing	Mikropartitionen Paravirtualisierung	Emulation	Workload Management Emulation
Virtualisierungsschicht	Serverebene (passiver Hypervisor)	Serverebene (aktiver Hypervisor)	Serverebene (OS basierend)	OS-Ebene
Granularität	Baugruppen	Ressource/ Subressource <sup>1</sup>	Ressource/ Subressource <sup>1</sup>	Ressource/ Subressource <sup>1</sup>
Zuordnung Ressourcen	1:1	Pool <sup>1</sup>	Pool <sup>1</sup>	Pool <sup>1</sup>
Isolation	sehr hoch (HW)	Hoch <sup>1</sup>	Mittel	Gering
Dynamik	Ja <sup>1</sup>	Ja <sup>1</sup>	Ja <sup>1</sup>	Ja <sup>1</sup>
Mobilität	Nein	Ja <sup>1</sup>	Ja <sup>1</sup>	Ja <sup>1</sup>
Verschiedene Gast-OS	Ja	Ja	Ja	Nein

<sup>1</sup> Je nach Implementierung.

Kriterium	Physische Partitionierung	Hypervisor-basierende Partitionierung	Virtualisierung innerhalb eines Träger-Betriebssystems	Betriebssystem-Virtualisierung
Beispiele/ Plattformen	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Bull NovaScale: FAME</li> <li>■ Fujitsu-Siemens Primepower: PPAR</li> <li>■ HP 9000/Integrity Server:nPAR</li> <li>■ Sun Fire Server: System Domains</li> <li>■ Sun Dynamic System Domains</li> <li>■ Unisys Cellular Multiprocessing</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Citrix / Open-Source: XEN</li> <li>■ IBM Systems: LPAR/DLPAR/Micropartitions</li> <li>■ IBM: z/VM</li> <li>■ Microsoft Hyper-V</li> <li>■ Sun Logical Domains (LDOMs)</li> <li>■ Sun xVM Server</li> <li>■ VMware ESX</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Microsoft Virtual Server</li> <li>■ Sun xVM Virtualbox</li> <li>■ VMware Server</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ FreeBSD Jails</li> <li>■ IBM AIX: WPAR</li> <li>■ IBM PowerVM Lx86</li> <li>■ SUN Solaris: Container</li> </ul>

Tabelle 2: Virtualisierungsvarianten mit Kriterienbewertung

## 2 Betriebsaspekte bei Virtualisierung

Nach umfangreichen Fortschritten bei den Virtualisierungstechnologien in den letzten Jahren verschiebt sich der Fokus von Herstellern und IT-Dienstleistern auf Betriebsaspekte wie das Management virtueller Umgebungen und die Automatisierung von Abläufen. Weitere wichtige Themen sind die finanziellen Aspekte der Virtualisierung und der Übergang von physischen auf virtuelle Infrastrukturen.

### ■ 2.1 Management und Betrieb

Nach einer jahrzehntelangen Entwicklung der Virtualisierungstechnologien im Server-Umfeld bietet der Markt heute ein breites und ausgereiftes Portfolio an Virtualisierungstechnologien. Während viele Unternehmen anfänglich Virtualisierung in weniger kritischen Umgebungen wie Entwicklungs-, Test- und Backupsystemen eingesetzt haben, wurde das Einsatzspektrum mittlerweile auf Standard- und Produktivsysteme ausgedehnt.

Auch unter dem Aspekt der Energieeffizienz ist der Einsatz von virtuellen Systemen sinnvoll und hat in den letzten Jahren für eine geradezu explosionsartige Vermehrung dieser Systeme gesorgt.

In diesem Zusammenhang ist schnell klar geworden, dass virtuelle Systeme durchaus vergleichbare Betriebsanforderungen haben wie physische Maschinen. Im Gegensatz dazu ist jedoch ein sehr straffes Lifecycle-Management erforderlich, da ansonsten gerade nicht mehr benötigte Test- und Demosysteme sehr schnell die verfügbare Hardware unnötig belegen.

Eine weitere Herausforderung ist es, in größeren virtuellen Umgebungen die Übersicht über installierte Physik und zugeordnete virtuelle Systeme zu behalten. Die Hersteller bieten hier mittlerweile eine Vielzahl von Managementsystemen an. Diese stellen die Installationen grafisch dar, installieren oder deinstallieren virtuelle Instanzen (halb-)automatisch, können laufende virtuelle Instanzen

zwischen physischen Systemen im Betrieb verschieben oder kümmern sich um automatischen Lastausgleich.

Einige dieser Managementsuiten binden dabei auch die angebotenen Storage-Systeme oder Netzwerkkomponenten mit ein. Ebenso sind die Unterstützung von Backup- und Fail-over-Mechanismen oftmals Teil des Funktionsumfangs.

Ebenso ist dem Lizenzmanagement besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Da virtuelle Maschinen oftmals mittels Templates (halb-)automatisch installiert werden, gerät das Management der zugeordneten Lizenzen schnell in Vergessenheit. Auch hier sind wieder gerade die Test-, Demo- und Backupsysteme betroffen, die in vielen aber Fällen keinen (dauerhaften) Produktivstatus haben, dennoch eine Lizenz erfordern.

### ■ 2.2 Automatisierungsmöglichkeiten

#### 2.2.1 Virtualisierung und Automatisierung

Unternehmen wenden derzeit bis zu 90% ihres IT Budgets für den Betrieb ihrer IT auf. Dabei werden heute noch sehr viele Tätigkeiten im IT-Betrieb manuell ausgeführt beziehungsweise manuell angestoßen. Dieses gilt insbesondere für den Transport, das Aufstellen, das Verkabeln aber auch für die Administration von Infrastruktur-Komponenten. Es stellt sich deshalb die Frage: Wie können die Kosten des IT Betriebs erheblich gesenkt werden?

Viele Arbeitsabläufe in der IT zeichnen sich dadurch aus, dass sie wiederholt durchgeführt werden. Durch die Automatisierung solcher Prozessabläufe können im erheblichen Umfang Kosten eingespart werden. Automatisierung bedeutet dabei, dass Arbeitsabläufe durch vorab festgelegte Aktionen von Maschinen selbstständig ausgeführt und somit keine mühsame und zeitraubende Handarbeit anfällt.

Aufgrund komplexer Abhängigkeiten und der Tatsache, dass manuelle Tätigkeiten weiterhin erforderlich sind, ist es sehr schwierig, die Administrationsaufgaben einer physischen Infrastruktur vollständig zu automatisieren. Durch Virtualisierung werden nun die Hardware-Abhängigkeiten von der physischen Infrastruktur beseitigt, so dass das früher nur schwer erreichbare Ziel der Automatisierung leichter realisierbar wird.

Virtualisierung liefert somit einen grundlegenden Beitrag für die Automatisierung des Rechenzentrums.

## 2.2.2 Automatisierung und Orchestrierung für höhere Effizienz im Rechenzentrum

Im Einzelnen liegt der Schwerpunkt der Automatisierungsmöglichkeiten im Rechenzentrum auf Wiederverwendung von Ressourcen (Re-Purposing), Orchestrierung und Workflow, IT-Service-Governance, Ressourcenauslastung und Bereitstellung (Provisioning).

### Wiederverwendung

Hierbei geht es darum, heterogene Umgebungen von Servern, Netzwerken und Speichern als Pool zu verwalten und Server automatisch und bedarfsabhängig bereitzustellen oder für neue Zwecke nutzbar zu machen. Dabei wird das Fehlerrisiko gegenüber einer manuellen Konfiguration reduziert. Gleichzeitig wird die bedarfsweise Neukonfiguration ohne Mehraufwand ermöglicht.

### Orchestrierung/Workflow

Bei der Orchestrierung werden IT-Prozesse über alle Komponenten der IT-Infrastruktur hinweg automatisiert. Die Fähigkeit zum Definieren, Erstellen, Orchestrieren, Verwalten und Dokumentieren von IT-Workflows wird auch als „Run Book“-Automatisierung (Run Book Automation, RBA) bezeichnet. Sie gestattet eine dynamische, auf Richtlinien basierende Kontrolle und sorgt für höhere Effizienz beim IT-Betrieb.

