

Berufsakademie Mosbach
University of Cooperative Education
Lohrtalweg 10
74821 Mosbach

Virtualisierung "Server out of the box"

Studienarbeit

für die Prüfung zum Diplom-Medieninformatiker (BA)

an der Berufsakademie Mosbach

vorgelegt von

Daniel Kuhn

geboren am 14.10.1983

in Buchen

Fachrichtung	Wirtschaft
Studiengang	Digitale Medien / Medieninformatik
Kurs	DM04
Betreuer	Prof. Dr. Arnulf Mester Diplom-Informatiker (FH) Markus Rollwa
Ausbildungsbetrieb	Apotheken Dienstleistungsgesellschaft mbH Pfungstweidstrasse 5 68199 Mannheim

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	III
Tabellenverzeichnis.....	III
1. Einleitung.....	1
2. Was ist Virtualisierung.....	2
3. Wozu Virtualisierung.....	4
3.1 Desktopbereich.....	4
3.2 Serverbereich.....	5
4. Wie funktioniert Virtualisierung.....	7
4.1 Aufteilung in verschiedene Verfahren.....	9
4.1.1 Emulation.....	9
4.1.2 Native Virtualisierung.....	9
4.1.3 Paravirtualisierung.....	9
4.1.4 Hosted VM.....	10
4.1.5 Hypervisor VM.....	10
5. Grenzen von Virtualisierung.....	11
6. Wieso Virtualisierung in der BA.....	12
6.1 Situationsbeschreibung.....	12
6.2 Virtualisierung als Problemlösung.....	12
7. Anwendungsfälle.....	14
7.1 Anwendungsfall 1: „Studiengangsleiter VM“.....	14
7.2 Anwendungsfall 2: „Vorlesungs-VM“.....	14
7.3 Anwendungsfall 3: „Studierenden VM“.....	15
8. Lizenzmodelle und Virtualisierung.....	17
8.1 MSDN Academic Alliance.....	17
8.2 Lizenzprobleme.....	18
8.3 Lösungswege.....	19
8.4 Lizenzmodelle im Überblick.....	21
8.4.1 Freeware oder Public Domain.....	21
8.4.2 Shareware.....	21
8.4.3 Einzelplatzlizenz.....	21
8.4.4 Mehrfachlizenzen / Campuslizenzen.....	21
8.4.5 Concurrent licenses.....	21
8.4.6 Begrenzte Nutzungsdauer.....	22
9. Virtualisierungssoftware.....	23
9.1 Auswahl der Virtualisierungslösung.....	23
9.2 VMWare Workstation vs. Ms Virtual PC.....	25
10. Virtuelle Maschinen im Aufbau.....	29
11. Erstellen einer virtuellen Maschine.....	31
11.1 Betriebssystem.....	31

11.2 Netzwerk.....	31
11.3 Festplatte.....	32
11.4 Arbeitsspeicher.....	33
11.5 Prozessor.....	35
11.6 Zusammenfassung.....	35
12. Snapshot Manager.....	36
13. Verteilung der Virtuellen Maschinen.....	37
13.1 Linked-Clones.....	38
13.1.1 Vorteile von Linked-Clones.....	40
13.1.2 Praxistest mit Linked Clones.....	41
14. VMWare Tools.....	43
15. Endkonfiguration.....	44
15.1 Anwendungsfall 1.....	44
15.2 Anwendungsfall 2.....	44
15.3 Anwendungsfall 3.....	44
16. Ausblick.....	46
Anhang.....	IV
1. Gegenüberstellung von Virtualisierungssoftware.....	IV
2. Tutorial zum Erstellen von Linked-Clones.....	VI
3. Tutorial zur Verwendung des VMWare Players.....	VIII
4. Ehrenwörtliche Erklärung.....	X
Literaturverzeichnis.....	XI

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: schematische Darstellung.....	2
Abbildung 2: Spitzen-, Normal- und 24 Stunden Auslastung	6
Abbildung 3: Prioritätsschichten eines x86-Prozessors	7
Abbildung 4: Links: „Hypervisor VM“ Rechts: „Hosted VM“	10
Abbildung 5: Hauptfenster des MS Virtual PC 2007 Beta.....	25
Abbildung 6: Einstellungsmenü des MS Virtual PC 2007 Beta.....	26
Abbildung 7: Einstellungsmenü VMWare Workstation 5.5.....	26
Abbildung 8: Hauptfenster der VMWare Workstation 5.5.....	27
Abbildung 9: Speicherzuteilung der VMWare Workstation 5.5.....	33
Abbildung 10: Verzweigungen von Snapshots.....	36
Abbildung 11: Schematischer Aufbau des BA-Netzwerkes.....	37
Abbildung 12: Funktionsweise Linked Clones.....	38
Abbildung 13: Startzeiten von Linked Clones über das Netzwerk.....	41
Abbildung 14: Netzwerkauslastung beim Start über das Netzwerk.....	42

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Virtualisierungslösungen gruppiert.....	23
Tabelle 2: Virtualisierungslösungen gegenüber gestellt	24
Tabelle 3: Workstation 5.5 und Virtual PC gegenüber gestellt.....	28
Tabelle 4: Drei wichtige Dateien einer virtuellen Maschine.....	29
Tabelle 5: Startzeiten von Linked Clones über das Netzwerk.....	41

1. Einleitung

“Rootkit infiltriert Beta-Version von Windows Vista” [HEI06]

“Over the past few months I [Joanna Rutkowska] have been working on a technology code-named Blue Pill, which is just about that - creating 100% undetectable malware, which is not based on an obscure concept.

The idea behind Blue Pill is simple: your operating system swallows the Blue Pill and it awakes inside the Matrix controlled by the ultra thin Blue Pill hypervisor. This all happens on-the-fly (i.e. without restarting the system) and there is no performance penalty and all the devices, like graphics card, are fully accessible to the operating system, which is now executing inside virtual machine. This is all possible thanks to the latest virtualization technology from AMD called SVM/Pacifica.” [RUT06]

Im Sommer 2006 stellte die Sicherheitsexpertin Joanna Rutkowska auf der Hacker-Konferenz „the Black Hat“ ein Rootkit vor, das es ermöglichte das laufende Betriebssystem Windows Vista Release Candidate 2, ohne Neustart, in eine virtuelle Umgebung zu verschieben. Für den Anwender ist dieser Angriff völlig unsichtbar und macht sich dank der neuen Virtualisierungs-Technologien von AMD (SVM/Pacifica) und Intel (VT/Vanderpool) auch nicht in der Performance bemerkbar. [HEI06]

Allerdings kann man mit Virtualisierung nicht nur Windows verschieben um einen Angriff auf das System durchzuführen, vielmehr ist Virtualisierung ein gutes Mittel um zum Beispiel Testumgebungen zu schaffen oder Serverressourcen effizienter auszunutzen. Mittels Virtualisierung können Umgebungen auf unterschiedlichen Betriebssystemen mit verschiedener Software für Studierende bereitgestellt werden.

Im Folgenden soll die Frage: „Was ist Virtualisierung“ anhand einiger Beispiele geklärt werden. Dabei wird die technische Seite beleuchtet, die Funktionsweise erklärt und zwei dieser Softwareprodukte von Microsoft und VMWare gegenübergestellt.

Im weiteren Verlauf wird in einzelnen Schritten eine virtuelle Maschine für den Studiengang Digitale Medien der Berufsakademie Mosbach unter Berücksichtigung der Anforderungen erstellt, die für verschiedene praktischen Teile von Vorlesungen eingesetzt werden kann. Zudem werden verschiedene Möglichkeiten zur Verteilung der virtuellen Maschinen vorgestellt, die Grenzen und die Probleme beim Einsatz von Virtualisierung erläutert und Ideen zur Lösung der Probleme näher betrachtet.

2. Was ist Virtualisierung

1965 wurde der erste Emulator, der „7070 Emulator“ von IBM veröffentlicht, nachdem IBM seine System/360 Großrechner-Linie offiziell machte. Dieser ermöglichte es Anwendungen auszuführen, die für den älteren IBM 7070 Computer entwickelt wurden. [IBMb][WIKa] Auch heutzutage sind Emulatoren für alte Amiga oder C64 Programme, vor allem für alte Computerspiele, immer noch beliebt. Einer dieser Emulatoren ist „Scumm VM“ (<http://www.scummvm.org>), der nicht nur unter Windows, sondern auch unter Linux, Mac OSX sowie diversen Spielekonsolen wie Playstation oder Xbox lauffähig ist. Mit Scumm VM leben alte „Point and Click“ Adventurespiele, wie „Monkey Island“, „Day of the Tentacle“ oder „Indiana Jones“, auf neuen Computern und Spielekonsolen wieder auf.

Damit die alten Programme wieder funktionieren, bildet ein Emulator alle Komponenten eines Rechners nach. Diese Programme interagieren somit nicht mehr mit der Hardware selbst, sondern nur noch mit der Software, die die Befehle dann an die Hardwarekomponenten weiterreicht.

Die Möglichkeiten von Emulationssoftware gehen aber inzwischen weit über Spiele und kleine Programme hinaus. Es werden nicht mehr nur Programme emuliert, sondern ganze Betriebssysteme. Bekannte Emulatoren sind der MacOS-Emulator „Pear“, mit dem ein Mac Betriebssystem unter Windows emuliert werden kann, oder „Qemu“, der verschiedene Prozessor-Architekturen wie x86, AMD64 oder Power PC emulieren kann.

Bei Virtualisierungssoftware wie VMWare, XEN, oder Microsoft Virtual PC wird oft auch von Emulation gesprochen. Doch unterscheiden sich neue Virtualisierungstechniken von Emulatoren.

Während Emulatoren den kompletten Computer per Software nachbilden und Befehle von Programmen erst von der Software übersetzt und weitergereicht werden müssen, nutzt Virtualisierung CPU und Speicher des Wirt-Computers „direkt“.([AHN07a], S.38)

So muss beispielsweise der physische Netzwerkadapter von mehreren virtuellen Systemen benutzt werden können. Würde ein Gast-System die Netzwerkkarte direkt ansprechen, könnte es bei anderen Systemen zu Problemen beim Zugriff kommen. Um dies zu vermeiden wird die physische Netzwerkkarte per Software nachgebildet, sodass jede virtuelle Umgebung nur mit dieser Zwischenschicht kommuniziert. Die Zwischenschicht verwaltet die Zugriffe auf die Komponente und gibt die Befehle dann an die Hardware weiter.

Die empfohlene Vorgehensweise, insbesondere bei Serverlösungen, ist es jedem virtuellen System einen eigenen physischen Netzwerkadapter bereit zu stellen.

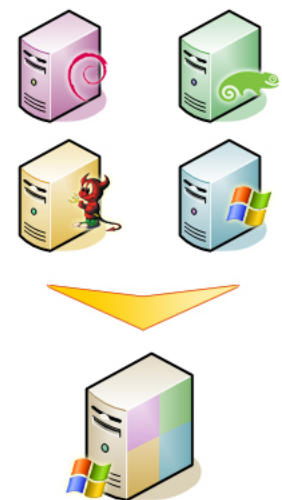


Abbildung 1:
schematische
Darstellung

Virtualisierung versucht die Ressourcen eines physischen Rechners so aufzuteilen, dass diese mit möglichst wenigen Performance-Einbußen von einem oder mehreren parallel laufenden virtuellen Betriebssystemen genutzt werden können.

Die virtuellen Maschinen sind dabei voneinander gekapselt, sodass sie von der Virtualisierung und den anderen parallel laufenden virtuellen Maschinen nichts mitbekommen.

