

Virtualisierungsarchitekturen für den Betrieb von Very Large Business Applications

Holger Jehle, Holger Wittges, André Bögelsack, Helmut Krcmar

Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik
Technische Universität München
Boltzmannstr. 3
85748 Garching b. München
{jehle|wittges|boegelsa|krcmar}@in.tum.de

Abstract:

In einigen Anwendungsbereichen hat der Einzug von Virtualisierungslösungen bereits umfangreich stattgefunden [1U1], in anderen Bereichen scheint sich der Einzug derzeit anzubahnen [AB07]. Gleichzeitig nimmt die Anzahl der am Markt verfügbaren Virtualisierungslösungen stark zu [IX607]. Konzeptionelle Unterschiede der einzelnen Virtualisierungslösungen scheinen hier erhebliche Vor- und Nachteile beim Einsatz in den jeweiligen Anwendungsgebieten mit sich zu bringen [XE03]. Der Betrieb von komplexen Umgebungen wie Very Large Business Applications (VLBAs) [GR07] stellt besondere Anforderungen an die verwendete Infrastruktur – und damit ggf. an Virtualisierungslösungen. Um den möglichen Einsatz von Virtualisierungslösungen für den Betrieb von VLBAAs zu untersuchen, stellen sich folgende Fragen:

- Was sind die wesentlichen Merkmale von Virtualisierungslösungen?
- Wie sieht der Entwicklungspfad aktueller Virtualisierungslösungen aus?
- Wie lässt sich die Architektur verschiedener Virtualisierungslösungen darstellen?
- Wie kann die Eignung von Virtualisierungslösungen für den Betrieb von VLBAAs festgestellt werden?

Diese Arbeit gibt eine Einführung in den Themenkomplex „Virtualisierung“ und stellt in diesem Zusammenhang einige Lösungsansätze, Konzepte und Architekturen sowie deren Eigenschaften vor. Es folgt ein Ausblick, wie mögliche Messreihen den Betrieb von „Very Large Business Applications“ in virtualisierten Umgebungen untersuchen können.

1 Einleitung

Auch wenn der Begriff „Virtualisierung“ in der Informatik eine lange Tradition hat, so stellt man anhand der aktuellen Publikationen fest, dass er heute besonders aktiv diskutiert wird.

Dieser Artikel verbindet die Themen Hardware Virtualisierungslösungen und VLBA (Very Large Business Applications) mit dem Ziel, eine Vorgehensweise zu entwickeln, wie sich künftig die Eignung von Virtualisierungslösungen für den Einsatz in VLBA untersuchen lässt.

Eine Very Large Business Application (VLBA) ist im Kern eine Business Application, die das Attribut „very large“ verdient. Dies kommt unter anderem dadurch zustande, dass sie keinen räumlichen, organisatorischen oder technischen Beschränkungen unterliegt [GR07]. VLBA sind daher verteilte Applikationen, die sich aus der Kombination vieler Dienste zusammensetzen. Zudem sind diese Dienste nicht auf einem System zusammengefasst – manche Dienste werden beispielsweise in Form von Webservices von externen Anbietern mit einbezogen. Diese Heterogenität des Systems erschwert eine generische Bewertung des Gesamtsystems – es existieren derzeit keine normierten Metriken wie sie von der Leistungsmessung am Personal-Computer bekannt sind (wie z.B.: Standard Performance Evaluation Corporation [SPEC]), die die Leistungsfähigkeit einer VLBA in Zahlen fassen.

„Virtuell“ lässt sich nach Langenscheidt mit „der Möglichkeit nach vorhanden, nur gedacht, scheinbar“ übersetzen. Daher werden viele Zusammenhänge, die sich erst über einen gedachten Zwischenschritt erklären lassen, als virtuell bezeichnet¹. In der IuK-Technologie verhält es sich genauso: der Begriff hielt Einzug durch die Einführung des virtuellen Speichers [JE04][GU57], der die physikalische Adresse des Hauptspeichers von der im Programmcode verwendeten Adresse entkoppelt – der reale Bezug wird durch einen Zwischenschritt, der über sogenannte „Page-Tables“ referenziert wird, wieder hergestellt [IN95]. Diese technische Innovation ist der Grundgedanke bei der Entwicklung von Virtualisierungslösungen.

In einem der ersten Artikel zum Thema Virtualisierung definieren Popek und Goldberg „A virtual machine is taken to be an efficient, isolated duplicate of the real machine.“ [PO74]. Virtuelle Maschinen sind heute nicht mehr zwingend Duplikate der realen Maschine, aber in Grundzügen ist diese Definition nach wie vor gültig. Für diesen Artikel soll die Definition jedoch etwas weiter gefasst werden:

¹ z.B.: BWL: virtuelle Organisation, Physik: virtuelles Teilchen, Pädagogik: virtuelles Klassenzimmer

In Anlehnung an den oben dargelegten Wortsinn definieren wir „Virtualisierungslösungen als Werkzeug zur Entkoppelung von fixen, physisch greifbaren Hardware-Ressourcen und den darauf auszuführenden Diensten²“. Die Zuordnung von Diensten zu Hardware-Ressourcen geschieht also wieder durch einen „gedachten“ Zwischenschritt – die Virtualisierungslösung. Moderne Entwicklungen ermöglichen den Einsatz von Virtualisierungslösungen auf verschiedenen (Abstraktions-) Ebenen.