### IT-Service-Governance

Im Rahmen der IT-Service-Governance werden die Bereiche verwaltet, in denen sich IT-Aufgaben und

geschäftliche Prioritäten überschneiden. Sie dient der zentralen Koordination der Infrastruktur und sorgt in Kombination mit Orchestrierung zur automatischen Erfüllung von Service-Level-Vorgaben.

### Ressourcenauslastung und -Bereitstellung

Über entsprechende Prozesse und Abläufe kann die Administration des gesamten Server-/ Anwendungs-Lebenszyklus' über heterogene Systeme hinweg automatisiert werden. Dies gilt sowohl für physische als auch virtuelle Ressourcen. Dadurch wird eine schnelle und präzise Konfigurationsverwaltung für das Rechenzentrum möglich. Gleichzeitig wird sichergestellt, dass Änderungen gemäß bewährter Vorgehensweisen (Best-Practises) und den Unternehmensrichtlinien, sowie unter Einhaltung behördlicher Vorgaben erfolgen.

## 2.2.3 Die Bedeutung von Automatisierung und Orchestrierung

Automatisierung und Orchestrierung bieten die Möglichkeit eine regelbasierte Ressourcenverwaltung physischer und virtueller Systeme mit den Geschäftsanforderungen in Einklang zu bringen. Gemeinsam gestatten sie, diejenigen Bereiche der Infrastruktur zu erkennen, welche die größten Kosten verursachen und die geringste Produktivität aufweisen. Es können dann die erforderlichen Maßnahmen ergriffen werden, um diese Bereiche zu optimieren und die Effizienz zu steigern. Durch die umfassende Einbindung der gesamten IT-Infrastruktur bieten Automatisierung und Orchestrierung ideale Möglichkeiten zur Verbesserung des Betriebs und zur Verringerung der Kosten.

## 2.2.4 Beispiele und Szenarien

Die nachstehenden Beispiel-Szenarien können den geschäftlichen Nutzen der IT steigern, während gleichzeitig Ressourcen optimiert, die Administration vereinfacht, der Verbrauch von Energie und Ressourcen gesenkt und Kosten reduziert werden.

### Automatisierte Wiederverwendung für Test- und Entwicklungsumgebungen

An Entwicklungs- und Testumgebungen werden hohe Anforderungen bezüglich der Flexibilität gestellt. Unterschiedliche Ausprägungen von Entwicklungs- und Testumgebungen sollen mit geringem Hardware-Einsatz und hohem Grad an Wiederverwendung automatisch bereitgestellt werden können. Virtualisierung bricht die enge Verzahnung zwischen Betriebssystem, Server, Netzwerk, Speicher und Applikation auf. Dadurch wird es möglich, innerhalb weniger Minuten Ressourcen neu zu konfigurieren. Darüber hinaus sorgt die Automatisierung für eine optimale Auslastung von Servern, fehlerfreie Neukonfiguration und schnelle Bereitstellung zusätzlicher Serverleistung bei Bedarf.

### Automatisierte Wiederverwendung für Disaster-Recovery

Durch den Einsatz von Automatisierungslösungen im Zusammenhang mit Virtualisierung kann die Gesamtzahl der Server, die für die Wiederherstellung nach Ausfällen vorgehalten werden müssen, reduziert werden. Automatisierung eröffnet außerdem die Möglichkeit, bei Bedarf sofort weitere Server verfügbar zu machen, z. B. aus der Test- und Entwicklungsumgebung, um die Leistungslücke zu schließen. Durch die Reduzierung der Anzahl ungenutzter Disaster-Recovery-Server und der zugehörigen Lizenzen sorgt eine Automatisierungslösung darüber hinaus für geringere Kosten, Optimierung der Ressourcen sowie einen verbesserten Risikoschutz.

### Automatisierte Wiederverwendung für mehr Produktionseffizienz

Server werden einmalig im Rack installiert und verkabelt. Die Änderung der Software, der Netzwerkanschlüsse, von Speicherzugriff und Energieversorgungs-Status erfolgt in Echtzeit nach Bedarf. Automatisierung hilft Ressourcen optimal zuzuweisen, die Infrastruktur nach Ausfällen schnell wiederherzustellen und die Betriebsabläufe zur Reduzierung von Risiken und Kosten bei gleichzeitiger Verbesserung der Servicequalität (Quality of Service) zu optimieren.

### Automatisierung im Konfigurations-Management

Automatisierung eröffnet die Möglichkeit, zuverlässige Administrationsfunktionen für die Initialisierung von Servern und Anwendungen, die Einhaltung von Compliance-Vorgaben zu gewährleisten sowie die Verteilung von Software – und zwar über physische und virtuelle Umgebungen hinweg – zu vereinfachen. Durch die erhöhte Geschwindigkeit und Präzision, mit der Systeme bereitgestellt und geändert werden, sinken die Betriebskosten deutlich. Darüber hinaus können Best-Practices leichter umgesetzt werden.

### Rechenzentrumsmigration

Hierbei wird die effiziente und kostengünstige Migration einer IT-Infrastruktur durch die Wiederverwendung vorhandener Server und Zusammenfassung der Ressourcen verschiedener Standorte zu einem Pool, ohne Auswirkungen auf den Geschäftsbetrieb ermöglicht. Auf diese Weise können die Rechenzentrumsmigration beschleunigt, die Risiken verringert und die Kosten eingedämmt werden.

### Server als Utility

Durch die Zusammenfassung von Ressourcen zu einem Pool an einem Standort oder im Rechenzentrum eines Service-Providers ermöglicht diese Lösung eine äußerst effiziente automatische Bereitstellung und Kapazitätsverwaltung. Da der Nutzer nur für die Ressourcen zahlt, die er tatsächlich verwendet, kann er variablen Bedarf, insbesondere Bedarfsspitzen, ohne unnötige Investitionen abdecken.

### Orchestrierte Ressourcenbereitstellung

Automatisierung kann die Bereitstellung virtueller Systeme vereinfachen, wenn z.B. Benutzer im gesamten Unternehmen über ein Self-Service-Portal Ressourcen anfordern können. Durch integrierte Methoden zur Einhaltung von Richtlinien werden Anforderungen automatisch autorisiert, bereitgestellt, geliefert, abgerechnet und in den Ressourcenpool zurückgeführt, sobald sie nicht mehr benötigt werden.

## Orchestrierte Disaster-Recovery und Business Continuity

Durch Automatisierung können Failover- und Failback-Prozesse sowie Disaster-Recovery- und Business-Continuity-Vorgänge vereinfacht und beschleunigt werden. Auf Grundlage vordefinierter Service Level für die Wiederherstellung erkennt die Infrastruktur automatisch Fehlerbedingungen und leitet die erforderlichen Maßnahmen ein (Benachrichtigung, Fehlerverifizierung, Ursachenermittlung, Lösungsabstimmung und Genehmigung), bevor anschließend der Fehler behoben wird. Außerdem können Ausfallzeiten und Leerlauf im Unternehmen reduziert und Wiederherstellungsfehler vermieden.

## ■ 2.3 Finanzielle Aspekte und Lizenzierung

### 2.3.1 Allgemeine Kostenbetrachtungen

Ein wesentliches Kriterium bei der Nutzung und Einführung neuer IT-Technologien im Geschäftsumfeld sind die wirtschaftlichen Aspekte. Virtualisierung bietet hier ein enormes Potential. Wichtige Parameter sind die Gesamtkosten (Total Cost of Ownership, TCO) und die Rendite (Return on Investment, ROI) welche bei der Entscheidung für eine Virtualisierungslösung eine große Rolle spielen.

Im Wesentlichen sollen IT-Ressourcen optimal ausgelastet werden, Server- und Speicherkapazitäten je nach Bedarf flexibel anzupassen sein und die Administrationskosten sollen nach Möglichkeit gesenkt werden.

Um Belastungsspitzen abzudecken, sind die einzelnen Systeme oft für den „normalen“ Betrieb deutlich überdimensioniert. So laufen beispielsweise Server meist nur mit einer durchschnittlichen Auslastung von 20 bis maximal 30 Prozent. Dagegen werden bei der Virtualisierung die logischen Funktionen von Servern, Speichern oder anderen Systemen von den physischen Einheiten getrennt. So stehen Ressourcen in virtuellen Pools unternehmensweit zur Verfügung. Wo früher eine Anwendung fest an einen Server gebunden war, wird sie nun dort ausgeführt, wo im Server-Pool Rechenkapazitäten frei

sind. Insgesamt sorgt die Virtualisierung so für eine verbesserte Auslastung von IT-Ressourcen.