Jede virtuelle Maschine verhält sich dabei so, als würde sie alleine auf dem Wirt-System laufen. Trotzdem ist es möglich, bei Verwendung entsprechender Virtualisierungssoftware, Dateien zwischen parallel laufenden Maschinen direkt, oder zum Beispiel über physische oder virtuelle Netzwerke auszutauschen. [[KER05a], S. 1]

3. Wozu Virtualisierung

Im Desktop- oder Serverbereich bietet Virtualisierung Vorteile wie Mobilität, Flexibilität, Plattformunabhängigkeit und Kostenersparnis. Jedoch müssen bei Virtualisierung auch Einschränkungen und Nachteile bei der Geräteunterstützung bedacht werden, die in Kapitel 5 „Grenzen von Virtualisierung“ näher beschrieben werden.

3.1 Desktopbereich

Mit Virtualisierung lassen sich im Desktopbereich virtuelle Umgebungen beispielsweise für Techniker, Entwickler, Webdesigner Consultants, Trainer, Mitarbeiter im Vertrieb erstellen.

Vorteile von virtuellen Maschinen sind ([AHN07a], S.24):

1. Mobilität: Eine Virtuelle Maschine muss einmal erstellt werden und kann dann auf externen Festplatten oder DVDs gelagert oder verteilt werden.
2. Flexibilität: Für jeden Einsatzzweck kann eine neue Umgebung erstellt werden. Wird die virtuelle Maschine nicht mehr benötigt kann sie ohne Beeinträchtigung des Wirt-Systems gelöscht werden.
3. Plattformunabhängigkeit: Betriebssysteme wie Windows, Linux, Solaris, Unix, und viele Mehr können in einer virtuellen Umgebung installiert und auf unterschiedlichen Wirt-Betriebssystemen eingesetzt werden.
Eine auf einem Windows-Wirt erstellte virtuelle Solaris-Maschine ist, bei Verwendung der gleichen Virtualisierungssoftware, auch unter Linux ohne Änderung lauffähig.

Im Desktopbereich lassen sich verschiedene allgemeine Anwendungsfälle definieren ([AHN07a], S.23-24):

1. Für Techniker, Entwickler und Consultants lassen sich schnell komplexe Testumgebungen mit mehreren virtuellen Rechner und Netzwerken aufbauen.
2. Softwaretests müssen nicht mehr auf dem Wirt-Betriebssystem durchgeführt werden und zeitaufwendiges Einspielen von Backups entfällt.
3. Serverlandschaften und Netzwerkstrukturen lassen sich auf wenigen Rechnern nachbilden und können getestet und optimiert werden.
4. Mitarbeiter im Support oder Helpdesk, die oftmals mehrere Betriebssysteme benötigen, können über ihr bisheriges Betriebssystem andere Systeme virtualisieren. Beispielsweise kann der Support eines Softwarehauses zwischen verschiedenen Versionsständen seiner Software für Supportzwecke wechseln. Mit der Snapshotfunktion von VMWare muss dazu keine eigene virtuelle Umgebung für jeden Stand erzeugt werden, sondern kann zwischen einzelnen gespeicherten Ständen gewechselt werden.
Somit kann der Support schnell auf die verschiedenen Probleme beim Kunden reagieren.

5. Präsentationsumgebungen für Trainer oder Mitarbeiter im Vertrieb können mit Virtualisierungssoftware schnell erstellt und geklont werden. Damit kann beispielsweise in einem Softwareunternehmen eine virtuelle Umgebung von einem Techniker geschaffen werden auf der die Präsentation und die dazugehörige Software installiert sind. Diese Umgebung kann dann an alle Mitarbeiter verteilt werden.
6. Ambitionierte Heimanwender, die gerne Linux oder andere Betriebssystem ausprobieren möchten, aber bisher ihr bestehendes System nicht beschädigen oder gar löschen wollten, können mittels Virtualisierungssoftware auf ihrem bestehenden Betriebssystem eine neue virtuelle Umgebungen mit verschiedenen Betriebssystemen schaffen.
7. Virtuelle Maschinen mit Entwicklungsumgebungen für Programmierer, Webdesigner oder im Studienbetrieb sind für Projektarbeiten sehr komfortabel, da keine Eingriffe in das Wirt-Betriebssystem vorgenommen werden müssen. Eine Umgebung kann für einen bestimmten Zweck mit allen nötigen Programmen erstellt, verteilt und genutzt werden. Am Schluss des Projektes oder der Vorlesung können die Daten gesichert und die virtuelle Maschine auf einem Datenträger archiviert oder gelöscht werden.

3.2 Serverbereich

In Serverumgebungen lassen sich durch effizientere Servernutzung mittels Server Virtualisierung die Anschaffungskosten für Hardware, Wartungskosten und Stromverbrauch senken (Serverkonsolidierung). Verschiedene Betriebssysteme wie Windows, Linux oder Solaris lassen sich parallel auf einem physischen Computer virtualisieren. Testumgebungen zum Softwaretest lassen sich schnell erzeugen und gegebenenfalls wieder zurücksetzen oder löschen.

Jedoch entstehen auch hier Einschränkungen wenn spezielle Komponenten, die von der Virtualisierungssoftware nicht unterstützt werden, verwendet werden müssen.

IBM stellt auf seiner Website eine Grafik vor, die aus einem White Paper vom Oktober 2000 hervorgeht und die durchschnittliche Systemauslastung zeigt.[IBMa]

	Peak-hour Utilization	Prime-shift Utilization	24-hour Periode Utilisation
Mainframes	85-100%	70%	60%
UNIX Server	50-70%	10-15%	< 10%
Intel-based Server	30%	5-10%	2-5%
PC, Notebook	10-20%*	2-5%*	N/A

Abbildung 2: Spitzen-, Normal- und 24 Stunden Auslastung [IBMa]

Aus dieser Abbildung geht hervor, dass die Serverauslastung für einen Intel-based Server bei Spitzenlast 30%, bei Normalbetrieb 10-15% und bei einer 24 Stunden Betrachtung weniger als 10% beträgt. Bei Desktop Computern und Notebooks ist diese Auslastung sogar noch niedriger.

In der restlichen, nicht verwendeten Rechenzeit könnte der Server oder der Desktop-Computer also für andere Zwecke benutzt werden. [IBMa]

Im Desktopbereich gibt es viele Anwender, die Programme wie Seti@Home benutzen. Diese Software nutzt genau diese unbenutzte CPU-Zeit, in der der Benutzer den Computer gerade nicht benötigt, zur Suche nach Außerirdischer Intelligenz durch Analyse von Daten.

Für Unternehmen steckt in dieser ungenutzten Auslastung, im Gegensatz zum Heimanwender, allerdings viel Geld. Für neue Aufgaben oder Anwendungen wird oft neue Serverhardware angeschafft, die teuer ist, Platz verbraucht und wiederum nicht voll ausgelastet wird.

Weiteres Einsparpotenzial steckt im Stromverbrauch, in der Wartung und Instandsetzung der Server. Zwei laufende Server mit geringer Auslastung verbrauchen zusammen mehr Strom als ein Server unter Vollast, da sich die Komponenten in Servern, beispielsweise Festplatten, aus Gründen der Verfügbarkeit nicht in einen Stand-by Zustand schalten.

Mittels Virtualisierung können diese Server effizienter genutzt werden, indem mehrere virtuelle Server auf einer Hardware-Umgebung erzeugt werden.

Zudem kann ein Unternehmen, anstatt zwei Mittelklasse Servern, einen hochwertigeren Server kaufen und darauf mehrere Server virtualisieren. Es fallen zwar, je nach Produkt, zusätzliche Kosten für die Virtualisierungssoftware an, jedoch kann ein Unternehmen durch die Virtualisierung mehr Geld bei Hardware-, Strom- und Wartungskosten einsparen.

([AHN07a], S.24-26) [TUR06] ([ZIM05]. S.26)

4. Wie funktioniert Virtualisierung

Im Kapitel "Was ist Virtualisierung" wurde unter Anderem der Unterschied zwischen Emulation und Virtualisierung beschrieben. Ein Emulator ist eine Software die alle Komponenten eines Computers nachbildet.

Bei Virtualisierung hingegen werden CPU und RAM nicht nachgebildet, sondern die Befehle über die Virtualisierungsschicht, auch Hypervisor oder Virtual Machine Monitor (VMM) genannt, an die Hardware weitergereicht.

Dieser Umweg über die Virtualisierungsschicht ist notwendig, da die Gast-Betriebssysteme nichts von der Virtualisierung wissen und sich so verhalten als hätten sie die alleinige Kontrolle über die Komponenten.

Wenn nun mehrere Gäste uneingeschränkt Zugriff auf den Speicher und den Prozessor hätten, würden sich die Gast-Systeme untereinander stören. Eine Kapselung der Gäste und die Kapselung zum Wirt-System wäre nicht mehr gegeben, was letztendlich zum Absturz des Gast- und des Wirt-Systems führen könnte.

Das Wirt-Betriebssystem muss daher jederzeit die Kontrolle über alle laufenden Programme behalten und darf nicht von Anwendungen zum Absturz gebracht werden können. Dazu nutzen heutige Betriebssysteme verschiedene von den Prozessoren bereitgestellte Prioritätsstufen, die es Prozessen erlauben unterschiedlichen Zugriff auf die Hardware zu gewähren.

Bei der x86-Architektur gibt es dazu drei Prioritätsstufen, die man anhand von Schichten darstellen kann. (vgl. Abbildung 3)

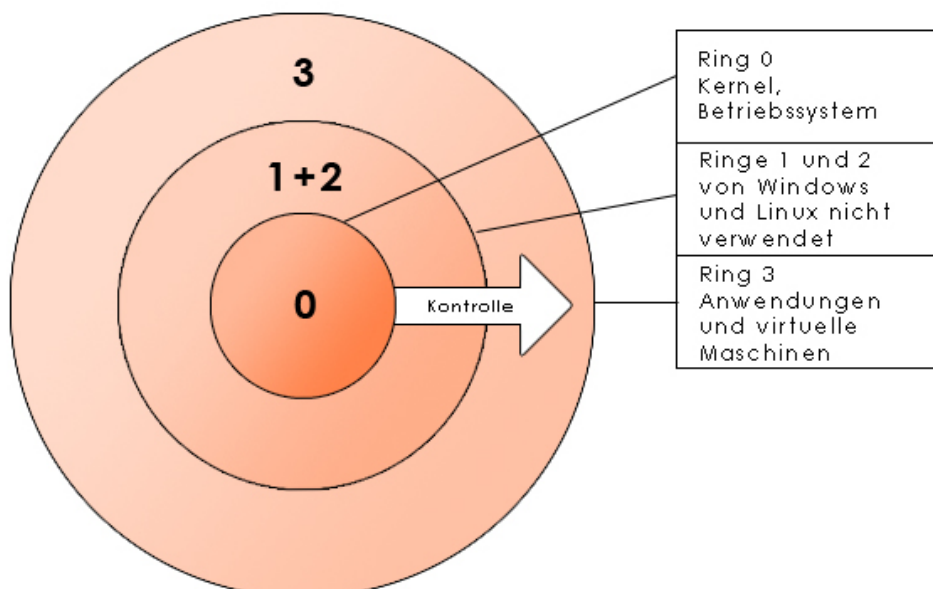


Abbildung 3: Prioritätsschichten eines x86-Prozessors ([AHN07a], S.43 ;[KER05a], S.4)

Der innere Ring, Ring 0 oder auch Kernel-Modus genannt, hat die höchste Priorität. Prozesse haben hier die uneingeschränkte Kontrolle über die Hardware. In diesem Ring läuft der Systemkern (Kernel) eines Betriebssystems, der die Ressourcen überwacht, verwaltet und Schnittstellen für Anwendungen bereitstellt.