Im Folgenden wird hinterfragt, wie die von Gartner [GA05] genannten „Virtualisierungsvorteile“ erfasst und systematisch bewertet werden können. Dazu werden in Kapitel 3 Grundlagen der Virtualisierung beschrieben und in Kapitel 4 die zentralen Ansätze von Virtualisierungslösungen und Beispiele für deren konkrete Umsetzung vorgestellt. Kapitel 5 verbindet die generischen Gedanken zu Virtualisierung mit spezifischen Überlegungen zu den Anforderungen von VLBA. Anschließend wird ein Ansatz skizziert, der zur Bewertung der Leistungsfähigkeit virtualisierter VLBA Umgebungen entwickelt werden soll.

2 Motivation: Warum Virtualisierung?

Einer Gartner-Studie zufolge wendet die west-europäische IT-Branche im Durchschnitt knapp 4% des Gesamtumsatzes für die Unternehmens-IT auf [GA05]. Der Großteil entfällt auf Hardware-, Software- und Personalkosten (Abbildung 1). An diesen drei Kostenarten könnte Virtualisierung dazu beitragen, die entsprechenden Kosten zu reduzieren. In der Studie werden dabei folgende Themenfelder – leider ohne empirische Fundierung – genannt, die durch den Einsatz von Virtualisierungslösungen profitieren sollen.

Hardwarekosten können durch **Konsolidierung** und optimierte Ressourcennutzung reduziert werden. Dies bedeutet, dass mehrere kleine Server auf wenige, größere zusammengelegt werden [iX905]. Durch die üblicherweise geringe Auslastung von Servern im Rechenbetrieb (5 – 15 % Auslastung, Mainframe-Systeme ausgenommen [GA00]) bieten die verfügbaren Rechner-Ressourcen genügend Reserven, um mehrere Dienste zu vereinen.

Personalkosten können durch die Vereinfachung der Administration reduziert werden – eine Eigenschaft, die sich vor allem aus den mitgelieferten Werkzeugen zur Verwaltung virtueller Landschaften ergibt.

² „Dienst“ dient hier als Platzhalter ausführbarer Operationen, also vom Betriebssystem bis zur Applikation.

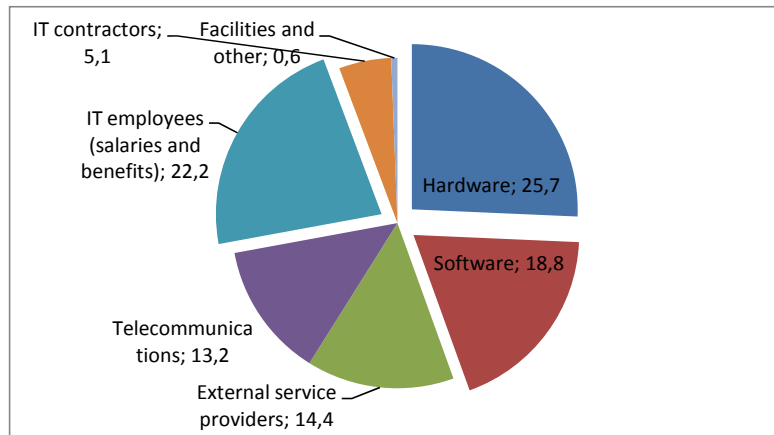


Abbildung 1: Zusammensetzung von IT-Kosten (Quelle: [GA05])

Die Möglichkeit zur Reduzierung der **Softwarekosten** ergibt sich im Wesentlichen aus den Lizenzierungsmodellen der eingesetzten Software. Die Lizenzkosten einiger Produkte errechnen sich aus der Anzahl der eingesetzten CPUs. Diese können mit Hilfe von Virtualisierungslösungen bedarfsgenau zugeteilt und abgerechnet werden [GA07].

Darüber hinaus heben die Anbieter von Virtualisierungslösungen einige Punkte hervor, die helfen können, die TCO zu senken [VM07] – so ergibt sich zum Beispiel die Möglichkeit von **Energiesparmaßnahmen**. Durch die Reduzierung der Anzahl von Systemen lässt sich auch die nötige Infrastruktur wie Energieversorgung (auch im Fehlerfall), Kühlung und Raumangebot straffen. Der höhere Energiebedarf der leistungsfähigeren Maschinen für den Betrieb der Virtualisierungslösung(en) bleibt in der Regel aufgrund von Skaleneffekten hinter dem Bedarf der Summe vieler kleinerer Systeme zurück [GA05].