Die bessere Auslastung von Systemen wiederum führt dazu, dass insgesamt weniger Systeme benötigt werden. Damit fallen nicht nur geringere Kosten für die Anschaffung an, sondern auch für den Betrieb und das Management der IT-Infrastruktur.

Ein weiterer Vorteil besteht in der einfacheren Administration in einer virtualisierten Umgebung. So können neue Server sehr schnell aufgesetzt (Deployment) und in Betrieb genommen werden. Durch eine bessere Auslastung, der Verringerung des Platzbedarfs im Rechenzentrum, einer Senkung der Strom- und Kühlungskosten und einer Vereinfachung des Managements werden ebenfalls Kosten gesenkt.

Mit der Virtualisierung können daher zentrale IT Business Ziele wie:

- Kostenreduktion
  - Erhöhte Handhabbarkeit
  - Erhöhte Stabilität und damit erhöhte Verfügbarkeit
  - Erhöhte Performance
  - Erhöhte Flexibilität
  - Schnelleres Deployment
- sehr effizient erreicht werden.

In Virtualisierungsprojekten gibt es bezüglich der Finanzen zwei Herausforderungen: Zum einen macht es Virtualisierung erforderlich, die interne Leistungsverrechnung anzupassen, zum anderen müssen veränderte Modalitäten der Lizenzierung von Software berücksichtigt und eventuell angepasst werden. Diese beiden Aspekte werden in den folgenden Abschnitten diskutiert.

### 2.3.2 Leistungsverrechnung

Um die Vorteile der Virtualisierung an verschiedene Nutzergruppen weitergeben zu können, reicht eine traditionelle Leistungsverrechnung nicht mehr aus. Traditionell werden in nicht-virtualisierten Infrastrukturen die Kosten nach dedizierten Einsatzgebieten verrechnet. Solange

jeder IT-Service eine eigene Infrastruktur nutzt, werden die Abschreibungskosten für Server, Storage, Netze und für Software-Lizenzen, Wartungs- und Supportkosten, Personalkosten für Bereitstellung, Betriebs- und Projektleistungen sowie sonstige Kosten für Energie, RZ-Fläche, Gebäudetechnik, Netztechnik usw. dediziert einem IT-Service zugewiesen. Bei gemeinsam genutzten aber eher statischen Ressourcen wie z.B. der RZ-Fläche, reichen einfache Umlageverfahren wie z.B. die durchschnittlichen Kosten pro Flächeneinheit um die Kosten auf verschiedene Services aufzuteilen.

Im Gegensatz dazu werden in virtualisierten Infrastrukturen die Ressourcen gemeinsam und dynamisch genutzt. In diesen Fällen sollte die Leistungsverrechnung von einer statischen Verrechnung auf eine verursachergerechte Verrechnung umgestellt werden. Unterschiedliche Nutzergruppen können die gemeinsame Infrastruktur unterschiedlich stark nutzen – nur wenn die Kostenverrechnung die unterschiedliche Nutzung berücksichtigt, können die Kosten gerecht weitergegeben werden und alle Nutzer von den Vorteilen der virtuellen Infrastruktur profitieren.

In Server-Umgebungen zeichnet sich ein Trend ab, den Ressourcenverbrauch zu messen, um eine Grundlage für die Leistungsverrechnung zu schaffen. Gemessene Ressourcen können sein: CPU-Nutzung, Speicher-Nutzung, IO-Nutzung – relativ zur Qualität der Infrastruktur und im Rahmen der Service Level Agreements, die das Verhalten des IT-Service bezüglich Performance, Hochverfügbarkeit und Disaster-Schutz definieren. Dazu kommen für Storage die genutzte Kapazität für Disk und Tape und Zusatzleistungen wie Datensicherungen und Archivierungen.

Eine Leistungsverrechnung wird dann eine Kombination aus statischer Zuordnung von Kosten und anteiligen Kosten aufgrund von gemessenen Verbräuchen sein. Vorteile der Verbrauchsmessung sind die Verursachergerechtigkeit und die Transparenz von Verbräuchen und Auslastungen. Um richtig budgetieren und kalkulieren zu können, sind Prognosen über die durchschnittliche Auslastung von Ressourcen erforderlich. Das Kostenmodell wird dann ähnlich

wie Stromkosten aus einer Grundgebühr (fixe Kosten für Bereitstellung) und einer variablen Gebühr nach Verbrauch bestehen. Schwierigkeiten bestehen dann, wenn heterogene Ressource wie z.B. CPUs unterschiedlicher Bauart oder Herstelldatum verglichen werden müssen. Um diese Schwierigkeit zu meistern ist eine Normierung von Kapazitäten und Verbrauchswerten sinnvoll.

### 2.3.3 Lizenzierung von Software

Durch Virtualisierung ist es sehr schnell möglich, die Zahl der Server und damit die Zahl der Instanzen von Betriebssystemen und Anwendungen dem Bedarf des Unternehmens anzupassen. Durch die Leichtigkeit, mit der virtuelle Maschinen eingerichtet, kopiert, verschoben oder auch gelöscht werden können, sollte dem Thema Lizenzierung von Software besonderes Augenmerk gewidmet werden.

Für die Virtualisierungsprodukte selbst sind verschiedene Lizenzmodelle gebräuchlich. Es gibt zum einen die freien Virtualisierungslösungen, die oft unter der GNU General Public License (GPL) veröffentlicht werden. Weiterhin sind zahlreiche kommerzielle Produkte mit jeweils eigenen Lizenzmodellen am Markt, so dass der Anwender die für ihn optimale Kombination aus Leistungsmerkmalen und Lizenzmodell auswählen kann.

Für Betriebssysteme und Anwendungssoftware sind ebenfalls verschiedene Lizenzierungsmodelle vorhanden. Diese unterscheiden meist nicht zwischen virtuellen und physikalischen Systemen. Somit sind bereits vorhandene Methoden und Werkzeuge für das Lizenzmanagement auch für virtuelle Server nutzbar. Die Herausforderung besteht allerdings darin, die Flexibilität bei der Serverzahl auch im Lizenzmanagement abzubilden.

Eine zentrale Lizenzverwaltung z.B. via Floating Licence Server kann hier den Aufwand minimieren und die benötigte Dynamik bereitstellen. Weiterhin werden mit zunehmender Verbreitung der Virtualisierung immer mehr Softwareanbieter virtuelle Umgebungen in ihren Lizenzbedingungen berücksichtigen und damit dem Anwenderverhalten weiter entgegenkommen.

## ■ 2.4 Transition von physischen zu virtuellen Umgebungen

Der Übergang auf eine virtuelle Umgebung besteht aus zwei Teilen: erstens aus der Konsolidierung und Migration vorhandener Systeme auf die Zielumgebung und zweitens aus der Planung und Implementierung neuer Systeme in der Zielumgebung. Eine zukünftige virtuelle Infrastruktur sollte so konzipiert sein, dass sie die Anforderungen der vorhandenen und der mittelfristig bereitzustellenden Systeme erfüllen kann. Neben Kapazitätsanforderungen gehören dazu Verfügbarkeits-, Skalierbarkeits-, Flexibilitäts- und Disaster-Recovery-Anforderungen.

Der Übergang zu virtuellen Umgebungen kann in mehreren Einzelschritten vorgenommen werden. Der Übergang kann innerhalb einer Systemarchitektur erfolgen, oder es kann beim Übergang gleichzeitig die Systemarchitektur gewechselt werden. Falls die technologischen Voraussetzungen gegeben sind, können frei werdende physische Systeme in die virtualisierte Zielinfrastruktur eingebunden werden.

Um vorhandene Systeme konsolidieren und auf virtuelle Umgebungen abbilden zu können, ist eine detaillierte Analyse des Bestandes erforderlich. Dabei werden wichtige Informationen erhoben; unter anderem die vorhandene Anwendungs- und Systemsoftware, Versionsstände, Konfigurationen und Kapazitäten, Verbindungen in das LAN und SAN, sowie die Auslastung der CPU- und Speicherressourcen und eventuell der Netz- und Storage-I/O-Ressourcen. In den Überlegungen sollten die technologischen Grenzen der Zielumgebungen berücksichtigt werden. Insbesondere Umgebungen, die eine hohe CPU- und Hauptspeicher-Skalierbarkeit und eine hohe I/O-Leistung erfordern, können die Eigenschaften einzelner Virtualisierungstechnologien zu limitierenden Faktoren werden.