Anwenderprogramme laufen im Ring 3, auch Benutzer-Modus genannt, mit niedriger Priorität. Diese Programme können nicht direkt, sondern müssen über Schnittstellen die wiederum vom Kernel in Ring 0 kontrolliert werden, auf die Hardware zugreifen.

Die Ringe 1 und 2 werden von Windows und Linux nicht verwendet und sind nur noch historisch vorhanden da ältere Betriebssysteme wie OS/2 diese benötigen. ([KER05b], Folie 15; [AHN07a], S.42)

Damit das Wirt-System die Kontrolle über die Gast-Systeme behalten kann, läuft die Virtualisierungssoftware mit den Gästen in Ring 3. Das Gast-System, das von der Virtualisierung nichts weiß, versucht aber wie gewohnt seine Befehle im Ring 0 auszuführen. An dieser Stelle greift die Virtualisierungsschicht ein und fängt diese sensitiven Befehle ab. Sensitive Befehle können den Zustand der Maschine verändern und könnten damit eine andere virtuelle Maschine oder das Wirt-System zum Absturz bringen. Die abgefangenen Befehle werden dann von der Virtualisierungsschicht durch ungefährliche Befehlssequenzen nachgebildet und ausgeführt, ohne dass das Gast-System dies bemerkt.

Bei der x86 Architektur kann man die an die CPU gestellten Befehle vereinfacht in zwei Gruppen unterteilen: In sensitive Operationen und in nicht sensitive Operationen. Da die x86 Architektur ursprünglich nicht für Virtualisierung gedacht war, ist es schwierig sensitive von nicht sensitiven Operationen zu unterscheiden. Daher müssen alle Operationen von der Virtualisierungsschicht geprüft werden. Allerdings sind viele der Operationen überwiegend nicht sensitive Operationen und können ohne weiteren Aufwand direkt an die Hardware weitergegeben werden. Diese Prüfung kostet allerdings Zeit, und geht daher zu Lasten der Performance. ([AHN07a], S.42; [KER05a], S.3-4)

Deshalb unterstützen neue Prozessoren mit Intels VT (auch Vanderpool genannt) oder AMD Pacifica seit 2006 Hardware-Virtualisierungstechnologien, die der Virtualisierungsschicht erlauben direkt mit der Hardware zu kommunizieren. Dazu beinhalten diese Prozessoren weitere Prioritätsschichten, die unterhalb von Ring 0 angesiedelt sind und daher eine höhere Priorität haben.

Gast-Systeme, die in einer Virtualisierungsschicht unterhalb von Ring 0 laufen, können somit wie gewohnt in Ring 0 ihre sensitiven Operationen ausführen und müssen nicht überwacht und nachgebildet werden. ([AHN07a], S.43) [VIL05]

Virtualisierungssoftware wie XEN, VMWare Workstation 5.5 und Server und Microsoft Virtual PC 2007 Beta unterstützen in den aktuellen Versionen die neuen

Virtualisierungstechnologien experimentell, sodass einem Gastbetriebssystem volle CPU-Rechte zustehen, die Virtualisierungssoftware jedoch trotzdem die Kontrolle über das Gast-System hat. Dies sollte zumindest theoretisch die Performance in einer virtuellen Maschine verbessern. [VIL05]

4.1 Aufteilung in verschiedene Verfahren

Bei Virtualisierung unterscheidet man zwischen folgenden drei Verfahren: Emulation, native Virtualisierung und Paravirtualisierung.

4.1.1 Emulation

Im Kapitel „Was ist Virtualisierung“ wurde der Unterschied zwischen Emulatoren und Virtualisierung beschrieben. Bei der Emulation wird die komplette Hardware wie CPU und RAM nachgebildet, was zu Folge hat, dass die laufende Software oder ein Betriebssystem sehr langsam ist. Dieses Verfahren wird meist dann eingesetzt wenn eine andere Hardwarearchitektur für ein Betriebssystem benötigt wird. Daher wird es auch manchmal als Betriebssystemvirtualisierung bezeichnet. ([ZIM06], S.64, S.73)

4.1.2 Native Virtualisierung

Native Virtualisierung, auch als Hardwarevirtualisierung ([ZIM06], S.64) bezeichnet, emuliert nur einen Teil der Hardware, sodass ein unmodifiziertes Betriebssystem in einer virtuellen Maschine laufen kann. Damit das Betriebssystem nicht angepasst werden muss, muss die Virtualisierungsschicht alle Operationen überwachen und sensitive Befehle abfangen und nachbilden. Die restliche Hardware, die nicht emuliert wird, wird somit über die Virtualisierungsschicht direkt genutzt. Darunter sind beispielsweise VMWare Workstation 5.5 oder MS Virtual PC einzuordnen. ([KER05a], S.2)

4.1.3 Paravirtualisierung

Bei Paravirtualisierung wird nichts emuliert. Alle Befehle werden über die Virtualisierungsschicht direkt ausgeführt. Jedoch muss bei Paravirtualisierung das Gast-Betriebssystem modifiziert werden. Ein unmodifiziertes Gast-Betriebssystem würde versuchen wie gewohnt in Ring 0 zu laufen. Damit die Virtualisierungsschicht nicht wie bei der nativen Virtualisierung alle Operationen der Gäste überwachen muss, kann das Gast-Betriebssystem so modifiziert werden, dass es nicht mehr in Ring 0 läuft. Die Überwachung durch die Virtualisierungsschicht wird daher überflüssig, was letztendlich zu einer höheren Performance führt. Allerdings können nicht alle Betriebssysteme so einfach modifiziert werden, da bei kommerziellen Produkten meist der Quellcode nicht offen liegt. Für diese Produkte ist es daher schwierig Modifikationen zu entwickeln. Ein mittlerweile bekannter Vertreter der Paravirtualisierungssoftware ist das Open-Source Projekt XEN. ([KER05a], S.2; [ZIM06], S.66)

Diese Systemvirtualisierungen kann man unabhängig von der obigen Einteilung auch anders in zwei Gruppen aufteilen: In Hosted VM und Hypervisor VM. ([KER05a], S.2)

4.1.4 Hosted VM

Von Hosted VM spricht man, wenn das Gast-System unter einem anderen Betriebssystem ausgeführt wird, das die komplette Kontrolle über die Hardware besitzt.

4.1.5 Hypervisor VM

Hypervisor VM bedeutet, dass alle Gast-Betriebssysteme auf einem Hypervisor oder Virtual Machine Monitor (kurz VMM) aufsetzen. Dieser Hypervisor ist für die Kontrolle der Gast-Systeme und die Verteilung der vorhandenen Hardware Ressourcen unter den Gast-Systemen zuständig.

Vertreter der Hypervisor Gruppe sind beispielsweise der VMWare ESX Server und XEN.

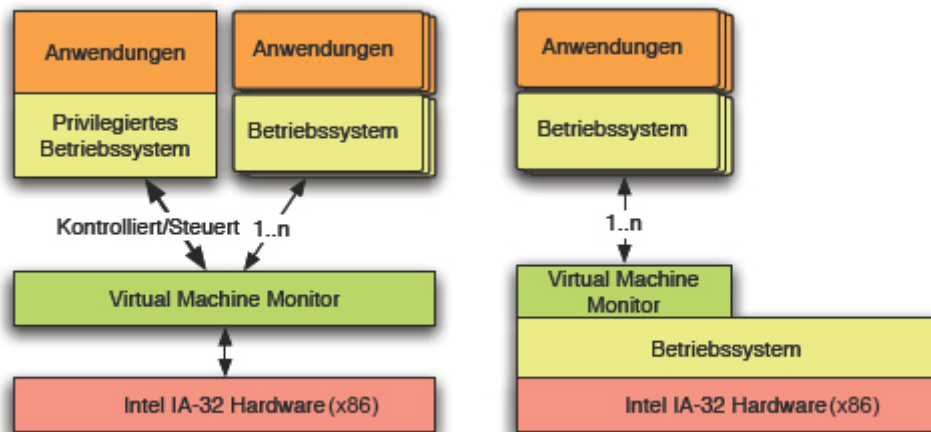


Abbildung 4: Links: „Hypervisor VM“ Rechts: „Hosted VM“ (vgl. [KER05a], S.3)

5. Grenzen von Virtualisierung

Neben den Vorteilen die sich im Desktop- und Serverbereich durch Virtualisierung bieten, schränkt diese allerdings den Benutzer auch ein. Die meisten Einschränkungen zeigen sich im Desktopbereich. Weil mehrere virtuelle Maschinen in der Lage sein sollen auf die gleiche physische Hardware zuzugreifen, müssen die Hardwarekomponenten, je nach eingesetzter Technik, noch per Software nachgebildet werden.

Da die Virtualisierungssoftware die Unterstützung für einzelne Komponenten bereitstellen muss, können manche Zusatzgeräte wie beispielsweise Firewire-Geräte, PCI-Karten, oder USB-Dongles nicht ohne weiteres betrieben werden. ([AHN07a], S.26, S.57) Viele Komponenten können bei den aktuellen Versionen gar nicht verwendet werden: „Fernsehkarten, schnelle Grafikkarten, Steuerungen, Messgeräte – egal was es ist -, Hardware, die in einem PCI-Slot steckt und nicht über USB oder seriell/parallel angeschlossen werden kann, ist in einer VM nicht sichtbar“. ([AHN07a], S.59)

USB-Geräte können in den derzeit aktuellen Virtualisierungssoftware nur in der Version 1.1 angesprochen werden, und damit nur eine maximale Datenrate von 100MBit/s erreichen. USB-Dongles die für die Lizenzierung von Software, wie beispielsweise Steinberg Cubase SX, benötigt wird funktionieren, je nach Art, nur zum Teil. Soundkarten werden zwar von der virtuellen Maschine emuliert, jedoch kann kein „lupenreiner Klang“ erwartet werden. Zudem kann es je nach Hardware zu Aussetzern im Sound kommen. ([AHN07a], S.58)

Weitere Einschränkungen treten bei der Verwendung von 3D Anwendungen auf. Bei vielen Virtualisierungslösungen wird zurzeit nur eine 2D Grafikkarte emuliert. Manche Software wie VMWare Workstation 5.5 bietet eine experimentelle 3D-Unterstützung (nur Direct3D). Jedoch laufen diese 3D Anwendungen wenn dann nur sehr langsam und nur mit Funktionseinschränkungen. Für beispielsweise 3D-Spiele oder CAD-Anwendungen ist Virtualisierung daher nicht geeignet.

([AHN07a], S.58-60) ([VMWa], S.387)

Ein Serversystem soll eine möglichst hohe Ausfallsicherheit und Verfügbarkeit gewährleisten. In der Regel werden dazu Backupsysteme wie Servercluster verwendet. Ist dies nicht der Fall, besteht die Gefahr eines Totalausfalls, wenn alle Server auf einer Hardware virtualisiert werden („Single point of failure“). Je nachdem welche Teile der Hardware ausfallen, können, ohne die geeigneten Backupsystemen, Ausfallzeiten entstehen. Die meisten Virtualisierungsprodukte für Server, wie beispielsweise der ESX-Server von VMWare, bieten die Möglichkeit die virtuellen Server auf andere Server zu portieren. Somit kann bei einem Serverausfall ein virtueller Server auf einen anderen physischen Server, der auch über die Virtualisierungssoftware verfügt, schnell portiert und gestartet werden.