Ein anderer Vorteil ist die erhöhte **Flexibilität** die sich aus der Möglichkeit der dynamischen Rekonfiguration von manchen virtuellen Landschaften ergibt. So können unter bestimmten Voraussetzungen Dienste ohne Unterbrechung auf eine andere Hardware-Ressource umziehen. Die verfügbaren Ressourcen können daher flexibel den jeweiligen Bedürfnissen angepasst werden.

Durch die Möglichkeit, Dienste umzuziehen, lässt sich deren **Ausfallsicherheit** erhöhen. Techniken, wie sie aus dem Bereich der Hochverfügbarkeits-Cluster bekannt sind [HA02], überwachen den Dienst und ziehen ihn im Fehlerfall schnell und automatisch auf eine andere Ressource um.

Wird dennoch ein **Desaster-Recovery** notwendig, so versprechen auch in diesem Fall die Virtualisierungslösungen geringeren Aufwand: durch die reduzierte Anzahl wiederherzustellender Systeme reduziert sich bei vereinfachter Betrachtung auch der Aufwand für den Aufbau einer Backup-Lösung.

Die genannten Themen findet man auch in weiteren Veröffentlichungen zum Thema Virtualisierung [IX607]. Leider erfolgt in diesem Zusammenhang meist keine differenzierte Betrachtung der Vorteile. Ob die versprochenen Vorteile nicht durch Mehraufwand durch gestiegene Komplexität kompensiert werden, muss gesondert untersucht werden. Zudem deckt sich die Einschätzung nicht vollständig mit den Erfahrungen der Autoren aus dem Betrieb von virtualisierten ERP-Systemen [AB07]. In der Praxis zeigt sich, dass durch die Einführung von Virtualisierungslösungen sowohl die zusätzliche Komplexität als auch konkrete Nachteile wie z.B. I/O Engpässe zu erheblichen Veränderungen im Betrieb der Landschaft führen können. Es ist daher notwendig, das Konzept der Virtualisierung von Unternehmensanwendungen differenzierter zu betrachten. Dies soll im Folgenden anhand von VLBA untersucht werden, da in diesem Bereich zahlreiche Virtualisierungsmöglichkeiten existieren.

3 Geschichte der Virtualisierung

Um den Stand der Virtualisierungstechnik heute zu betrachten, ist es hilfreich, deren Entwicklungsgeschichte mit einzubeziehen. Die Entwicklung von Virtualisierungstechniken in der IT begann bereits sehr früh in der Entstehung von Computersystemen. Bereits in den 1950er Jahren entwickelte die University of Cambridge, USA das „Conversational Time Sharing System (CTSS)“. Dieses System ermöglichte, im Gegensatz zu den sonst üblichen Systemen zur Stapelverarbeitung, eine Aufteilung der Ressourcen für verschiedene Aufgaben. Die Intention zielte mehr auf die Entwicklung interaktiver und multitaskingfähiger Systeme ab – damit wurden jedoch die Grundsteine für virtuelle Systeme gelegt [IBM81].

IBM griff diese Entwicklung in den 1960er Jahren auf und schrieb den Code für die IBM/360 Serie neu, was unter dem Namen CP/CMS auf den Markt kam. Bereits in den frühen 1970er Jahren wurde das Betriebssystem aufgespalten in das *Control Program* (CP), das die low-level-Hardware-Verwaltung übernahm und in das *Conversational Monitor System* (CMS), das den interaktiven Betriebssystemteil darstellte. Spezielle Anpassungen an der Hardware ermöglichten bald eine Zuordnung von Ressourcen zu Diensten, erste Merkmale von Virtualisierung und Partitionierung hielten Einzug in die IBM Systeme. Seit den IBM/370 Systemen sind die Virtualisierungstechniken unter dem Namen „VM“ fester Bestandteil. Dies war jedoch hauptsächlich deshalb möglich, weil die IBM-Hardware bereits sehr früh Erweiterungen beinhaltet(e), die die hauseigene Virtualisierungslösung unterstützt(e).

Virtualisierungslösungen für die breite Masse kamen erst sehr viel später auf den Markt. Etwa in der Mitte 1999 trat der heutige Marktführer für Virtualisierungslösungen „VMWare“ in den Markt ein. Das erste Produkt bestand aus einer Applikation (Hypervisor, s.u.) die wie andere auch auf einem Betriebssystem installiert wurde.

Innerhalb dieser Applikation wurde eine vollständig funktionsfähige Hardware emuliert. Damit können alle Betriebssysteme, die auf dieser emulierten³ Hardware lauffähig sind, ausgeführt werden. Diese Form bezeichnet man als Voll-Virtualisierung auf Betriebssystemebene. Inzwischen sind einige Mitbewerber in den Markt getreten, die zum Teil ähnliche Konzepte, teilweise aber auch andere Konzepte von Virtualisierungslösungen verfolgen.