Ähnliche Analyseschritte sollten auch für neue Systeme durchgeführt werden, die in eine bestehende oder neue virtualisierte Infrastruktur integriert werden sollen. Da für neue Systeme in der Regel wenig Erfahrungen über die Kapazitätsanforderungen vorliegen, sollte hier anfangs

mit Sicherheitspuffern gerechnet werden, die mit wachsender Erfahrung angepasst werden können.

Für die Zielumgebung sollte eine mittelfristige Kapazitätsplanung etabliert werden. Die Planung von Kapazitäten kann sich in virtuellen Umgebungen gegenüber physischen Systemen vereinfachen, da bei den technischen Kapazitäten die Systeme nicht mehr einzeln betrachtet und geplant werden müssen, sondern gemeinsam als Überlagerung eines Gesamtkapazitätsbedarfs.

Beim Umzug von existierenden physischen Systemen auf eine virtualisierte Zielumgebung gibt es mehrere Ansätze. Zwei wichtige sind:

- Das komplette System inklusive Daten, Anwendungen und Betriebssystem von einer bestehenden physischen Umgebung auf eine virtuelle Maschine umzuziehen. Ein Vorteil dieses Ansatzes liegt darin, dass die Umgebung vollständig umgezogen wird und alle Parameter und Software-Versionen exakt erhalten bleiben. Nachteile können sein, dass Inkompatibilitäten von Treibern den Umzug erschweren und dass relativ alte Release des Betriebssystems und der Anwendungen weiterhin eingesetzt werden. Der Ansatz eignet sich nur beim Übergang innerhalb einer Systemarchitektur.
- Die virtuelle Zielumgebung neu aufzubauen, eine möglichst aktuelle Version von Betriebssystem, Treibern (z.B. als Standard-Image) und Anwendungssoftware neu zu installieren und anschließend Daten und Konfigurationen zu migrieren. Ein Vorteil ist, dass mit diesem Ansatz auch ein Architekturwechsel durchgeführt werden kann. Ein weiterer Vorteil ist, dass die Zielumgebung auf einem aktuellen und möglichst im Unternehmen standardisierten Stand aufsetzen kann und dass kein Eingriff in die Quellumgebung stattfinden muss. Ein Nachteil ist, dass der Aufwand für Testen der Zielumgebung und für die Durchführung der Migration höher sein kann.

Erste Lösungen nach dem ersten Ansatz für einen vollautomatisierten Umzug zeichnen sich am Markt ab. Dabei

werden alle Daten (inklusive versteckter Filesysteme), Applikationen und das darunter befindliche Betriebssystem automatisch von der Hardware und deren Treibern getrennt und zu einer logischen Servereinheit zusammengefasst. Diese kann nun frei auf einen virtuellen Server verschoben, oder sogar geklont werden. Durch diese Technologie ist es möglich, die Applikationen mit allen Einstellungen von der physischen Server-Hardware zu trennen.

## 3 Glossar

Applikationsvirtualisierung	Speziell unter Microsoft Windows sind Anwendungen sehr tief mit dem Betriebssystem integriert und legen ihre Konfigurationsdaten in der Registry gemeinsam ab. Daraus ergibt sich eine starke Beeinflussung von Anwendungen untereinander. Um dies zu verhindern werden Anwendungen in virtuelle Container installiert, innerhalb deren die Systemdateien nur als Referenzen zur Verfügung gestellt, und die Registry wird als virtuelle Kopie für jede einzelne Anwendung isoliert wird. Auf diese Weise beeinflussen sich Anwendungen nicht mehr gegenseitig und können so auch problemlos wieder deinstalliert werden.
Bare Metal Environment	Eine Virtualisierungsumgebung bei der das Virtualisierungs-Produkt direkt auf der physischen Hardware installiert wird und dort wie ein Host Betriebssystem agiert. Ein Beispiel dafür wäre z.B. VMware ESX. Das Gegenteil davon wäre ein Hosted Environment.
Cloud Computing	Gartner definiert Cloud Computing als neuen Ansatz, bei dem ein Anbieter seinem Kunden in hohem Maße skalierbare Kapazitäten an Rechenleistung oder zur Informations-verarbeitung über das Internet zur Verfügung stellt. Erwartungshaltungen an Cloud Computing sind: <ul style="list-style-type: none"><li>■ Bezahlen nur nach Bedarf / Verbrauch</li><li>■ Geringe Bindung des Kunden an seinen Provider (kurze Laufzeiten).</li><li>■ Einfacher Einstieg und Ausstieg in das Verhältnis zum Anbieter</li><li>■ Zugang über Standard Internet Protokolle</li><li>■ Skalierbar und elastisch (Ressourcen werden dynamisch nach Bedarf bereitgestellt)</li><li>■ Kostengünstig (Möglichkeit des Anbieters Ressourcen effizient aufzuteilen)</li></ul>
Container	Container sind Ablaufumgebungen innerhalb eines Betriebssystems, denen mittels Resource Manager physische Ressourcen zugeteilt wurden.
Emulation	Eine Software Technologie, die es einem Betriebssystem oder einer Applikation erlaubt auf einer Hardware zu laufen, für die sie nicht entwickelt/übersetzt wurden.
Floating License Server	Ermöglicht die dynamische Verwaltung von Software-Lizenzen im Netzwerk. Dadurch muss nicht die Anzahl der Installationen lizenziert werden, sondern nur die Anzahl gleichzeitig aktiver Instanzen.
Gast Betriebssystem (Guest OS)	Ein Betriebssystem, das innerhalb einer virtuellen Maschine oder einer Partition installiert ist. Es kann in einer Virtualisierungsumgebung komplett unterschiedlich zum Host OS sein.

Hardware Partitionierung	Eine Einteilung von Servern zu Partitionen unter Berücksichtigung von physischen Strukturen und Komponenten. Siehe auch Physische Partitionierung. Die kleinste Einheit ist je nach Implementierung ein Server-Board, dem eine feste Anzahl Prozessoren und Hauptspeicher zugeordnet ist. Der Vorteil der Hardwarepartitionierung liegt darin, dass die Partitionen relativ unabhängig sind und damit eine hohe Isolation erreichen. Der Nachteil ist, dass die Ressourcen grobgranular zugewiesen werden und Ressourcenausgleich zwischen den Partitionen nur bedingt erfolgen kann.
Host Betriebssystem (Host OS)	Das Betriebssystem, das ein oder mehrere virtuelle Maschinen (oder Partitionen) hostet und mit ihnen physische Ressourcen teilt.
Hosted Environment	Eine virtuelle Umgebung, bei der das Virtualisierungs-Produkt auf einem Host OS (statt direkt auf einer physischen Hardware) installiert ist.
Hypervisor	Eine Virtualisierungsschicht, die Hardware-Ressourcen des darunter liegenden physischen Servers (HOST) verwaltet und den durch den Hypervisor bereitgestellten virtuellen Maschinen (VMs) zuteilt.
I/O Virtualisierung	<p>Die Kommunikation eines Servers mit dem lokalen Netzwerk bzw. Storage Area Network erfolgt üblicherweise über Netzwerk-Interface-Controller (NIC) bzw. Host-Bus-Adapter (HBA). Beide Arten von Controllern sind i.d.R. mit statischen Adressen (MAC- bzw. WWN) versehen. Im Fall eines Neustarts von Betriebssystem und Applikation auf einem anderen Server, z. B. infolge des Ausfalls des Original-Servers, ist es notwendig, den Server im LAN bzw. SAN zu rekonfigurieren.</p> <p>Durch die Virtualisierung der realen Input-/Output-(I/O)-Adressen ist es möglich, die I/O-Adressen dynamisch zwischen Servern zu verschieben bzw. umzuziehen. Der neue Server erhält die gleichen (virtuellen) LAN- und SAN-Adressen wie der alte und kann daher leicht in das LAN bzw. SAN eingebunden (rekonfiguriert) werden. Aufwändige Konfigurationsaufgaben sowie Abstimmungsarbeiten zwischen Server- und Netzwerk-Administratoren entfallen. Das Server- Management wird vereinfacht.</p> <p>I/O Virtualisierung kann technisch im Wesentlichen in zwei Arten umgesetzt werden: a) durch Aufspaltung (Multiplexing) eines physischen I/O Adapters in mehrere logische I/O Adapter mit dem Ziel den physischen I/O Adapter wesentlich besser auszunutzen. b) Durch Emulation von I/O Endpunkten (z.B. MAC-Adressen oder WWN) durch logische I/O Adressen.</p>
Mobilität	Überbegriff für Virtualisierungsfunktionen, die ermöglichen, virtuelle Systeme von einer physischen oder logischen Umgebung auf eine andere physische oder logische Umgebung zu migrieren. (Siehe auch Live Migration, „Virtual to Virtual“).
Live Migration	Eine Operation, bei der eine virtuelle Maschine im eingeschalteten Zustand von einer Plattform zu einer anderen verschoben wird. Diese geschieht typischerweise zu Wartungszwecken, zur Optimierung der Auslastung der beteiligten Systeme und zur Konsolidierung. (Siehe auch Mobilität, „Virtual to Virtual“).