6. Wieso Virtualisierung in der BA

6.1 Situationsbeschreibung

Im Studienbetrieb wird für die verschiedenen Vorlesungen oft verschiedene Software benötigt. Diese Software muss von den Studierenden bei Verwendung von eigenen Notebooks meist nur für diesen Zweck installiert und konfiguriert werden.

Bei den Computern der Berufsakademie ist die Installation von neuer Software aufgrund der Benutzerrechte der Studierenden allerdings nicht möglich. Diese kann nur vom Studiengangspersonal installiert und entfernt werden. Um dies zu vereinfachen gibt es ein System, mit dem neue Software nur noch auf einem Rechner installiert werden muss. Danach kann das Betriebssystem mit aller enthaltenen Software als volles Image oder als inkrementelles Image im Netzwerk abgelegt, und, da alle Computer in den Computerräumen des Studiengangs die gleiche Hardware-Konfiguration haben, dieses Image auf allen Rechnern per Klick automatisch eingespielt werden. Dieser Vorgang ist allerdings sehr fehleranfällig. Es kommt des Öfteren zu einem Abbruch während des Vorgangs, sodass das Image Zeitaufwendig vom Studiengangspersonal eingespielt werden muss.

Da sich die benötigte Software in jeder Vorlesung und jedem Studienjahr oftmals in Typ und Version unterscheidet, muss Software mehrmals im Jahr neu installiert, auf den aktuellen Versionsstand gebracht, neu konfiguriert oder entfernt werden. Fehler bei den Software Versionen und Konfigurationen machen sich meist erst dann bemerkbar, wenn man bereits während der Vorlesung damit arbeitet.

Durch die eingeschränkten Benutzerrechte, die Fehleranfälligkeit des Update-Systems und die hohen Anforderungen an die Softwareaktualität geht im Studienbetrieb viel Zeit verloren.

6.2 Virtualisierung als Problemlösung

Zur Lösung dieser Probleme können mittels Virtualisierung virtuelle Maschinen für den Studienbetrieb bereitgestellt werden. Dozenten können damit ein Betriebssystem mit vorkonfigurierter Software auf DVD oder Netzlaufwerken bereitstellen, das die Studierenden im Studienbetrieb, sowohl auf den eigenen Notebooks als auch auf den Computern der Berufsakademie, verwenden können. Der Vorteil für das Studiengangspersonal wäre eine zentrale virtuelle Maschine, die ohne das Einspielen eines Images gestartet und für die benötigten Zwecke jederzeit angepasst werden kann. Das zeitaufwändige Sichern und Einspielen von Images auf den Computern des Studiengangs entfällt somit.

Dozenten könnten durch das Erstellen von virtuellen Maschinen vor den Vorlesungen sicherstellen, dass eine Zeit (und allzuoft Nerven) raubende Installation während der Vorlesungszeit entfällt. Somit bleibt im besten Falle mehr Zeit für die Vermittlung Vorlesungsinhalte.

Der Vorteil für die Studierenden wäre ein vorkonfiguriertes System, das die gesamte, für eine bestimmte Vorlesung benötigte, Software enthält. Die virtuelle Umgebung kann

sowohl auf dem eigenen Notebook als auch auf den Rechnern der Berufsakademie verwendet werden. Zusätzliche Software kann ohne Einschränkung der Benutzerrechte selbst hinzugefügt und entfernt werden, ohne dabei das eigene oder das Wirt-System der Berufsakademie zu beeinflussen.

7. Anwendungsfälle

Nachdem nun die Vorteile, die Virtualisierung für den Berufsakademie haben könnte dargelegt wurden, sollen für den Studiengang Digitale Medien anhand von drei konkreten Anwendungsfällen virtuelle Maschinen erstellt werden.

7.1 Anwendungsfall 1: „Studiengangsleiter VM“

Für den Studiengangsleiter der Digitalen Medien soll eine virtuelle Maschine nach den Vorgaben des Rechenzentrums der Berufsakademie erstellt werden. Die Standard Softwarekonfiguration der Computer umfasst:

- Windows XP Professional
- Lotus Notes Client 7
- Office XP
- Microsoft Internet Explorer 6.0 SP1a (bzw. IE 7.0)
- Infran View 3.80
- Zip Programm (z-Zip)
- Antivir
- Anti-Spyware 6
- Ad-Aware 6.0
- Adobe Acrobat 5
- Adobe Acrobat Reader 7.0
- Cyber Link Power DVD
- Nero Burning ROM 6

Zur Grundkonfiguration soll jedoch noch weitere Software wie beispielsweise Java, Audacity, Freemind, Mozilla Firefox inklusive FlashPlayer oder OpenOffice hinzugefügt werden, die zur Verwendung in Vorlesungen benötigt wird oder einfach die Arbeit erleichtern.

Für den Studiengangsleiter ist es wichtig eine virtuelle Maschine zu haben, die Plattform unabhängig ist, auf jedem Rechner eingesetzt werden kann und eine volle arbeitsfähige Umgebung bereitstellt.

7.2 Anwendungsfall 2: „Vorlesungs-VM“

Für die Java Vorlesungen „GUI-Anwendungsentwicklung“, „Webanwendungen“ und „Webservices“ soll eine virtuelle Umgebung erstellt werden, die alle nötigen Tools, die für die Vorlesung gebraucht werden, enthält und gegebenenfalls später weiter angepasst werden kann.

Um Problemen mit Softwarelizenzen, die in Kapitel 8 weiter behandelt werden, bestmöglich zu vermeiden soll dabei verstärkt auf Open-Source oder Freeware Anwendungen gesetzt werden.

Als Betriebssystem bietet sich daher eine Open-Source Linux Distribution wie Ubuntu an. Ein weiteres Argument für den Einsatz einer Linux Distribution ist, dass die zu erstellenden virtuelle Maschine damit nicht nur für die Java-Vorlesungen eingesetzt werden können, sondern auch für andere Vorlesung wie „Unix“ oder die Vorlesung „Sicherheit“.

Für beide Vorlesungen wird bisher eine Knoppix Live-CD verwendet, für die jeweils ein Neustart des Rechners erforderlich ist und den Zugriff auf oder das Speichern von Dateien eines NTFS (New Technologie File System) formatierten Datenträgers, wie das bei Microsoft Windows meistens der Fall ist, erschwert.

Die virtuelle Maschine hat zudem den Vorteil, dass der Computer nicht neu gestartet werden muss und beide Betriebssysteme parallel genutzt werden können. Durch die Freigabe von Dateien über die „Shared Folder“ Funktion oder durch Drag and Drop können Dateien ohne Probleme vom Wirt- zum Gast-System, oder umgekehrt, kopiert werden.

Folgende Software soll in der virtuellen Maschine vorhanden sein:

- LAMP (Apache Webserver inklusive PHP und MySQL Datenbank)
- Eclipse Entwicklungsumgebung mit benötigten Plugins
- Sun JAVA 6
- GnuPG Verschlüsselungstool (bei Ubuntu bereits vorinstalliert)
- Mozilla Firefox 2

7.3 Anwendungsfall 3: „Studierenden VM“

Damit Studierende ein System ohne Benutzereinschränkungen auf den Rechnern der Berufsakademie nutzen können, soll eine virtuelle Maschine erstellt werden, die in der Grundkonfiguration die wichtigsten Programme zur Verwendung enthält.

Studierende sollen wenn möglich in der Lage sein, eine Kopie der virtuellen Maschine an ihre Vorlieben anzupassen, zu speichern und auf den Rechnern der Berufsakademie oder auf dem privaten Computer weiter zu verwenden.

Gerade für Studierende, die kein privates Notebook in der Berufsakademie zur Verfügung haben ist dies eine wesentliche Erleichterung, da Administratorrechte zur Installation von Software das Studiengangspersonal nicht benötigt wird.

Durch die Mobilität und die Verwendung von Software der Berufsakademie kann es hier allerdings zu Problemen mit Lizenzen kommen, wie im nächsten Kapitel genauer erläutert wird. Daher soll auch hier verstärkt auf nicht proprietäre Software gesetzt werden.

Folgende Grundkonfiguration soll den die virtuelle Maschinen enthalten:

- Microsoft Windows XP
- XAMPP (Apache Webserver inklusive PHP und MYSQL für Windows)
- DB-Designer (Datenbank Modellierung)
- Mozilla Firefox inklusive FlashPlayer
- Adobe Acrobat 8
- Open Office
- 7-Zip
- Videocodecs wie DivX, Quicktime, Real-Media
- Avira Antivir
- GIMP für Windows (Bildbearbeitungsprogramm)

8. Lizenzmodelle und Virtualisierung

Die Erstellung und Nutzung von virtuellen Maschinen stellt die Berufsakademie jedoch vor ein Problem. Virtuelle Maschinen, inklusive der darauf installierten Software können in unbegrenzter Anzahl kopiert werden.

Ist auf der virtuellen Maschine Software der Berufsakademie installiert, für die nur eine begrenzte Anzahl von Lizenzen verfügbar ist, kann dies zu einer Verletzung des Lizenzvertrages führen.

Die sicherste Lösung dieses Problem zu umgehen wäre sicherlich die ausschließliche Verwendung von Open-Source, Free- oder Shareware Programmen. Eine virtuelle Maschine mit einer freien Linux Distribution als Betriebssystem kann ohne lizenzrechtliche Probleme auf DVD, im Netzwerk oder im Internet zur Verfügung gestellt werden.

Was aber wenn für den Studienbetrieb Microsoft Windows als Betriebssystem oder andere proprietäre Software zwingend benötigt wird?

8.1 MSDN Academic Alliance

Im Falle des Betriebssystems und anderen Microsoft Programmen wie beispielsweise Microsoft Visio, Visual Studio oder Access, kann die Berufsakademie auf ein Abonnement der Microsoft Developer Network Academic Alliance (MSDNAA), das es ermöglicht Lehrereinrichtung mit Microsoft Entwickler-Software und Betriebssystemen auszurüsten, zurückgreifen.

Die Mitgliedschaft im MSDNAA berechtigt unter Anderem „Studierende, die mindestens einen Kurs belegen, der von der teilnehmenden Lehrereinrichtung angeboten wird, [...] die Software auf ihrem PC zu installieren“. [MSb]

Jedoch darf die Software :

- 1) nicht kommerziell
- 2) nur von Lehrkörpern, dem Personal und/oder den Schülern oder Studierenden
- 3) nur zum Entwickeln, Unterstützen und Durchführen von Unterrichtsveranstaltungen, Praxislabor oder entsprechenden Programmen, die vom berechtigten Benutzer einer anerkannten Bildungseinrichtung angeboten werden

verwendet werden. ([MSb], Abschnitt 1.5)

Grundsätzlich könnte damit die Software, die unter der MSDNAA Lizenz steht, im Studienbetrieb auf virtuellen Maschinen beliebig oft kopiert und genutzt werden. Allerdings darf die virtuelle Maschine nicht an unberechtigte Dritte weitergegeben werden: „Der BERECHTIGTE BENUTZER EINER ANERKANNTEN BILDUNGSEINRICHTUNG stimmt zu, alle möglichen Anstrengungen zu unternehmen, den Zugriff oder die Verwendung der SOFTWARE durch Dritte zu verhindern, [...]“.

8.2 Lizenzprobleme

Normalerweise muss ein Studierender, wenn er einen Zugang zu MSDNAA Software möchte, eine Unterschrift bei der Berufsakademie leisten, mit der er dem Lizenzvertrag (End User License Agreement - EULA) zustimmt. Da der Zugang aber nicht zwingend ist, müsste die Berufsakademie sicherstellen, dass alle Studierende, die Zugang zur virtuellen Maschine haben, den Lizenzvertrag akzeptieren. Dies könnte beispielsweise zu Beginn des Studiums zusammen mit anderen verwaltungstechnischen Dingen durch eine Unterschrift erfolgen.