Auch VMWare selbst hat sein Produkt-Portfolio und die damit verfügbaren Funktionen stark erweitert [VM07]. Einige der heute verfügbaren Virtualisierungslösungen ähneln denen, die IBM zu bereits früh für seine Mainframe-Produkte angeboten hat, stark.

Allen Virtualisierungslösungen gemein sind dabei einige Begriffe, die an dieser Stelle erläutert werden sollen: so verwenden alle Virtualisierungslösungen einen sogenannten **Hypervisor** oder Virtual Machine Monitor (**VMM**) genannt. Die VMM ist das Kernstück der Virtualisierungslösung. Popek und Goldberg definieren dies mit: „As a piece of software a VMM has three essential characteristics: First, the VMM provides an environment for programs which is essentially identical with the original machine. ...”[PO74].

Der Hypervisor oder VMM ist damit die Kernapplikation, die die virtuelle Umgebung zur Verfügung stellt. Die Schnittstelle, die der Hypervisor anbietet, ist die Grundlage auf der **virtuelle Maschinen** [PO74] aus geführt werden. Die virtuelle Maschine ist ein isolierter Bereich, in dem unabhängig von anderen virtuellen Maschinen Dienste angeboten werden können. Je nach Art der Virtualisierungslösung kann eine virtuelle Maschine aus einer vollständigen Betriebssystem-Instanz oder auch nur aus einer Applikation bestehen. Wird in einer virtuellen Maschine ein vollständiges Betriebssystem betrieben, so spricht man in der Regel von Voll-Virtualisierung, andernfalls von Teil- oder Para-Virtualisierung [XE03], [DE02]. Ein Sonderfall bildet hier die hardwarenahe Virtualisierung – Weiteres dazu in Kapitel 4.

Wie in Abbildung 2 ersichtlich ist, ist die hardwarenahe Virtualisierung der Vorreiter der Virtualisierung. IBM hat in die Mainframe-Produkte der frühen 1970er Jahre Funktionen zur Virtualisierung eingebaut, die Anwender der x86-kompatiblen Systeme erst Jahrzehnte später Nutzen konnten. Dies lag nicht nur an der fehlender Software zur Virtualisierung – die frühen Versionen der x86-CPU-Architektur waren schlicht nicht geeignet komplexe Virtualisierungsfunktionen auszuführen [PO74].

Inzwischen wurden die Befehlssätze der x86-kompatiblen Architekturen so erweitert, dass einige aus dem Mainframe-Bereich bekannte Funktionen der Virtualisierung heute auch auf x86-kompatiblen Systemen vorhanden sind⁴.

³ Im Rahmen dieser Arbeit verwenden wir die Begriffe Hardware-Emulation und Vollvirtualisierung synonym.

⁴ <http://www.intel.com/technology/platform-technology/virtualization/index.htm>
(Zugegriffen am 28.09.2007)

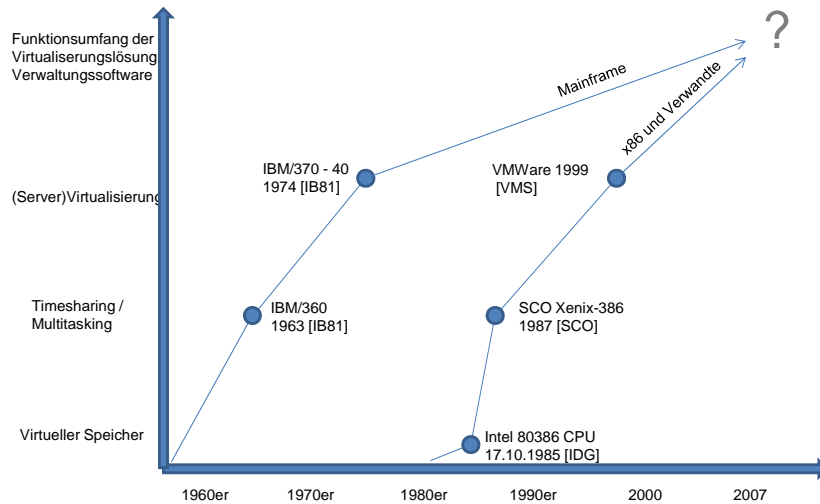


Abbildung 2: Historische Entwicklung von Virtualisierungslösungen

4 Virtualisierungslösungen

Wie bereits erwähnt, haben sich verschiedene Arten der Virtualisierung entwickelt, die wir im Folgenden als Architekturvarianten von Virtualisierungslösungen bezeichnen. Die ursprüngliche Virtualisierungsform, die der Definition von Popek und Goldberg vollständig gerecht wird, bezeichnet man als **Voll-Virtualisierung**⁵ [XE03, S.2]. Dabei wird jeweils ein vollständiges Duplikat der realen Maschine für die virtuelle Maschine zur Verfügung gestellt, auf der jeweils ein vollständiges Betriebssystem ausgeführt werden kann. Dieser Lösungsansatz bietet einerseits eine hohe Flexibilität, andererseits ist der Ressourcenbedarf vergleichsweise hoch.