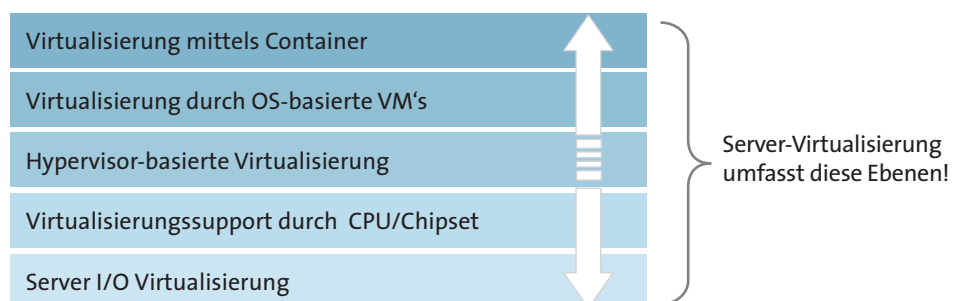
Logische Partitionierung	Im Gegensatz zur physischen Partitionierung können bei der logischen Partitionierung Serverpartitionen unabhängig von der Granularität der Hardware definiert werden. Eine Partition kann dabei beliebige Verschnitte der tatsächlichen Ressourcen verwenden, die je nach Implementierung von mehreren Partitionen lastabhängig gleichzeitig genutzt werden können. Der Hypervisor der logischen Partitionierung ist als Firmware sehr nahe an die Hardware gekoppelt. Der Vorteil liegt darin, dass die Partitionen die gleichen Skalierungsmerkmale aufweisen wie die Hardware.
Netzwerk Virtualisierung	Ersetzen der virtuellen Switches innerhalb der Virtualisierungsschicht des Servers mittels Adaptern welche diese Funktionalität in einen physischen Switch auslagern. Verbessert den Durchsatz der virtuellen Maschinen auf Netzwerkebene und optimiert den gemeinsamen Zugriff auf physische Netzwerkkomponenten.
P2V (Physical to Virtual)	Eine Operation, bei der ein Betriebssystem und alle darauf installierten Applikationen von einem physischen Computer auf eine virtuelle Maschine oder eine Partition übertragen werden. Dies geschieht ohne eine erneute Installation. Das Gegenteil davon wäre V2P (Virtual to Physical)
Paravirtualisierung	Eine Variante der hypervisorbasierenden Virtualisierungs-Technologie, bei der Gast-Betriebssysteme benötigt werden, die zur Verwendung innerhalb einer virtuellen Maschine angepasst sind. Paravirtualisierung reduziert den Virtualisierungs-overhead und verbessert die Performance.
Partitionierung (Partitioning)	Der Begriff Partitionierung wird in der IT generell für Verfahren verwendet, die es ermöglichen, Ressourcen in kleinere Einheiten aufzuteilen. Das wohl bekannteste Beispiel ist das Partitionieren von Festplatten bei dem eine Festplatte sich dem Betriebssystem als mehrere Festplatten darstellt. Weitere Varianten sind das Partitionieren von Servern wobei es Hardwareverfahren (Hard Partitionieren) und Software Verfahren gibt.
Physische Partitionierung	Eine Hardwaretechnologie, die es ermöglicht, große Server bei Bedarf in kleinere Einheiten aufzuteilen. Bei echter Hardwarepartitionierung sind die Partitionen voneinander galvanisch getrennt und haben keine Abhängigkeiten voneinander, die über das Teilen des gleichen Gehäuses oder Racks hinausgehen. Diese Systeme lassen sich bei Bedarf umpartitionieren so lässt sich beispielsweise ein Server mit 16 CPU Sockeln der zu einer Zeit als zwei Partitionen je acht Sockel betrieben wird durch Neupartitionieren in vier Partitionen je vier Sockel umpartitionieren.
Provisioning	Die automatisierte Zuweisung und Bereitstellung von IT Ressourcen - sowohl virtuell als auch physisch - gemäß der Anforderungen bestimmter Anwendungen oder Anwendern und vordefinierter Regeln. De-provisioning bezeichnet den umgekehrten Prozess, der u. a. dazu dient, Ressourcen, die für eine Aufgabe nicht mehr gebraucht werden, wieder in einen Pool einzugliedern.

**Ressourcenmanager** Der Ressourcen Manager ist eine Management-Software mit der alle physischen und virtuellen Server-Ressourcen in einem Pool verwaltet werden können. Darüber hinaus weist er Anwendungen den passenden Servern zu und sorgt für hohe Verfügbarkeit für alle physischen Server in einem Pool. Der Ressourcen Manager ermöglicht es die Bereitstellung und die Kapazitäten von Ressourcen effizient zu managen.

**Server Konsolidierung (Server Consolidation)** Ein Vorgang zum Entschärfen der so genannten Server-Ausuferung durch Optimierung der Ressourcen-Nutzung und Vereinfachung des Managements der verfügbaren Computer. Es wird unterschieden zwischen logischer Konsolidierung (Management der verteilten Computer über ein zentrales Management), räumliche Konsolidierung (Zusammenfassung mehrerer Computer an einem zentralen Standort) oder rationalisierter Konsolidierung (Migration der Aufgaben verschiedener Computer in virtuelle Maschinen oder Partitionen, die auf einem einzelnen physischen Computer gehostet werden).

**Server Sprawl** Der Wildwuchs einer sehr großen Anzahl von schwach ausgelasteten Servern innerhalb der IT-Infrastruktur eines Unternehmens. Eine Ursache dafür ist das Paradigma, für jede neue Anwendung einen oder mehrere dedizierte Server einzusetzen. Bei sehr geringer Auslastung einer Serverinstallation und dem damit verbundenen hohe Energie- und Platzbedarf entsteht ein Konsolidierungs- und Optimierungspotenzial. Eine Optimierung der IT-Infrastruktur kann durch Konsolidierungsprojekte unter Nutzung von Server-Virtualisierung erreicht werden.

**Server Virtualisierung** Unter Server-Virtualisierung wird die Maskierung von Server-Ressourcen einschließlich der Anzahl und Identitäten einzelner physischer Server, Prozessoren und Betriebssysteme vor den Benutzern verstanden. Insbesondere werden dadurch die Applikationen bzw. Services von den dedizierten Hardware-Ressourcen getrennt. Infolgedessen können die Hardwareressourcen der Server-Systeme wie Prozessoren, Arbeitsspeicher, Festplatten und I/O-Komponenten dynamisch und flexibel auf der logischen Ebene zugeordnet werden. Die Server-Virtualisierung umfasst als Oberbegriff die hypervisorbasierte Virtualisierung, die Virtualisierung mittels Virtual Machine Monitor, die Server-I/O-Virtualisierung und die Betriebssystemvirtualisierung mittels OS-Containern