„Der BERECHTIGTE BENUTZER EINER ANERKANNTEN BILDUNGSEINRICHTUNG [-in diesem Falle die Berufsakademie-] muss von allen Mitgliedern des LEHRKÖRPERS, des PERSONALS und von allen SCHÜLERN ODER STUDIERENDEN, an die er CD-ROM-Kopien der SOFTWARE verleiht, die diesbezügliche Zustimmung einholen, dass die Verwendung der SOFTWARE strikt den Lizenzbestimmungen und -bedingungen des EULA und dieser ERGÄNZUNGSVEREINBARUNG unterliegt (unabhängig von einem im Verlauf eines Installationsvorgangs angezeigten Lizenzvertrag) und dass die SOFTWARE ausschließlich in Ausübung des Rechtes auf VERWENDUNG verwendet werden darf, das in diesem Dokument in Abschnitt 1.5 gewährt wird“ [MSb].

Damit wäre die Weitergabe von virtuellen Maschinen an Studierende, die dem Lizenzvertrag zugestimmt haben, gestattet.

Wird die virtuelle Maschine jedoch von Studierenden doch nach Beendigung des Studiums weiterverwendet oder wird die virtuelle Maschine an Unberechtigte dritte weitergegeben sieht die Lizenzvertrag folgendes vor:

„Im Falle, dass Microsoft den BERECHTIGTEN BENUTZER EINER ANERKANNTEN BILDUNGSEINRICHTUNG davon in Kenntnis setzt oder der BERECHTIGTE BENUTZER EINER ANERKANNTEN BILDUNGSEINRICHTUNG davon Kenntnis erlangt, dass ein SCHÜLER ODER STUDIERENDER oder ein Mitglied des LEHRKÖRPERS oder des PERSONALS den Product Key in unzulässiger Weise verwendet, muss der BERECHTIGTE BENUTZER EINER ANERKANNTEN BILDUNGSEINRICHTUNG einen solchen SCHÜLER ODER STUDIERENDEN, ein solches Mitglied des LEHRKÖRPERS oder PERSONALS darüber unterrichten, dass diese für die Verwendung der SOFTWARE nicht mehr autorisiert sind.

Der BERECHTIGTE BENUTZER EINER ANERKANNTEN BILDUNGSEINRICHTUNG stimmt zu, alle möglichen Anstrengungen zu unternehmen, den Zugriff oder die Verwendung der SOFTWARE durch Dritte zu verhindern, die nicht dem LEHRKÖRPER oder PERSONAL angehören und keine SCHÜLER ODER STUDIERENDE sind und keine Mitarbeiter sind, die zu Wartungs- und zugehörigen Zwecken Zugang zu einem Server oder Computer in den Räumlichkeiten des BERECHTIGTEN BENUTZERS EINER ANERKANNTEN BILDUNGSEINRICHTUNG benötigen, auf dem sich die SOFTWARE befindet.“ [MSb]

Laut Definition im Lizenzvertrag ist ein berechtigter Benutzer einer anerkannten Bildungseinrichtung ein Fachbereich in einer Bildungseinrichtung. Dies bedeutet, dass die Berufsakademie, in diesem Fall der Studiengang Digitale Medien, jede Mögliche Anstrengung unternehmen muss um die Weitergabe an Dritte zu unterbinden.

Das gleiche Problem tritt bei Einzelplatzlizenzen auf. In vielen Fällen wird in Vorlesungen kostenpflichtige Software benötigt, für die die Berufsakademie eine begrenzte Anzahl von Lizenzen erworben hat. Oftmals kann auf diese proprietäre Softwarelösungen nicht einfach verzichtet werden. Für das professionelle Videoschnittprogramm Adobe Premiere gibt es beispielsweise kein vergleichbares Pendant im Open-Source oder Freewarebereich.

Laut dem Lizenzvertrag darf Adobe Premiere Pro nur „bis zur zulässigen Anzahl“ [MSb] auf dem Computer installiert werden. Zudem „darf die Gesamtanzahl der Computer, auf denen alle Versionen der Software installiert werden, die zulässige Anzahl nicht überschreiten“. Da die virtuellen Maschinen aber beliebig oft kopiert werden können, ohne dass dies verhindert werden kann, ist bei Nutzung dieser Software eine Verletzung des Lizenzvertrages nicht auszuschließen.

Grundlegend steht man hier vor der gleichen Problematik wie bei dem MSDNAA Lizenzvertrag: Wie kann man die Weitergabe an Dritte unterbinden beziehungsweise wie kann man die Anzahl der verteilten virtuellen Maschinen kontrollieren?

Im Fall der virtuellen Maschine für Studiengangsleiter kann zwar davon ausgegangen werden, dass die virtuelle Maschine nicht unrechtmäßig vervielfältigt wird, da ein Studiengangsleiter sowieso Zugang zur Originalsoftware hat.

Wird die virtuelle Maschine jedoch für Studierende im Rahmen einer Vorlesung bereitgestellt, die diese auch gegebenenfalls auf ihren privaten Rechnern nutzen können, ist von der Verwendung dieser Software ohne besondere technische Vorkehrungen gegen eine solche widerrechtliche Vervielfältigung aus rechtlicher Sicht jedoch abzuraten.

8.3 Lösungswege

Natürlich gibt es Mittel und Wege um die Weiterverbreitung der virtuellen Maschinen zu unterbinden, jedoch ist die dazu benötigte Soft- und/oder Hardware kostenpflichtig.

Eine Möglichkeit eine virtuelle Maschine zu sichern wäre die Verwendung von E-Token. Ein E-Token ist eine Hardwarekomponente, in der Regel ein spezieller USB-Speicher Stick oder ein Smartcard Lesegerät, das ein Zertifikat oder einen einzigartigen Schlüssel enthält.

Je nach Art und Hersteller des E-Token gibt es verschiedene Softwarelösungen um den Computer vor unberechtigten Zugriffen zu schützen.

Beispielsweise kann der Bootvorgang so modifiziert werden, dass ohne den eingesteckten E-Token der Computer nicht gestartet werden kann. Andere Lösungen lassen nur bei eingestecktem E-Token eine Benutzeranmeldung an Windows zu.

Zumindest in der Theorie sollte dies gleichermaßen bei virtuellen Maschinen funktionieren. Foreneinträge im „VMWare Discussion Forum“ lassen zumindest den Rückschluss zu, dass manche E-Token Lösungen mit der neuesten Version von VMWare kompatibel sind und vom Gast erkannt werden. [VMWc]

E-Token könnten für die Dauer einer Vorlesung verteilt, oder von Studierenden ausgeliehen werden. Dies erhöht zwar den Verwaltungs- und Konfigurationsaufwand, dafür können aber die Weitergabe der virtuellen Maschinen und die damit verbundenen Lizenzverletzungen verhindert werden.

Für Adobe Premiere Pro, bei dem der Studiengang beispielsweise über 5 Lizenzen verfügt, kann eine virtuelle Maschine für 5 E-Token frei geschaltet werden. Da die virtuellen Maschinen dann nur mit eingestecktem E-Token gestartet werden können, kann die Maschine beliebig oft kopiert werden, aber nur von den fünf E-Token Benutzern verwendet werden.

Neben der Verwendung von E-Token Technologie wäre auch eine biometrische Benutzeranmeldung an Windows denkbar. Fingerabdrücke jedes Studierenden könnten in der Software erfasst werden, sodass nur diese Zugang zu den virtuellen Maschinen erhalten. Allerdings ist eine virtuelle Maschine in diesem Fall nur von bestimmten Personen nutzbar, da im Gegensatz zu E-Token hier nichts ausgeliehen oder ausgetauscht werden kann. Zudem wäre eine aufwendige Anpassung notwendig wenn neue Benutzer hinzukommen, oder Alte entfernt werden müssen.

Nachteil in allen Fällen ist jedenfalls, dass zusätzliche Soft- und Hardware angeschafft werden muss. Fingerabdrucksensoren mit Software von Microsoft kosten pro Stück circa 50€. E-Token Lösungen, die sich in der Funktionsweise und im Preis unterscheiden, gibt es von verschiedenen Herstellern. Eine Liste einiger Lösungen findet sich auf der Website der E-Token Herstellerfirma Aladdin [ALA].

Um die Funktion einer solchen E-Token Lösung zu testen, wurde auf einem Testsystem unter der VMWare Workstation 5.5 mit Windows XP eine E-Token Lösung installiert. Das im Studiengang zu Testzwecken vorhandene „Software Development Kit“ von Wibu-Systems (<http://www.wibu.de>) beinhaltet neben verschiedenen „Software Protection“ Systemen auch eine Software zum Schützen der Windows Anmeldung namens „SecuriKey“. Allerdings ist diese Software nur als Trial-Version mit Einschränkungen vorhanden, sodass nur eine begrenzte Anzahl von E-Token zur Anmeldung verwendet werden kann. Nach der Installation der Software ist mit dem modifizierten Windows eine Anmeldung nur mit dem eingesteckten E-Token möglich. Wird der E-Token während der Benutzung des Computers abgezogen, sperrt dieser sich automatisch, und lässt ein Arbeiten erst nach erneuten einstecken des E-Tokens zu. Hierbei ist zu Beachten, dass die Software von einem mit E-Token angemeldeten Benutzers mit Administratorrechten wieder entfernt werden kann. Um dies zu verhindern müssten zusätzliche Vorkehrungen getroffen werden.

8.4 Lizenzmodelle im Überblick

Es gibt aber auch andere Arten von Lizenzierung, die die Verwendung von Sicherheitslösungen überflüssig machen. Das Universitätsrechenzentrum Basel [UBA] unterteilt diese wie folgt in Freeware oder Public Domain, Shareware, Einzellizenzen, Mehrfach- oder Campuslizenzen, Concurrent licenses und in Lizenzierung nach Nutzungsdauer.

8.4.1 Freeware oder Public Domain

Dies sind Programme, die in unbeschränkter Anzahl verwendet und kopiert werden dürfen. Allerdings dürfen sie weder in ihrer ursprünglichen noch in abgeänderter Form weiterverkauft werden. Bei der Verwendung dieser Programme in virtuellen Maschinen für die Berufsakademie treten keine lizenzrechtliche Probleme auf.

8.4.2 Shareware

Dies sind Programme, die eine bestimmte Zeit kostenlos evaluiert werden können oder dauerhaft mit eingeschränkter Funktionalität lauffähig sind. Nach dieser Frist oder um die volle Funktionalität zu erhalten, muss der Benutzer sich kostenpflichtig registrieren lassen. Auch hier kommt es zu keinen lizenzrechtliche Problemen wenn virtuelle Maschinen kopiert werden, da die Software nur einen bestimmten Zeitraum kostenlos genutzt werden kann und danach unbrauchbar wird.

8.4.3 Einzelplatzlizenz

Einzellizenzen erlauben dem Besitzer das Benutzungsrecht auf genau einem Rechner. Wie anhand des Beispiels von Adobe Premiere kann es hier zu Lizenzverletzungen kommen. Von der Verwendung von Programmen dieses Lizenztyps in virtuellen Maschinen für Studierende ist abzuraten.