Die **Para-Virtualisierung** [XE03, S.2 ff.] (Partial Virtualization, Teilvirtualisierung) schränkt die Hardwareschnittstelle, die in der virtuellen Maschine zur Verfügung gestellt wird, ein. Dadurch lassen sich aufwändige Funktionen wie die Emulation einer CPU deutlich vereinfachen⁶. Zudem können mehrfach benutzte Funktionen zusammengefasst werden: bei der Voll-Virtualisierung betreibt (fast) jede virtuelle Maschine einen vollständigen Netzwerk-Stack, der über einen Netzwerkkarten-Treiber auf emulierte Netzwerkkarten zugreift und von dort über den Hypervisor eine Netzwerkverbindung zu der physischen Netzwerkkarte aufbaut.

⁵ Der unspezifizierte Begriff Virtualisierung wird in der Regel mit dem Begriff Voll-Virtualisierung synonym verwendet.

⁶ Indem beispielsweise keine privilegierten CPU-Befehle zur Verfügung gestellt werden. [VMS] <http://archiv.tu-chemnitz.de/pub/2000/0019/data/vmware.html> [SCO] Lau, E.J.: SCO Xenix 386, BYTE, 1987

Stellt der Hypervisor den virtuellen Maschinen eine einheitliche Schnittstelle für den Netzwerkverkehr zur Verfügung, kann sowohl die Emulation der Netzwerkkarten für die virtuellen Maschinen als auch teilweise der Netzwerk-Stack im Betriebssystem der virtuellen Maschinen eingespart werden. Bei anderen Funktionen wie beispielsweise dem Dateisystem verhält es sich ebenso. Je nach Implementierung kann die Schnittstelle zwischen Hypervisor und virtueller Maschine deutlich gestrafft werden [XE03, S.4 ff.]. Allerdings ist dabei zu beachten, dass das Betriebssystem für den Betrieb in der virtuellen Maschine portiert werden muss, um der geänderten Schnittstelle zu entsprechen. Der reduzierte Aufwand für die Virtualisierung wird durch eine Reduzierung der Flexibilität erkauft [XE03, S.10]⁷.

Der Hypervisor für Voll- oder Teil- bzw. Para-Virtualisierung lässt sich auf verschiedene Arten betreiben. Man unterscheidet die hardwarenahe Virtualisierung und die Virtualisierung auf Betriebssystemebene.

Bei der **hardwarenahen Virtualisierung** wird der Hypervisor selbst auf der physisch vorhandenen Hardware ausgeführt. Es wird kein vollständiges Betriebssystem im eigentlichen Sinn ausgeführt um den Hypervisor zu ausführen zu können. Das/die Betriebssystem/e wird/werden in der virtuellen Maschine ausgeführt. Beim Einsatz hardwarenaher Voll-Virtualisierung kann der Hypervisor sehr schlank gestaltet werden um den Einfluss auf die Leistungsfähigkeit der virtuellen Maschine gering zu halten. Bei hardwarenaher Para-Virtualisierung ist die Grenze zur Para-Virtualisierung auf Betriebssystemebene fließend. Der Hypervisor bringt einige Funktionen mit sich, die üblicherweise einem Betriebssystem zugeordnet werden. Der Funktionsumfang des Hypervisor entscheidet daher über die Einordnung der Virtualisierungslösung.

Baut der Hypervisor auf ein vollständiges Betriebssystem auf, so spricht man von einer **Virtualisierung auf Betriebssystemebene**. In diesem Fall ist der Hypervisor meist als Applikation ausgeführt und kann je nach Bedarf gestartet werden. Da der Hypervisor in diesem Fall alleine nicht lauffähig ist, muss für den Betrieb einer virtuellen Maschine immer das Wirtssystem gestartet sein, wodurch zusätzlicher Ressourcenbedarf entsteht.

Die Betrachtung des Ressourcenbedarfs verschiedener Virtualisierungslösungen ist von zentraler Bedeutung. So ist bei einer Konsolidierung mehrerer Serversysteme unterschiedlicher Ressourcenbedarf einzuplanen – je nachdem, ob man sich bei der einzusetzenden Virtualisierungslösung für eine Voll- oder Para-Virtualisierung entscheidet. Das Zusammenwirken der Bestandteile verschiedener Virtualisierungskonzepte ist in Abbildung 3 dargestellt. Die Höhe der Grafiken lässt dabei Rückschlüsse auf die benötigten Ressourcen zu, da jede weitere Abstraktionsebene mit zusätzlichen Ressourcenanforderungen einhergeht.