Serviceprozessor	<p>Ursprünglich aus dem Mainframebereich kommender eigenständiger Rechner der Grundfunktionen des Servers ansteuert und managed. Wird beispielsweise zum Partitionieren von großen Servern verwendet. Frühere Serviceprozessoren waren oft separate Rechner die mit den Kernfunktionen des Hauptservern kommunizieren und diese überwachen. Heute werden häufig „embedded“ Serviceprozessoren eingesetzt die beispielsweise auf einer Steckkarte im Hauptrechner realisiert sind.</p>
Storagevirtualisierung	<p>Bei der Storagevirtualisierung wird zwischen der Virtualisierung auf Basis von „Speicherblöcken“ (LUN-Virtualisierung, LUN = Logical Unit) und der Virtualisierung auf Dateiebene (File-Virtualisierung) unterschieden:</p> <p>Die LUN-Virtualisierung bietet eine Abstraktionsschicht zwischen den Servern und den Speichersystemen. Ähnlich wie mehrere Magnetplatten in einem RAID-Verbund zusammengefasst werden und sich Teile dieses Verbunds als LUNs präsentieren, werden bei der LUN-Virtualisierung flexibel LUNs oder Teile von LUNs, die auf unterschiedlichen Speichersystemen abgelegt sein können, neu kombiniert und so den Servern zur Verfügung gestellt. Dadurch können im laufenden Betrieb LUNs verkleinert bzw. vergrößert werden, LUNs können ohne Unterbrechung auf andere Speichereinheiten (mit evtl. anderen Service-Levels) migriert werden. Damit ist es möglich, unterbrechungsfrei ganze Speichersysteme auszutauschen und eine dynamische Infrastruktur zu realisieren</p> <p>Bei der Dateivirtualisierung werden die Dateien entsprechend der ihnen zugewiesenen Attribute in Speicherpools abgelegt. Entsprechend ihrer Nutzung und durch die Attribute beschriebenen Anforderungen (z.B. bzgl. Verfügbarkeit und Performance) werden sie während ihres Lebenszyklus automatisch und vollkommen transparent für die Anwender in die Pools verschoben (migriert), die zu besten Preisen die definierten Anforderungen erfüllen. Diese Funktion wird auch häufig als hierarchisches Speichermanagement oder als Information Lifecycle Management bezeichnet.</p>
V2P (Virtual to Physical)	<p>Der Vorgang der Migration eines Betriebssystems und aller darauf installierter Applikationen von einer virtuellen Maschine oder Partition auf einen oder mehrere physische Computer. Hierzu ist keine Reinstallation jedoch meist ein Herunterfahren der virtuellen Maschine bzw. des Gastbetriebssystems nötig. Dies ist das Gegenteil von P2V (Physical to Virtual).</p>
V2V (Virtual to Virtual)	<p>Der Vorgang der Migration eines Betriebssystems und aller darauf installierten Applikationen von einer virtuellen Maschine oder Partition in einer virtuellen Infrastruktur auf eine andere virtuelle Maschine oder Partition in einer anderen virtuellen Infrastruktur ohne Reinstallation einzelnen Komponenten (siehe auch Mobilität, Live Migration).</p>

Virtualisierung innerhalb eines Trägerbetriebssystem	<ol style="list-style-type: none"><li>1) Eine Software Technologie, die es einem Betriebssystem erlaubt unmodifiziert auf einer isolierten virtuellen Umgebung (genannt virtuelle Maschine) zu laufen, die die physischen Eigenschaften und Verhaltensweisen der darunter liegenden Plattform reproduziert.</li><li>2) Simulation einer überwiegend in Software realisierten Ablaufumgebung (Betriebssystems incl. Laufzeitumgebung) mittels einer tiefer liegenden Softwareschicht. Ein Beispiel dafür ist die Java Virtual Machine mit deren Hilfe in Bytecode vorliegende Softwareteile auf allen Betriebssystemen und Hardwareplattformen ausgeführt werden können, auf denen eine entsprechende VM vorliegt.</li></ol>
Virtuelle Maschine (Virtual Machine)	Eine leere, isolierte virtuelle Umgebung, die auf einer realen Plattform aufsetzt, das virtuelle Hardware (Prozessor, Memory, Platten, Netzwerk und Schnittstellen etc.) zur Verfügung stellt. Sie wird von einem Virtualisierungs-Produkt verwaltet und ist der Ort an dem das Gast-Betriebssystem installiert wird.
VMM (Virtual Machine Monitor)	Die Virtualisierungs-Software Schicht, die Aufrufe an die Hardware des Gast-Betriebssystems entgegennimmt und entsprechende Antworten der realen Hardware simuliert.

## 4 Technologien und Produkte

AMD I/O Virtualization Technology (Pacifica)	Technologie zur Virtualisierung eines Computers bzw. Servers. Ähnlich der Intel Vanderpool Technology (VT). Die Technologie ermöglicht es, einen Computer so aufzuteilen, dass gleichzeitig und voneinander unabhängig mehrere Betriebssysteme laufen können. Diese Hardware-Lösung bietet eine vergleichsweise sehr hohe Geschwindigkeit, da die Virtualisierung direkt in den I/O-Brücken der Computer eingebaut ist.
AMD Pacifica	Siehe AMD I/O Virtualization Technology.
Bochs	Freier den Bedingungen der Lesser General Public License unterliegender X86-Emulator. Dient auch als Plattform für Entwicklung und Test von Betriebssystemen bzw. hardware-nahe Anwendungen für einen PC. Die Windowsemulation ist verhältnismäßig langsam, so dass Bochs nur bedingt als Alternative für VMware Workstation oder Microsofts VirtualPC angesehen werden kann.
Bull AIX® Workload Manager, AIX Workload Partitions-WPAR und Bull LPARs, Micro-partitions, Virtual IO-Server	Siehe gleichnamige IBM Technologien.
Bull FAME (Flexible Architecture for Multiple Environments)	Kernarchitektur der Bull NovaScale Enterprise-Server. FAME ermöglicht höchste SMP-Skalierung sowie physische Partitionierung für den gleichzeitigen Einsatz mehrerer Betriebssysteme.
Bull Power on Demand	Zusätzliche Ressourcen (CPU, Hauptspeicher) in einem Bull ESCALA-Server, die erst bei Freischaltung verrechnet werden. Optional bietet Bull bietet sowohl eine permanente als auch temporäre Freischaltung an.
Citrix Essentials	Das Verwaltungswerkzeug bietet Automatisierungs- und Managementfunktionen für virtualisierte Rechenzentren wie automatisiertes Lifecycle-Management, nahtlose Storage-Integration mit Citrix StorageLink, dynamisches Provisioning, Workflow-Orchestrierung und Hochverfügbarkeitsoptionen.
Citrix XenApp	Die Lösung für Anwendungs-Virtualisierung ermöglicht die zentrale, kostengünstige Bereitstellung von Anwendungen aus dem Rechenzentrum heraus und macht damit die Installation und Verwaltung der Applikationen auf den einzelnen Endgeräten überflüssig.

Citrix XenServer	Citrix XenServer ist eine native 64-Bit-Virtualisierungsplattform. Die Grundlage für Citrix XenServer bildet die Open-Source-Lösung Xen™ Hypervisor, der um verschiedene dynamische Virtualisierungsservices ergänzt wurde. Bei der Xen-Virtualisierung wird eine dünne Software-Schicht, bekannt als Hypervisor, direkt auf der Hardware installiert und liegt damit zwischen der physischen Hardware und dem Betriebssystem. Damit können auf einem physischen Server ein oder mehrere virtuelle Server laufen, und das Betriebssystem und die Anwendungen werden von dem zugrunde liegenden physischen Server entkoppelt. Der Citrix XenServer unterstützt eine unbegrenzte Anzahl von virtuellen Maschinen und bietet unter anderem ein zentrales Multi-Node-Management, einfache Installation und Administration sowie ein integriertes Storage-Management.
FreeBSD Jail	Jail ist eine Chroot-Umgebung innerhalb des FreeBSD-Betriebssystems, die darin gestarteten Prozessen Restriktionen auferlegt. Es können z.B. keine Prozesse außerhalb des Jail beeinflusst werden.
HP Hard Partitionen	Siehe HP nPar.
HP Integrity Virtual Machines	Virtualisierungslösung für HP Integrity Server. HP Integrity Virtual Machines ermöglichen den gleichzeitigen Einsatz mehrerer Betriebssysteme (Multi-OS) parallel auf einem Prozessor sowie deren Zugriff auf die vorhandenen I/O-Ressourcen.
HP nPAR (nPartition)	Eine logische Aufteilung der Komponenten eines Computers in Gruppen von Cell Boards die unabhängig von den anderen Gruppen des Computers operieren. Eine nPartition liefert eine bessere Fehlerisolation als eine vPar.
HP Virtual Server Environment	Siehe HP Integrity Virtual Machines.
HP vPar (Virtual Partition)	Jeder Partition sind eigene physische Komponenten des Computers zugeordnet. Auf jeder vPar läuft eine separate Instanz des Betriebssystems mit den darauf installierten Applikationen. Mehrere vPars können innerhalb einer nPar angelegt werden. vPars haben eine größere Flexibilität und Granularität als nPartitions.
IBM AIX® Workload Manager	Der Workload Manager unter AIX ermöglicht es, die Ressourcen (CPU, Hauptspeicher und IO) einer Anwendungsumgebung zu überwachen und nach definierbaren Zielen flexibel und automatisch zu optimieren.
IBM AIX Workload Partitions (WPAR)	Workload Partitions sind virtualisierte Betriebssystemumgebungen, die innerhalb eines AIX V6 Betriebssystem generiert und verwaltet werden können. WPARs haben jeweils private Ausführungsumgebungen und lassen sich gegenseitig isolieren. WPARs laufen in einem gemeinsamen globalen Environment und nutzen gemeinsame Ressourcen. Siehe Container und Zones.