8.4.4 Mehrfachlizenzen / Campuslizenzen

Sie erlauben dem oder den Lizenznehmern, Programme auf mehreren Rechnern zu verwenden. Im Bereich der Lehre und Forschung wird eine solche Lizenz oft auch Campuslizenz genannt. Mehrfachlizenzen können je nach Vertrag eine beschränkte oder auch unbeschränkte Anzahl von Installationen der Programme auf Rechnern beinhalten. Wie im Falle der MSDNAA kann diese Software je nach Vertrag ohne Probleme in virtuellen Maschinen genutzt werden. Probleme können nur entstehen wenn diese an unberechtigte Dritte weitergegeben werden.

8.4.5 Concurrent licenses

Bei diesem Lizenztyp ist eine bestimmte Anzahl von Lizenzen auf einem Lizenzserver registriert. Es können nur so viele Benutzer auf das Programm zugreifen, wie Lizenzen

vorhanden sind. Überschreitet die Anzahl der Benutzer die Lizenzanzahl, wird dem Benutzer der Zugriff auf das Programm verweigert. Auch bei diesem Lizenzmodell sind lizenzrechtliche Probleme ausgeschlossen, da nur eine begrenzte Anzahl von Benutzern der virtuellen Maschinen die Programme benutzen können.

8.4.6 Begrenzte Nutzungsdauer

Bei bestimmter Software kann mit dem Erwerb der Lizenz die Nutzung des Programms für bestimmte Zeit erkaufte werden. Die Lizenz muss dann nach Ablauf einer Lizenzperiode neu erworben werden. Wenn die Verwendung der Programme nicht auf eine bestimmte Anzahl von Rechner beschränkt ist, ist die Nutzung für die Zwecke der Berufsakademie nicht unbedenklich. Auch hier können Lizenzvertragsverletzungen auftreten (zum Beispiel durch Manipulation des Ablaufdatums).

Die Lizenzierungsart der benötigten Programme ist somit ausschlaggebend für die Konfiguration der virtuellen Maschinen der einzelnen Anwendungsfälle. Sicherheitslösungen wie E-Token oder biometrische Authentifizierung sind für die Anwendung in der Berufsakademie in Zukunft interessant, wenn sich die Arbeit mit virtuellen Maschinen bewährt hat. Vorerst wird für die Anwendungsfälle zwei und drei nur nicht proprietäre Software vorinstalliert.

9. Virtualisierungssoftware

Nun stellt sich die Frage welche Virtualisierungsart und welche Virtualisierungssoftware eingesetzt werden soll.

9.1 Auswahl der Virtualisierungslösung

Die folgende Tabelle zeigt eine Auswahl bekannte Virtualisierungslösungen in drei Gruppen eingeteilt: Paravirtualisierung, Native Virtualisierung und Emulatoren.

Paravirtualisierung	Native Virtualisierung	Emulatoren
XEN	VMWare Workstation VirtualBox Parallels Microsoft Virtual PC Server: VMWare Server VMWare ESX-Server Virtuozza Solaris Container Virtualization Engine Integrity Virtual Machine	Qemu Pear

Tabelle 1: Virtualisierungslösungen gruppiert

Paravirtualisierung bietet Vorteile in der Performance, der Hardwareunterstützung und unterstützt die neuen Virtualisierungstechnologien von Intel und Pacifica. Der Nachteil ist die nötige Anpassung des Gast-Betriebssystems wenn die Hardware des Wirt-Systems die Technologien nicht beinhaltet. Paravirtualisierung ist mit der Open-Source Software XEN bisher nur unter einem Linux Wirt möglich.

Bei nativer Virtualisierung muss das Betriebssystem nicht angepasst werden und führt daher ,wie in Kapitel 4 näher beschrieben, einen Performanceverlußt mit sich.

Dozenten, Studiengangspersonal und Studenten sollen mit der Virtualisierungssoftware in der Lage sein, schnell eine virtuelle Maschine mit einem Betriebssystem und benötigter Software zu erstellen. Dabei steht die Performance der Maschine oder die Hardwareunterstützung eher im Hintergrund. Das Hauptaugenmerk liegt auf dem zum Erstellen und Konfigurieren benötigten Zeitaufwand.

Zudem setzen die Studierenden auf den privaten Notebooks und der Studiengang Microsoft Windows als primäres Betriebssystem ein, was die Nutzung von Paravirtualisierung mit XEN unter diesen Voraussetzungen zu diesem Zeitpunkt unmöglich macht.

Native Virtualisierung ist für den Studiengang und die Studierenden interessanter. Das Betriebssystem muss nicht angepasst werden, spezielle Hardwarevoraussetzungen sind bis auf die Mindestanforderung der jeweiligen Software nicht gegeben und virtuelle Maschinen können sowohl unter Windows, als auch unter Linux eingesetzt werden. Die

Performanceeinbußen von nativer Virtualisierung im Vergleich zu Paravirtualisierung sind beim Desktopeinsatz zu vernachlässigen.

	Parallels Workstation 2.1	Qemu 0.8.1	Virtual PC 2004 SP1 / 2007 beta	VMWare Player / Server / Workstation 5.5
Hersteller	Parallels Inc.	Fabrice Bellard	Microsoft Inc.	VMWare Inc.
URL	www.parallels.com	http://fabrice.bellard.free.fr/qemu/	Www.microsoft.com	Www.vmware.com
Wirtssysteme	Windows 2000, XP, Server 2003, diverse Linux Distributionen, Mac OS X(Intel)	Windows 2000, XP, diverse Linux Distributionen, xBSD, Mac OS X	Windows 2000, XP	Windows 2000, XP, Server 2003, diverse Linux Distributionen
Gastssysteme	Windows Familie, diverse Linux Distributionen, DOS, Free BSD, OS/2, eComStation, Solaris	Unter anderem Windows 2000, XP, diverse Linux Distributionen, xBSD, QNX	Windows Familie, Linux nicht offiziell	Windows Familie, diverse Linux Distributionen, DOS, Netware Server, Free BSD, Solaris
64 Bit support	ja	ja	Nein / Ja	Ja / ja / ja
Intel Vanderpool AMD Pacifica	Ja	Nein	Nein / Ja	Ja / ja / ja
Zwischenablage	ja	nein	Ja	Ja / ja / ja
Drag & Drop	nein	nein	ja	Ja / nein / ja
Shared Folders	ja	nein	ja	Nein / ja / ja
Suspend	ja	nein	ja	Ja / ja / ja
Snapshots	nein	nein	Nein / Undo-Files	- / 1 / unbegrenzt
USB-Support	ja	ja	Nein / Nein	Ja / ja / ja
Grafische Oberfläche	ja	ja	ja	Ja / ja / ja
Preis	50 \$	kostenlos	Kostenlos / kostenlos	Kostenlos / kostenlos / 199 \$

Tabelle 2: Virtualisierungslösungen gegenüber gestellt (vgl. [BAI06])

Tabelle 2 zeigt sieben gegenübergestellte Virtualisierungslösungen: Die Parallels Workstation, Microsofts Virtual PC 2004 und 2007 beta, VMWares Player, Server und Workstation 5.5 und den Emulator Qemu.

Weitere Virtualisierungslösungen sind beispielsweise das Open Source Programme wie VirtualBox (www.virtualbox.org) oder das zu Beginn erwähnte XEN.

Im Serverbereich gibt es weitere Lösungen wie beispielsweise der ESX-Server von VMWare. Eine Gegenüberstellung der Serverprodukte findet sich im Artikel von Dennis Zimmer in der Fachzeitschrift iX 5/2006 auf Seite 68f (siehe Anhang).

9.2 VMWare Workstation vs. Ms Virtual PC

Zwei der bekanntesten Vertreter von nativer Virtualisierung, die für den Einsatz im Studiengang Digitale Medien interessant sind, sind die kostenpflichtige VMWare Workstation 5.5 inklusive dem kostenlosen VMWare Player und dem kostenlosen Microsoft Virtual PC 2004 oder 2007 Beta.

Microsoft bietet seit Oktober 2006 eine öffentliche Beta-Version von Virtual PC 2007 auf seiner Website zum kostenlosen Download an. Vor dem Download muss man sich allerdings bei Microsoft kostenlos registrieren.

Im folgenden wird nur Virtual PC 2007 Beta weiter verglichen, da sie sich zu Virtual PC 2004, das seit kurzem auch kostenlos zum Download bereit steht, nur in der Hardwareunterstützung und der Performance unterscheidet.

Laut Microsofts FAQ (häufig gestellte Fragen) [MSa] umfasst Virtual PC 2007 Beta im Vergleich zu Virtual PC 2004 folgende neue Features:

- Unterstützung von Windows Vista als Wirt
- Unterstützung von Windows Vista als Gast
- Unterstützung der 64-Bit-Version von Windows Vista als Wirt
- Höhere Leistung im Vergleich zu Virtual PC 2004

Nach der Installation und dem Start von Ms Virtual PC öffnet sich ein Fenster, indem die vorhandenen Virtuellen Maschinen aufgelistet werden (siehe Abbildung 8). Neue Umgebungen können mittels eines Assistenten (Virtual Machine Wizard) schnell und komfortabel erzeugt werden. Im Gegensatz zu VMWare Workstation 5.5 bietet Virtual PC 2007 Beta nur voreingestellte Konfigurationen für Microsoft Betriebssysteme zur Auswahl an.

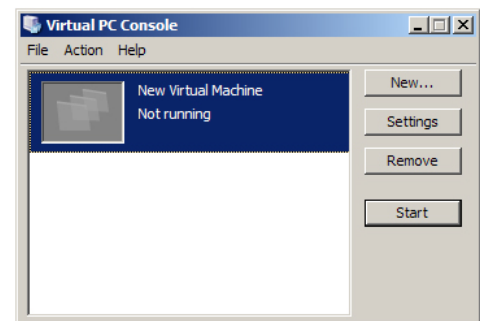


Abbildung 5: Hauptfenster des MS Virtual PC 2007 Beta

Linux, Solaris oder andere Betriebssysteme können aber über die Auswahl von „Other“ selbst konfiguriert werden. Bei der Wahl eines Microsoft Systems werden RAM und die Größe der Festplatten vorgeschlagen, können aber wie bei der VMWare Workstation nachträglich noch verändert werden. Lediglich eine Empfehlung für die minimale und maximale RAM Zuweisung, wie bei VMWare, fehlt.

Nach dem Erstellen der Virtuellen Maschine wird diese im Hauptfenster aufgelistet und kann gestartet werden. Eine Änderung der Konfiguration ist über die Schaltfläche „Settings“ auch weiterhin möglich.

Im Vergleich zur VMWare Workstation 5.5 fällt auf, dass die maximale Anzahl der Festplatten, Laufwerke und Netzwerkadapter festgelegt ist. Es können nur drei virtuelle Festplatten angelegt werden und die Verwendung einer Partition des Wirt-Systems, wie bei VMWare, ist nicht möglich. Auch auf die Unterstützung von USB-Geräten, außer Tastatur und Maus, muss man sowohl in der 2004 als auch in der 2007 Beta Version von Virtual PC verzichten. Des Weiteren kann Microsofts Virtual PC nur zwei CD/DVD-Laufwerke einbinden. Image-Dateien können, wie bei VMWare, nicht eingebunden werden, sodass beispielsweise Linux-Images aus dem Internet erst auf CD oder DVD gebrannt werden müssen.