⁷ Durch die Befehlssatz-Erweiterung moderner CPU-Architekturen gibt es inzwischen Vertreter der Paravirtualisierung, die auch nicht modifizierte Gastsysteme in virtuellen Maschinen betreiben können, so zum Beispiel XEN auf Prozessoren mit Intel Vanderpool oder AMD Pacifica Befehlssatz:
<http://de.opensuse.com/Xen>, zugegriffen am 29.8.2007

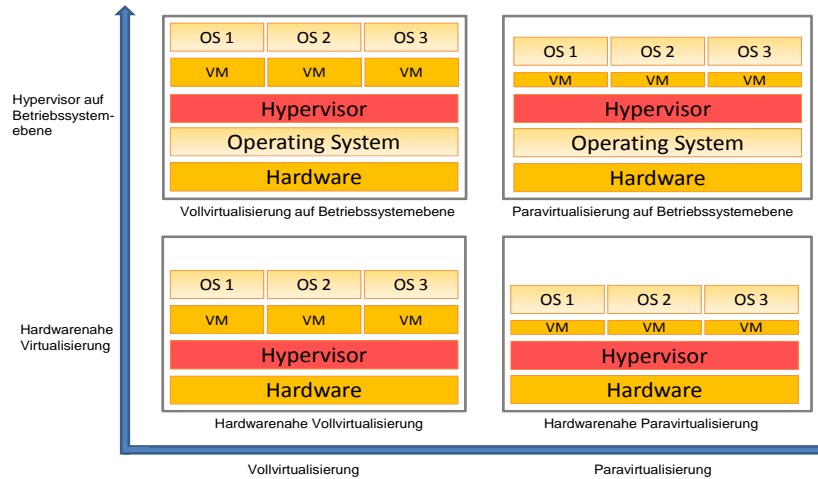


Abbildung 3: Architekturen verschiedener Virtualisierungslösungen

Inzwischen sind die meisten denkbaren Kombinationen von Voll- und Paravirtualisierung sowohl hardwarenah als auch auf Betriebssystemebene durch mehr oder weniger bekannte Produkte besetzt.

5 Ansätze zur Untersuchung von virtualisierten VLBA

Die Definition einer VLBA schließt Einschränkungen räumlicher, organisatorischer und technischer Art aus. Damit handelt es sich bei einer VLBA um ein komplexes System, das durch die Interaktion und Integration von Diensten entsteht. Im Folgenden werden virtualisierte VLBA untersucht. Der erste Ansatz erstellt ein mathematisches Modell der VLBA, das anschließend mit verschiedenen Lastprofilen simuliert wird. Im zweiten Ansatz wird eine reale VLBA in einer virtualisierten Hardwareumgebung als Untersuchungsgegenstand verwendet.

Hier wird eine Möglichkeit gesucht, den Einfluss von Virtualisierungslösungen auf den Betrieb von VLBA zu ermitteln. Dafür ist es notwendig, eine Eigenschaft zu definieren, anhand derer sich der Betriebszustand einer VLBA bestimmen lässt. Die abstrakte Definition einer VLBA benennt jedoch keine Kernfunktionalität, die als Bemessungsgrundlage dient. In diesem Artikel wird davon ausgegangen, dass die Dienste einer VLBA überwiegend durch eine zentrale Benutzerschnittstelle in Anspruch genommen werden. Als Vergleichswert dient daher ein zu definierender Prozess, der von dieser Schnittstelle aus wiederholt bearbeitet werden kann. Der Vergleichswert selbst könnte die Durchlaufzeit je Prozess sein.

Ein häufig gewählter Ansatz (hier Ansatz 1), komplexe Systeme zu untersuchen, ist die **Simulation**. Die Funktionalität des zu untersuchenden Systems wird dabei auf die zu untersuchenden Eigenschaften reduziert. Dadurch entsteht ein Modell des Systems, das die Zusammenhänge und Wechselwirkungen der einzelnen Bestandteile beschreibt. Je belastbarer die Informationen über die zugrunde liegenden Wechselwirkungen sind, desto zuverlässiger simuliert das Modell das Verhalten des zu untersuchenden Systems [RO96]. Durch variieren der Eigenschaften einzelner Bestandteile lässt sich deren Einfluss auf das Gesamtverhalten des Systems ermitteln. Die Validität der Simulationsergebnisse kann durch Experimente geprüft werden.

Um diesen Ansatz auf eine VLBA zu übertragen, benötigt man ein Modell, besser noch ein Referenzmodell für VLBA, welches detaillierte Informationen über die Wechselwirkungen der einzelnen Bestandteile einer VLBA enthält. Die derzeit verfügbaren Modelle einer VLBA sind jedoch beschreibender Art, und zu abstrakt, um die Interaktion der Bestandteile einer VLBA daraus abzuleiten [GR07, S.261]. In Anlehnung an das dort beschriebene Modell einer VLBA zeigt Abbildung 5 eine mögliche Architekturdarstellung einer VLBA, die auf einer klassischen 3-Schicht Architektur basiert.