IBM Capacity on Demand	Zusätzliche Ressourcen in einem Server, die erst bei Freischaltung verrechnet werden. IBM bietet verschiedene Optionen für CPU und Speicher an, sowohl eine permanente als auch temporäre Freischaltung ist möglich.
IBM LPARs	LPARs stellen eine logische Partitionierung der IBM System z und der IBM Power Systems dar. LPARs ermöglichen eine feingranulare Ressourcenzuordnung und Lastausgleich (Micro-partitions). Die einzelnen Partitionen sind vollständig voneinander isoliert und zeigen dieselbe Effizienz und Skalierbarkeit wie die Hardware, auf denen sie läuft. CPU, Speicher und IO-Ressourcen können im laufenden Betrieb zugewiesen und entfernt werden. IO zwischen den Partitionen läuft effizient über Speicher, gemeinsamer IO in die Außenwelt lässt sich über Virtual-IO-Server realisieren. In den IBM Power Systems lassen sich LPARs mit Partition Mobility ohne Betriebsunterbrechung von einer Hardware auf eine andere Hardware migrieren.
IBM Micropartitions	Spezielle LPARs auf IBM Power Systems, bei denen CPU, Memory-Ressourcen und IO-Adapter gemeinsam genutzt werden und Lastausgleich im laufenden Betrieb möglich ist. Micropartitions skalieren bis 64 Prozessoren und 2 TB Hauptspeicher. Die kleinste Micropartition umfasst 1/10 eines Prozessors und 256 MB Hauptspeicher, die Inkremente liegen bei 1/100 eines Prozessors.
IBM PowerVM	Hypervisor zur Virtualisierung für die IBM Power Systems. PowerVM bietet Prozessor-Virtualisierung, IO-Virtualisierung, Partition Mobility und die Ausführung (Emulation) von Linux x86 Binaries auf der Power-Architektur.
IBM Virtual IO Server	Spezielle Serverpartition bei IBM LPARs, die IO-Kanäle wie Ethernet, SCSI und FibreChannel nach außen bündelt und für andere Partitionen virtualisiert. Virtual IO Server können zur Erhöhung der Verfügbarkeit mehrfach vorhanden sein.
IBM z/VM	Der z/VM Hypervisor ist ein Virtualisierungssystem für IBM System z Mainframes, dessen Vorläufer bereits in den 1970er Jahren implementiert wurden. z/VM erlaubt es, hunderte bis tausende virtuelle Maschinen auf einem IBM Mainframe mit hoher Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit und Skalierbarkeit zu betreiben. In den virtuellen Gästen kann Linux, z/VSE, z/OS oder z/TPF laufen.
Intel Vanderpool Technology (VT)	Eine von Intel entwickelte Technik, die eine virtuelle Aufteilung des Computers ermöglichen wird. Die Intel Virtualization Technology (Codename Vanderpool) ermöglicht Virtualisierungsprodukte wie z.B. VMware oder Xen mit geringerem Overhead zu realisieren.

Microsoft Hyper-V	Mit dem Windows Server 2008 hat Microsoft die Paravirtualisierung unter Windows eingeführt. Im Unterschied zu Microsoft Virtual Server beherrscht Hyper-V sowohl die Paravirtualisierung als auch virtuelle Maschinen mittels Softwarevirtualisierung (sog. Vollvirtualisierung). Einzelne Server werden über die Microsoft Management Console (MMC) administriert, zum Management größerer Umgebungen dient die Management Konsole „System Center Virtual Machine Manager“. Das System ermöglicht es, mehrere unterschiedliche Betriebssysteme gleichzeitig auf einem Server zu betreiben. Hyper-V unterstützt 32- und 64Bit Host- und Gastbetriebssysteme und wird als Komponente von Windows Server 2008 geliefert. Mit Windows Server 2008R2 werden Unterstützung für P2V, Live Migration von virtuellen Maschinen sowie Unterstützung für Virtual Desktop Infrastructures (VDI) dazukommen.
Microsoft Virtual Server	Von Microsoft angebotene Virtualisierungssoftware für Windows. Virtual Server wird als Anwendung unter Microsoft Windows Server als Trägerbetriebssystem (Host-OS) ausgeführt. Mit Hilfe einer so genannten virtuellen Maschine wird ein PC inklusive BIOS nachgebildet. Dabei wird die Anzahl der emulierten Maschinen im Wesentlichen durch die Hardwareausstattung des Host Systems beschränkt. Das System ermöglicht es, mehrere unterschiedliche Betriebssysteme mittels Softwarevirtualisierung gleichzeitig auf nur einem PC zu betreiben. Während frühere Versionen von Virtual Server kostenpflichtig waren, ist die aktuelle Version Microsoft Virtual Server 2005R2 kostenlos erhältlich. Verwaltung und Management der virtuellen Maschinen erfolgt über ein Webinterface. Für Support und weitergehende Unterstützung werden dazu entsprechende kostenpflichtige Supportverträge angeboten. Die Unterstützung der virtuellen Maschinen ist auf 32Bit Systeme beschränkt.
OpenVZ	Opensource Virtualisierungsprodukt der Firma SWSoft. Als kommerzielles Produkt wird es unter dem Namen Virtuozzo vertrieben. Zu weiteren Details siehe Virtuozzo.
QEMU	Generische Opensource CPU-Emulator bzw. eine Virtuelle Maschine für die Betriebssysteme Linux, Windows, FreeBSD, NetBSD, OpenBSD und Mac OS X. QEMU emuliert x86, x86-64 bzw. AMD64, PowerPC und Sparc32/64 Hardware. Die Emulation von Alpha, ARM und S390 wird noch getestet. Weiterhin geplant sind Unterstützung für IA-64, m68k und MIPS.
Sun Dynamic System Domains (auch als Hard Partitions bezeichnet)	Physisch komplett abgetrennte Untereinheiten innerhalb eines Sun SPARC Servers. In eine Dynamic System Domain kein ein Betriebssystem (i.d.R. Solaris) oder mehrere Soft Domains installiert werden. Die Größe einer Domain kann zur Laufzeit verändert werden. Über diesen Weg können einzelne Serverkomponenten im vollen Betrieb zu Wartungszwecken auskonfiguriert werden.
Sun Logical Domains (LDMs)	Hypervisor zur Virtualisierung für die Sun Chip Multithreading (CMT) Systeme. LDMs bieten Prozessor-Virtualisierung, IO-Virtualisierung und Migration der Partitionen zwischen CMT-Systemen.