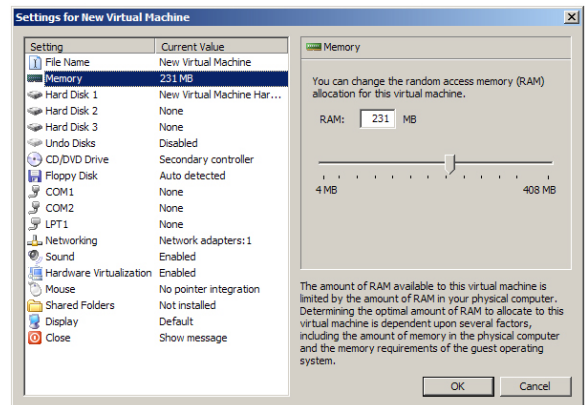


Abbildung 6: Einstellungsmenü des MS Virtual PC 2007 Beta

Bei den Netzwerkadaptern lässt Microsoft lediglich vier Netzwerktypen zu, was die Nachbildung eines Firmennetzwerkes zu Testzwecken einschränkt. Bei der Konfiguration des Netzwerkes kann zwischen „Local Only“, „Shared Networking“ oder einer Physischen Netzwerkkarte gewählt werden.

Zusatzfunktionen wie „Shared Folders“ sind, wie bei VMWare, nur nach Installation von einer kostenfreien Zusatzsoftware möglich. Eine Drag and Drop Unterstützung zwischen Wirt- und Gast-System sucht man bei Microsoft Virtual PC 2007 Beta vergeblich.

VMWare Workstation 5.5, das auf www.vmware.com für \$199 (Stand Januar 2007) angeboten wird, bietet einen größeren Funktionsumfang als Microsofts Virtual PC. Virtuelle Festplatten, CD/DVD-Laufwerke, Diskettenlaufwerke, Sound Adapter und Ethernet-Karten sind im Vergleich zu Virtual PC nicht auf eine bestimmte Anzahl begrenzt. Beim Erstellen einer Virtuellen Maschine bietet VMWare auch einen Assistenten, der die einzelnen Schritte erläutert. Zudem beinhaltet das Softwarepaket ein sehr gutes und ausführliches, 490-seitiges, Benutzerhandbuch.

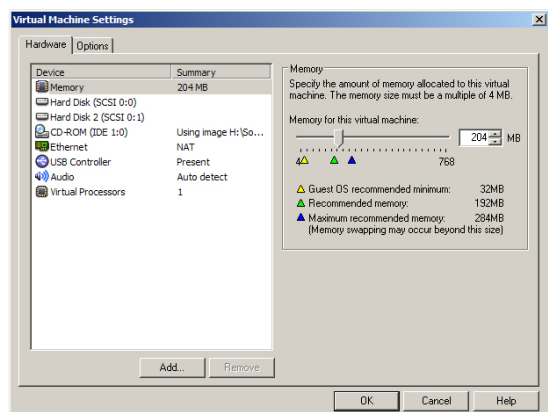


Abbildung 7: Einstellungsmenü VMWare Workstation 5.5

Bei der Auswahl der Konfiguration kann bei VMWare, neben dem Erstellen einer eigenen Konfiguration, zwischen mehreren Betriebssystemen wie der Windows-Familie inklusive Windows Vista, verschiedenen Linux-Distributionen, NetWare und Solaris gewählt werden.

Unter den Netzwerkadaptoren bietet der Assistent vier verschiedenen Optionen zur Auswahl an: „Bridged Network“, „Network Address Translation (NAT)“, „Host-Only Network“ und „No Network“. Jedoch können mit VMWare Workstation 5.5, zusätzlich zu den vorkonfigurierten Netzwerken, mithilfe des „Virtual Network Editors“ mehrere virtuelle Ethernet Adapter konfiguriert werden, die später einzelnen virtuellen Maschinen zugewiesen werden können. Damit bietet VMWare die Möglichkeit komplette Netzwerke nachzubilden, um diese beispielsweise virtuell zu testen und zu optimieren.

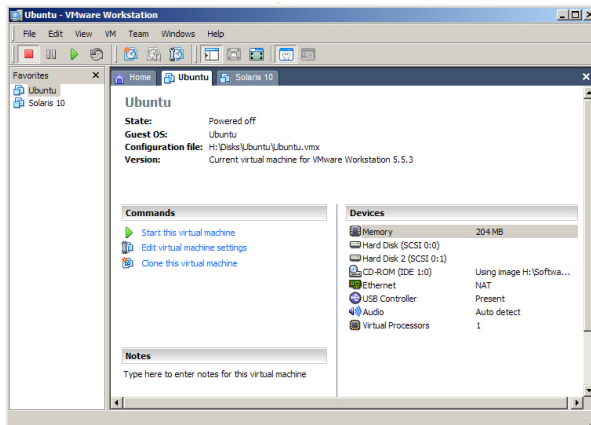


Abbildung 8: Hauptfenster der VMWare Workstation 5.5

Ein weiterer Vorteil der Workstation 5.5 sind die Snapshot- und die Clone-Funktion, die in Kapitel 12 näher beschrieben wird.

Die Snapshot-Funktion ermöglicht es Zustände von Virtuellen Maschinen mit einer Beschreibung zu speichern und zu verwalten. Schlägt ein Update oder eine Einstellung fehl, kann zu einem anderen Snapshot gewechselt werden.

Microsofts Virtual PC 2007 verfügt mit „Undo Disks“ über eine ähnliche Funktion. Änderungen jeder Session einer virtuellen Maschine werden in einer separaten Datei gespeichert. Ein Löschen der Dateien setzt die virtuelle Maschine zurück. Allerdings sind mit VMWare auch Verzweigte aufbauten von Snapshots möglich, zu denen per Klick gewechselt werden kann, ohne dabei Dateien löschen zu müssen.

Mit der Clone-Funktion der Workstation 5.5 lassen sich Virtuelle Maschinen entweder komplett klonen, oder Linked-Clones erstellen. Linked-Clones nutzen die Original virtuelle Maschine als Basis, beeinflussen diese aber bei Änderungen nicht. Die Änderungen werden in einer separaten startbaren Datei gespeichert, die im Vergleich zur geklonten Maschine wesentlich kleiner ist.

Ein weiterer Punkt, der für die VMWare Workstation 5.5 spricht ist, dass nicht jeder Benutzer einer Virtuellen Maschine eine Lizenz erwerben muss. VMWare bietet einen kostenlosen Player auf seiner Website an, der die mit der Workstation 5.5 erstellten virtuellen Maschinen starten kann. Allerdings sind im Player Zusatzfunktionen wie das Erstellen und Wechseln zwischen Snapshots oder dem Erstellen von Clones nicht vorhanden. Rundum liefert VMWare ein Paket, mit dem virtuelle Maschinen komfortabel erzeugt und verwaltet werden, und durch den kostenlosen Player weiter verteilt und ausgeführt werden können.

	VMWare Workstation 5.5	Microsoft VPC 2007 Beta
Festplatten	Unbegrenzt	3
CD/DVD	Unbegrenzt	2
Netzwerk	Konfigurierbar	4 Arten
Drag & Drop	Ja	Nein
Snapshots	Snapshot Manager (verzweigt)	Undo-Disks (unverzweigt)
Clones	Ja	Nein (nur Kopien)
Preis	199\$ (kostenloser Player)	kostenlos

Tabelle 3: Workstation 5.5 und Virtual PC gegenüber gestellt

Bei der Auswahl der Virtualisierungssoftware für den Studiengang Digitale Medien stehen sich beide Produkte gegenüber (Tabelle 3). Der größere Funktionsumfang der 199\$ teuren VMWare Workstation 5.5 und die kostenlose Virtual PC 2007 Beta von Microsoft. Die Vorteile und Nachteile hängen ganz von der Art der Benutzung ab. Wenn nicht mehr als drei virtuelle Festplatten und zwei CD/DVD-Laufwerken gebraucht und Clone- und Snapshotfunktion nicht genutzt werden, ist Microsofts Virtual PC 2007 die kostengünstigere Wahl. Wenn die Funktionen jedoch gebraucht und benutzt werden, sind 199\$ für die VMWare Workstation 5.5 eine gute Investition.

Der Studiengang Digitale Medien verfügt bereits über eine Lizenz der VMWare Workstation 5.5, die aufgrund der Zusatzfeatures wie Linked Clones die bessere Wahl ist. Im weiteren Verlauf werden die virtuellen Maschinen für die Anwendungsfälle mit der VMWare Workstation 5.5 erstellt und die Features und Funktionsweise näher erläutert.

10. Virtuelle Maschinen im Aufbau

Eine virtuelle Maschine besteht aus mehreren Dateien. Drei der wichtigsten davon sind: die VDMK-Datei, die die virtuelle Festplatte der virtuellen Maschine darstellt, die VMX-Datei, die die Konfiguration der virtuellen Maschine enthält und die LCK-Datei, die verhindert, dass eine virtuelle Maschine mehrmals gestartet werden kann (Tabelle 4).

Die VMX-Datei ist eigentlich eine Textdatei, die mit jedem Texteditor geöffnet werden kann. Einstellungen, die später aus dem VMWare Player nicht geändert werden können, können hier jederzeit verändert werden. Einige Einstellungen wie die Version sollten jedoch nicht verändert werden, da dies dadurch zu Kompatibilitätsproblemen führen kann.

Dateiendung	Funktion
VDMK	Virtuelle Festplatte der Virtuellen Maschine, die den Inhalt enthält
VMX	Konfigurationsdatei die die meisten Einstellungen enthält
LCK	Sperrdatei, damit die VM nur einmal gestartet werden kann

Tabelle 4: Drei wichtige Dateien einer virtuellen Maschine

Beispiel einer VMX-Datei:

```
1  ## sollte möglichst nicht verändert werden
2  config.version = "8"
3  virtualHW.version = "4"
4
5  ## Anzeige Name
6  displayName = "TestVMX"
7  guestOS = "ubuntu"
8
9  ## RAM Größe in MB
10 memsize = "192"
11 MemAllowAutoScaleDown = "FALSE"
12 nvram = "Ubuntu.nvram"
13
14 ## Laufwerkseinstellungen
15 scsi0.present = "TRUE"
16 scsi0.virtualDev = "lsilogic"
17 scsi0:0.present = "TRUE"
18 scsi0:0.fileName = "Ubuntu.vmdk"
19 scsi0:0.redo = ""
20 ide1:0.present = "TRUE"
21 ide1:0.autodetect = "TRUE"
22 ide1:0.fileName = "auto detect"
23 ide1:0.deviceType = "cdrom-raw"
24 floppy0.present = "FALSE"
25
26 ## Netzwerkeinstellungen
27 ethernet0.present = "TRUE"
28 ethernet0.connectionType = "nat"
29 ethernet0.addressType = "generated"
30 ethernet0.generatedAddress = "00:0c:29:fd:f1:5d"
31 ethernet0.generatedAddressOffset = "0"
32
33 ## USB- und Soundeinstellungen
34 usb.present = "TRUE"
```

```
35 sound.present = "TRUE"
36 sound.virtualDev = "es1371"
37 sound.fileName = "-1"
38 sound.autodetect = "TRUE"
39
40 ## Unique Identifier (Einzigartiger Wert)
41 uuid.location = "56 4d 3d 7a d4 7d 1f ca-55 9f 51 91 70 fd f1 5d"
42 uuid.bios = "56 4d 3d 7a d4 7d 1f ca-55 9f 51 91 70 fd f1 5d"
```

Jede virtuelle Maschine hat einen Einzigartigen Wert zur Identifikation (Identifier), der wie die Mac-Adresse beim Erstellen der Maschine erzeugt wird (Zeilen 30, 41 und 42). Dieser setzt sich unter anderem aus dem Pfad der virtuellen Maschine zusammen. Wird eine virtuelle Maschine kopiert und nicht geklont, bleibt dieser Wert gleich. Allerdings erkennen sowohl die Workstation als auch der Player die Kopie und bieten per Aufforderung die Möglichkeit, einen neuen Wert zu generieren (create) oder den Wert zu behalten (keep). Die virtuelle Maschine lässt sich aber in beiden Fällen problemlos starten.