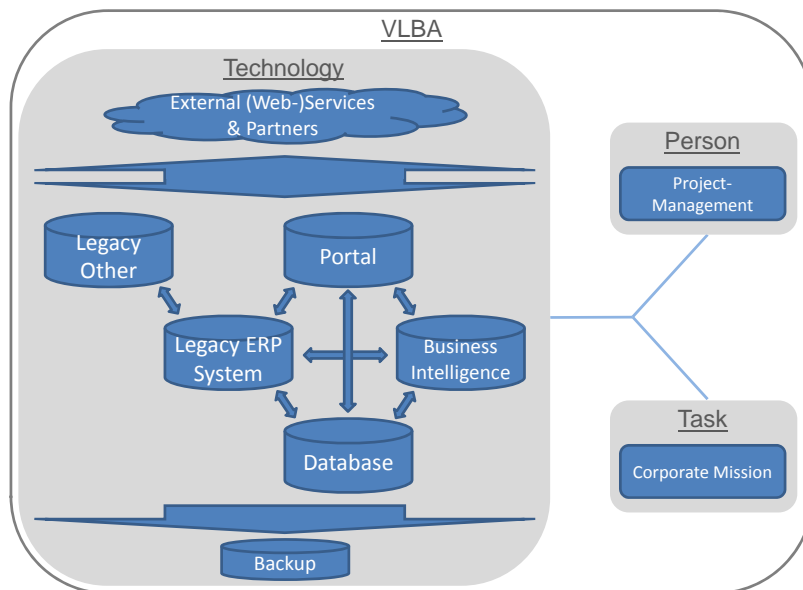


Abbildung 4: mögliche Ausprägung einer VLBA⁸

⁸ Die Definition VLBA bezieht Mensch, Aufgabe und Technik mit ein [GR07, S. 263]. Dieser Artikel bezieht sich nur auf die Technik einer VLBA, da die Bestandteile „Mensch“ und „Aufgabe“ nicht direkt als Einflussgröße für die beschriebenen Untersuchungen gewertet werden.

Für die Erstellung eines Simulationsmodells werden Daten mit deutlich höherem Detaillierungsgrad benötigt. So lässt sich aus obigem Modell nicht ableiten, wie stark sich beispielsweise die Reduzierung der Ausführungsgeschwindigkeit des Datenbankservers auf das Antwortverhalten des Portalsystems auswirkt. Damit fehlen grundlegende Erkenntnisse über die Zusammenhänge innerhalb der Technik einer VLBA und die Simulation einer VLBA basierend auf diesen Ausgangsdaten würde wenig belastbare Ergebnisse liefern.

Als zweite Möglichkeit (Ansatz 2), Einflüsse von Virtualisierungslösungen auf VLBA zu untersuchen, bleibt die vergleichende Messung (**Feldexperiment**) an realen, virtualisierten VLBA. So könnte man in einem Experiment eine virtualisierte VLBA mit einer nicht-virtualisierten VLBA vergleichen. Gelingt es, alle Parameter des Experiments zu kontrollieren, kann die direkte Auswirkung einer Virtualisierungslösung auf das Gesamtverhalten der VLBA ermittelt werden.

Abbildung 5 verdeutlicht neben den Bestandteilen einer VLBA auch deren Komplexität und Heterogenität. Aus der Betrachtung des Block „Technology“, geht hervor, dass es mit sehr viel Aufwand verbunden ist, den Betrieb einer vollständigen VLBA zu virtualisieren. Dazu kommt, dass die Ergebnisse dieses Experiments nur Aussagen über genau diese Ausprägung einer VLBA zulassen, die Ergebnisse wären nur schwer auf andere Systeme übertragbar.

Nachdem die Untersuchung einer VLBA als Gesamtsystem aus obigen Gründen nicht zielführend erscheint, bleibt nur die Möglichkeit, die VLBA in ihrer Komplexität für die Untersuchungen zu reduzieren. Dazu lohnt sich ein Blick auf die einzelnen Bestandteile der VLBA. Für die einzelnen Bestandteile einer VLBA besteht in den meisten Fällen die Möglichkeit, eine Vergleichsmessung von virtualisiertem und nicht-virtualisiertem Betrieb durchzuführen. So gibt es bereits Erfahrungswerte, wie sich beispielsweise Datenbanksysteme oder ERP-Systeme in virtualisierten Umgebungen verhalten.

Über diese Vergleichsmessungen lassen sich jedoch nicht nur die Auswirkungen einer Virtualisierungslösung auf Datenbank- oder ERP-Systeme feststellen. Durch deren Einbettung in eine VLBA lassen sich auch Rückschlüsse auf die Wechselwirkungen der Bestandteile einer VLBA ziehen: durch gezieltes Variieren der Leistungsfähigkeit der einzelnen Komponenten und gleichzeitiges Beobachten des Gesamtverhaltens der VLBA lässt sich nicht nur deren Einfluss auf das Gesamtverhalten der VLBA nicht nur feststellen, sondern auch beziffern.