Sun Solaris Container	Siehe Sun Solaris Zonen. Sun Solaris Zonen die zusammen mit Ressource-Management verwendet werden, werden Container genannt.
Sun Solaris Zonen (Zones)	<p>Isolierte Ablaufumgebungen innerhalb eines Betriebssystems (Sun Solaris). Dadurch dass keine zusätzlichen Betriebssystem-Instanzen für die Ablaufumgebungen verwendet werden, geht der Overhead gegen Null und es muss nur eine Betriebssystem-Instanz installiert und gepflegt werden. Dadurch sind drastische Einsparungen auf Administrationsseite möglich.</p> <p>Innerhalb der Zonen sehen die Prozesse nur Prozesse in der gleichen Zone. Jede Zone hat ein eigenes Filesystem und eine eigene virtuelle Peripherie (z.B. Netzwerkanschlüsse). Mittels Resource Management können den Zonen individuelle und feingranular Ressourcen des Host-Systems zugewiesen werden.</p>
Sun xVM Server	Virtuelle-Maschinen-Monitor (VMM) von Sun für x86-Hardware auf Basis von Open Source Xen und Solaris x86. Sun xVM Server läuft direkt auf der x86-Hardware, die für die darauf laufenden Systeme paravirtualisiert wird. Es wird eine sehr hohe Performance erreicht. Die Gastsysteme (Domains) können Solaris x86, Linux und Microsoft Windows sein.
Sun xVM Virtualbox	<p>Open Source Virtuelle-Maschinen-Monitor (VMM) von Sun für x86-Hardware.</p> <p>Sun Virtualbox läuft in einen Träger-Betriebssystem (Solaris, Windows, MacOS), und stellt alle Systemressourcen (Prozessoren, Speicher, Plattensubsysteme, USB bzw. serielle Ports sowie Audio und Netzwerkhardware) den Gast-Betriebssystemen zur Verfügung. Die Gastsysteme können z.B. Solaris x86, Linux und Microsoft Windows sein.</p>
User Mode Linux (UML)	Modifikation des Linux-Kernels. Durch diese Modifikation ist es möglich, komplette Linux-Kernel als Anwendungsprozess innerhalb laufender Linux-Systeme laufen zu lassen. Dabei, wird deren Konfiguration und damit Stabilität nicht beeinflusst.
Virtuozzo	Kommerzielle Variante von OpenVZ. Virtuozzo erstellt isolierte, sichere Virtual Private Server (VPS) oder virtuelle Umgebungen auf einem einzigen physischen Server, was bessere Server-Ausnutzung ermöglicht, garantierte Ressourcen zusichert und Konflikte zwischen Applikationen vermeidet. Jeder VPS arbeitet und operiert genau wie ein selbständiger Server; VPS können unabhängig von einander neu gestartet werden und Benutzer, IP-Adressen, Prozesse, Systembibliotheken und Konfigurationsdateien haben. Als Virtualisierungslösung auf Betriebssystemebene, ermöglicht es eine effektive Nutzung von Hardware-, Software- und Verwaltungs-Ressourcen. Der geringe Overhead machte es zu einer attraktiven Wahl bei der Virtualisierung zur Server-Konsolidierung.
VMware	Softwarefirma, die sich auf Emulation und Virtualisierung spezialisiert hat. Bekanntestes Produkt ist „VMware Workstation“ ist. VMware wurde Anfang 2004 durch die EMC Corporation übernommen.

VMware Server	<p>Der VMware Server ist ein kostenloser „Aufsatz“ auf ein x86 Träger-Betriebssystem (Host-OS), ähnlich Microsofts Virtual Server, unter dem es als Applikation läuft. Dabei werden die Prozessoren, Speicher, Plattensubsysteme und USB bzw. seriellen Ports sowie die Audio und Netzwerkhardware durch Treiber des Host-OS zur Verfügung gestellt. Der VMware Server ist das kostenlose Nachfolgeprodukt des VMware GSX Servers. VMware bietet für den Einsatz in Produktivumgebungen kostenpflichtige Supportoptionen an. Als Host-Betriebssystem kann Windows oder Linux dienen, wobei für Host- und Gastbetriebssysteme 32- und 64Bit Versionen unterstützt werden. Die Verwaltung erfolgt über eine Webkonsole. Dabei wird die Anzahl der emulierten Maschinen im Wesentlichen durch die Hardwareausstattung des Hostsystems beschränkt.</p>
VMware ESX	<p>Für den Betrieb von virtuellen Rechenzentren und zur Realisierung komplexerer Szenarien auf x86 Hardware wird ESX-Server angeboten. Dieser basiert auf einem VMware-eigenen Kernel und benötigt daher kein Wirtsbetriebssystem sondern läuft direkt auf der Serverhardware. Im Unterschied zu VMware Server beherrscht der ESX sowohl die Paravirtualisierung als auch virtuelle Maschinen mittels Softwarevirtualisierung (sog. Vollvirtualisierung). Einzelne Server werden über ein Webinterface administriert, zum Management größerer Umgebungen dient die Management Konsole „VMware Virtual Center“. Voraussetzung für den Einsatz des ESX-Servers ist daher diesbezüglich zertifizierte Hardware. Durch diesen direkten Zugriff ist die Performance der virtuellen Maschinen deutlich höher als bei den Host-OS basierten Versionen, allerdings werden bei den Hardwarekomponenten (Netzwerkkarten und Speichercontroller) zwangsläufig weniger unterschiedliche Modelle unterstützt. Seit der Version 3.0i wird ESX kostenfrei angeboten, VMware bietet jedoch kostenpflichtige Supportoptionen an.</p>
VMware Player	<p>Kostenlose Software, die es erlaubt, bereits fertig eingerichtete virtuelle Maschinen „abzuspielen“. VMware bietet auf seiner Webseite an, komplette VMware-Images herunterzuladen. Diese können dann beispielsweise mit dem VMware Player genutzt werden. Damit ist es ohne Kostenaufwand möglich, z.B. eine Linuxumgebung unter Windows einzurichten.</p>
VMware VMotion	<p>Software, die im Zusammenspiel mit dem VirtualCenter den Umzug laufender virtueller Maschinen zwischen verschiedenen Servern ermöglicht. D.h., VMware VMotion migriert eine aktive VM von einem ESX Server auf einen anderen im laufenden Betrieb. Dieser Vorgang ist für die Anwender bzw. Clients transparent, wobei VMotion dabei ausschließlich für den ESX Server verfügbar ist. Der Inhalt der Festplatte, d.h. die Virtuelle Maschine liegt dabei auf einem SAN und ist geshared. Zur Übertragung der laufenden Maschine muss lediglich der Hauptspeicher und die Prozessorregister übertragen werden, was über ein schnelles, dediziertes Netzwerk erfolgt.</p>

## VMware VirtualCenter

Software, die es ermöglicht, mehrere VMware-Server und deren virtuellen Maschinen zentral zu administrieren. Dabei muss sich nicht mehr auf jede Administrationskonsole eines jeden Servers bzw. einer jeden Virtuellen Maschine verbunden werden.

VirtualCenter besteht aus einer Serverkomponente mit Datenbank, einem oder mehreren Clients und den Agenten für die Hosts. Clients und Server kommunizieren über Web Services.

Mittlerweile lassen sich mit VirtualCenter komplette virtuelle Infrastrukturen darstellen. Das bedeutet, dass man z.B. in einem Netzwerk 40 Server sieht, es tatsächlich aber nur 2 physische Server gibt. Der Rest sind virtuelle Server.

## Xen

Opensource Virtuelle-Maschinen-Monitor (VMM). Xen läuft direkt auf der x86-Hardware, die für die darauf laufenden Systeme paravirtualisiert wird. Es wird eine sehr hohe Performance erreicht. Die Gastsysteme (Domains) können unter z.B. Linux und NetBSD sein. Eine Modifikation von Microsoft Windows wurde ist aus Lizenzgründen nicht freigegeben. Weitere Portierungen sind geplant.

Mittlerweile sollen Betriebssysteme, wie z.B. Windows XP, mit Hilfe von Intels Vanderpool (VT) und zukünftige auch AMDs Pacifica ohne Modifikationen mit Xen genutzt werden können

Der Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V. vertritt mehr als 1.200 Unternehmen, davon 900 Direktmitglieder mit etwa 135 Milliarden Euro Umsatz und 700.000 Beschäftigten. Hierzu zählen Anbieter von Software, IT-Services und Telekommunikationsdiensten, Hersteller von Hardware und Consumer Electronics sowie Unternehmen der digitalen Medien. Der BITKOM setzt sich insbesondere für bessere ordnungspolitische Rahmenbedingungen, eine Modernisierung des Bildungssystems und eine innovationsorientierte Wirtschaftspolitik ein.



Bundesverband Informationswirtschaft,  
Telekommunikation und neue Medien e.V.

Albrechtstraße 10 A  
10117 Berlin-Mitte  
Tel.: 030.27576-0  
Fax: 030.27576-400  
bitkom@bitkom.org  
www.bitkom.org