Der Einfluss einer Virtualisierungslösung auf VLBA lässt sich durch sukzessive Messungen feststellen. Durch gleichzeitiges Beobachten des Gesamtverhaltens der VLBA lassen sich Daten erheben, die die inneren Wechselwirkungen von VLBA allgemein beschreiben. Aufbauend auf diesen Erkenntnissen können Modelle entwickelt werden, die eine Simulation von VLBA erlauben. Existiert ein System zur Simulation von VLBA, so lässt sich damit der Einfluss von Virtualisierungslösungen auf andere Ausprägungen von VLBA ermitteln.

7 Fazit

Virtualisierung ist relevant und verspricht ein großes Optimierungspotenzial. gleichzeitig gilt aber festzuhalten, dass entsprechende Metriken zu Messung und zum Vergleich von virtualisierten/nicht-virtualisierten Umgebungen für VLBA's noch nicht existieren. Die Überlegungen zeigen, dass die aktuell intensiv geführte Debatte über virtualisierte Serverumgebungen, insbesondere von ERP-Systemen oder allgemeiner VLBA's, zurecht geführt wird. Einerseits werden große Chancen durch die verbesserte Auslastung von Servern deutlich, andererseits treten neue Risiken durch fehlendes empirisches Wissen über den Einsatz der Virtualisierungslösungen zu Tage. Es ist daher dringend notwendig, sich systematisch mit den Chancen und Risiken von Virtualisierungslösungen zu beschäftigen um nicht durch die ungeprüfte Einführung einer verfügbaren Technologie Realitäten zu schaffen, die später nicht mehr beherrscht werden können. In dieser Arbeit werden Tests von Virtualisierungslösungen zum einen durch Simulation von Modellen, zum anderen durch Test an realen Systemen angesprochen. Deren Ergebnisse können den Weg für eine methodisch begründete Auswahlentscheidung für Virtualisierungslösungen ebnet.

8 Literaturverzeichnis

- [AB07] Boegelsack et al: Techniques for SAP hosting under Solaris 10, TUM, 2007
[http://www.winfobase.de/lehrstuhl/publikat.nsf/intern01/0D52A31ACAF185DAC125736A00377E95/\\$FILE/07-18.pdf](http://www.winfobase.de/lehrstuhl/publikat.nsf/intern01/0D52A31ACAF185DAC125736A00377E95/$FILE/07-18.pdf) (Zugegriffen am 28.09.2007)
- [DE02] Whitaker, A.: Denali: Lightweight Virtual Machines for Distributed and Networked Applications, University of Washington, 2002
- [GA01] Bittman, T.J.: VMWare ESX: Key to Intel-Based Server Consolidation?, Gartner, 2001
- [GA05] Bell, M. A.: Meeting the Data Center Power and Cooling Challenge, Gartner, 2006
- [GA06] De Souza, R. Browning, A.: Western Europe IT Spending and Staffing Survey by Small and Midsize Businesses, Gartner, 2006
- [GA07] Buchanan, S.: Plan for Software Licenses to Keep Virtualization Costs Real, Gartner '07
- [GR07] Grabski et al: Very Large Business Applications, Informatik Spektrum, 30.04.2007
- [GU57] Güntsch, F.-R. : Logischer Entwurf eines digitalen Rechengeräts mit mehreren asynchron laufenden Trommeln und automatischem Schnellspeicherbetrieb, Berlin, 1957
- [HA02] Soltau, M.: Unix/Linux Hochverfügbarkeit, Mitp, 2002,
- [IBM81] Creasy, J.: The Origin of the VM/370 Time Sharing System, IBM, 1981
- [IDG] Intel Developer's Manual, Intel, 2007
- [IN95] <http://www.intel.com/design/intarch/datashts/23163011.pdf> (Zugegriffen am 28.09.2007)
- [iX607] Hantelmann, F.: Marktübersicht Server-Virtualisierung – Ins Glas geschaut. iX6/2007, Heise Verlag, Hannover, 2007; S. 104-109.
- [JE04] Jessen, E.: Origin of the Virtual Memory Concept. IEEE Annals of the History of Computing, Band 26. 4/2004, S. 71 ff.
- [PO74] Popek, G.: Formal Requirements for Virtualizable Third Generation Architectures, 1974
- [RO06] Rosenblum et al: Using the SimOS Machine Simulator to Study Complex Computer Systems, Stanford University, 1996
- [SPEC] <http://www.spec.org/> (Zugegriffen am 28.9.2007)
- [VM07] <http://www.vmware.com/overview/why.html>, (Zugegriffen am 28.09.2007)
- [XE03] Barham, B. et al: Xen and the Art of Virtualization, University of Cambridge, 2003
- [IU1] <http://www.lund1.de/virtual-server> (Zugegriffen am 28.9.2007)