Beim Klonen einer virtuellen Maschine werden Mac-Adresse und der Identifier automatisch geändert. Damit diese auch bei einer Kopie automatisch beim ersten Start geändert werden, kann die Zeile:

```
47 uid.action = "create"
```

hinzugefügt werden.

Eine Liste aller von der VMWare erzeugten Dateien findet sich im VMWare Workstation Handbuch [VMWa] auf Seite 109f.

11. Erstellen einer virtuellen Maschine

Die folgenden Schritte beschreiben das Erstellen einer virtuellen Maschine anhand der Anwendungsfälle. Unterschiedliche Konfigurationen für die jeweiligen Fälle werden dabei erläutert.

Nach dem Starten der VMWare Workstation 5.5 kann über File, New, Virtual Machine der Assistent zum Erstellen einer virtuellen Maschine gestartet werden. Im ersten Dialogfenster können generelle Einstellungen zur Kompatibilität zu anderen VMWare Virtualisierungsprodukten gemacht werden.

Mit der Option „Custom“ muss die virtuelle Maschine selbst konfiguriert werden. Dabei können Einstellungen vorgenommen werden, die manche Funktionen der VMWare Workstation einschränken. Diese Option ist ein Muss, wenn die virtuelle Maschine später auf Server Virtualisierungsprodukten von VMWare laufen soll.

Mit der Option „typical“ wird sichergestellt, dass die Umgebung kompatibel zur VMWare Workstation 5.5 ist.

Da die Virtuelle Umgebung der Anwendungsfälle allerdings nicht auf den Serverprodukten von VMWare lauffähig sein muss, kann bei der ersten Auswahl „typical“ gewählt werden.

11.1 Betriebssystem

Im nächsten Fenster muss das Betriebssystem gewählt werden, das später auf der virtuellen Maschine installiert werden soll. Anhand der Auswahl schlägt die Workstation den empfohlenen RAM und den Namen vor. Sowohl der Name als auch die RAM Zuteilung kann aber später vom Benutzer jederzeit geändert werden.

Für die Anwendungsfälle eins und drei wird Microsoft Windows XP ausgewählt. Für Anwendungsfall zwei wird unter den Linux Betriebssystemen Ubuntu ausgewählt.

64Bit Betriebssysteme kommen für alle Anwendungsfälle nicht in Frage, da das Wirt-System über einen entsprechenden 64Bit Prozessor verfügen müsste. Neuere Systeme verfügen zwar immer öfter über einen solchen Prozessor, da jedoch auch 32Bit Betriebssysteme unter einem 64Bit Prozessor (Abwärtskompatibel) lauffähig sind, sind die virtuellen Maschinen damit unter beiden Typen lauffähig.

11.2 Netzwerk

Alle Computer der Berufsakademie verfügen über einen Anschluss an das Netzwerk. Studierende können unter Angabe ihrer MAC-Adresse im Rechenzentrum für ihr privates Notebook einen LAN und WLAN Zugriff auf das Netzwerk beantragen.

Jeder Rechner, der sich im Netz der Berufsakademie befindet, bekommt vom Rechenzentrum nur dann eine IP-Adresse zugewiesen, wenn die Mac-Adresse des Netzwerkadapters beim Rechenzentrum registriert ist. Damit soll der Zugriff von Unbefugten auf das Netzwerk verhindert werden.

In VMWare Workstation lassen sich der virtuellen Maschine drei verschiedene Netzwerktypen zuweisen:

1. Bridged Network (Netzwerkbrücke)
Beim Bridged Network agiert die virtuelle Maschine so als hätte sie ihren eigenen Netzwerkadapter. Dabei kommuniziert die virtuelle Maschine über die Netzwerkkarte des Wirtes, wobei der Wirt sich den Zugriff mit dem Gast teilt. Jede Virtuelle Maschine verfügt dabei über eine, beim ersten Start generierte, Mac-Adresse die nicht mit der des Wirts übereinstimmt.
2. Network Address Translation (NAT)
Wird NAT bei der Netzwerkeinstellung der virtuellen Maschine gewählt, benutzt die virtuelle Maschine die vorhandene Netzwerkverbindung des Wirts. Ein Gast auf einem, mit dem Internet verbundenen Wirt, kann damit ohne Probleme auch auf die Internetverbindung zugreifen.
Außerhalb des Wirt-Systems ist der Gast jedoch nicht zu erreichen. Läuft auf dem Gast beispielsweise ein Webserver, kann dieser vom Gast und vom Wirt erreicht werden. Ein außen stehender Dritter kann jedoch darauf nicht zugreifen.
3. Host-Only
Bei diesem Netzwerktyp können nur Wirt- und Gast-System miteinander kommunizieren. Eine Internetverbindung kann vom Gast nicht mitbenutzt werden.

Für die zu erstellenden virtuellen Maschinen für den Studiengang, kommen Bridged-Network und Host-Only nicht in Frage. Bei der Bridged-Network Konfiguration müsste die Mac-Adresse jeder virtuellen Maschine zuerst am Rechenzentrum registriert werden, um eine IP-Adresse und damit Zugang zum Netzwerk und Internet zu erlangen. Dies wäre sehr problematisch, da sich die Mac-Adresse mit jedem Klon ändert.

Mit der Host-Only Einstellung ist der Zugriff auf das Netzwerk völlig unmöglich und kommt daher nicht in Frage.

Das NAT-Verfahren ist der einfachste und sicherste Weg Gast-Systemen Zugriff auf das Internet und das Netzwerk zu ermöglichen. Jedoch ist das Gast-System außerhalb des Wirts nicht über das Netzwerk zu erreichen, was allerdings aus Sicherheitstechnischer Sicht auch ein Vorteil sein kann.

11.3 Festplatte

Der Speicherplatz einer virtuellen Maschine ist vom Wert, der beim Erstellen der virtuellen Maschine zugewiesen wurde, abhängig. Dabei kann der Ersteller den vollen Speicherplatz der virtuellen Festplatte (VDMK-Datei) zuweisen, oder die VDMK-Datei bei jeder Änderung wachsen lassen bis sie den maximalen Wert erreicht. Wird später mehr Speicherplatz benötigt, kann mit VMWare Workstation eine neue virtuelle Festplatte erzeugt und in Verbindung mit der Bestehenden genutzt werden oder mit

dem VMWare Disk Manager manuell in der Größe verändert werden (Eine vollständige Beschreibung des Disk Managers findet sich im Handbuch [VMWa] auf Seite 230).

Vorteil der inkrementellen Option ist, dass nur so viel Speicherplatz belegt wird, wie die virtuelle Maschine auch benötigt. Die dabei eventuell entstehenden Dateifragmente der VMDK Datei auf der Wirt-Festplatte gehen laut VMWare jedoch zu Lasten der Performance. ([VMWa], S.123)

Wird die Festplatte des Wirts regelmäßig defragmentiert, oder ist die virtuelle Maschine zur Weitergabe auf DVD bestimmt, ist die inkrementelle Version zu empfehlen.

Für die VMDK Datei muss bei der festen Zuweisung des Speicherplatzes dieser auch physisch vorhanden sein. Eine 15 GB VMDK Datei kann daher, ohne sie über die Split-Option in 2 GB Teile aufzuteilen, keineswegs auf eine DVD kopiert und verteilt werden.

Bei der inkrementellen Zuweisung des Speicherplatzes kann die VMDK-Datei zwar auch maximal 15 GB annehmen, jedoch startet die Datei bei der Grundinstallation eines Ubuntu-Linux mit circa 2.5 GB und kann auf einer normalen DVD verteilt werden.

Da für die Anwendungsfälle die virtuellen Maschinen sowohl auf DVD als auch über das Netzwerk verteilbar sein sollen, kommt es auf eine geringe Dateigröße an. Daher wird den virtuellen Maschinen der Speicherplatz inkrementell zugewiesen.

11.4 Arbeitsspeicher

Nachdem die virtuelle Maschine in der VMWare Workstation angelegt wurde, kann über Settings oder manuell über die VMX-Datei die Größe des RAM-Speichers angepasst werden.

Ein nützliches Feature der VMWare Workstation 5.5 sind die Informationen und die Empfehlung der RAM Größe. Je nachdem, welches Gast-Betriebssystem ausgewählt wurde, schlägt das Programm den minimal benötigten Speicherplatz des Gast-Betriebssystems vor. In diesem Fall wurde ein Ubuntu-Linux aus der Liste gewählt. Bei der Auswahl von Microsoft Windows XP Professional liegt der empfohlene Minimalwert bei 128 MB.

Der Maximale Wert, den VMWare vorschlägt, beruht auf dem installierten Wirt-Betriebssystem und dem darin installierten physischen RAM. In diesem Beispiel (Abbildung 9) ist Windows XP Professional mit 512 MB RAM auf dem Wirt-System installiert.

Wird mehr RAM als empfohlen zugewiesen, kann es zur Überbelegung des Speichers kommen. Beispielsweise kann der virtuellen Maschine mehr RAM zugewiesen werden als im Wirt-System physisch vorhanden ist. Das Wirt-Betriebssystem reserviert einen gewissen Teil des RAM um selbst lauffähig zu sein. Der restliche freie Speicher kann von den virtuellen Maschinen genutzt werden. Übersteigt der zugewiesene Wert allerdings den

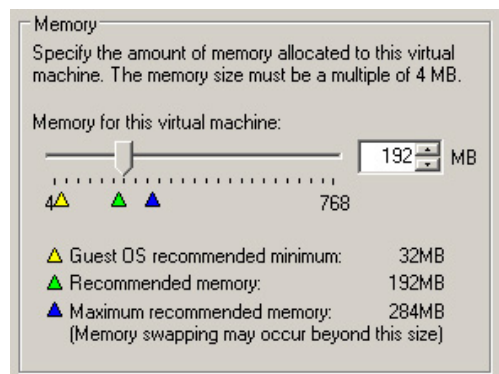


Abbildung 9: Speicherzuteilung der VMWare Workstation 5.5

Wert des freien Speichers, werden die Daten auf die wesentlich langsamere Festplatte geschrieben, bei Bedarf wieder gelesen und verarbeitet. Dieser Vorgang wird als Swapping bezeichnet und geht sehr zu Lasten der Performance. Memory swapping kann jedoch in den Preferences (Einstellungen) der VMWare Workstation ein- und ausgestellt werden. Dies bietet sich an, wenn nur eine virtuelle Maschine auf einem Wirt, der über ausreichend Speicher verfügt, laufen soll. Sollen mehrere virtuelle Maschinen benutzt werden können, sollte die Swapping Option jedoch wieder aktiviert werden, da mehreren parallel laufenden Gästen dann eventuell zu wenig RAM zur Verfügung steht. Weitere Informationen um die Speicherzuteilung finden sich im Handbuch [VMWa] auf Seite 444.

Allgemein ist der Wert des zugewiesenen RAM in erster Linie vom physisch verfügbaren RAM abhängig. In der Berufsakademie kann von einer Wirt-Konfiguration mit mindestens 512 MB RAM ausgegangen werden, über den auch die meisten privaten Notebooks verfügen. Beim Erstellen der virtuellen Maschine sollte auf die RAM Grundeinstellung geachtet werden. Bei Ubuntu sowie bei Windows XP werden von VMWare 192 MB RAM empfohlen. Vor jedem Start der virtuellen Maschine kann, sowohl mit der Workstation, als auch über den VMWare Player, der maximal zugewiesene RAM auf die eigenen Bedürfnisse angepasst werden.

11.5 Prozessor

VMWare Workstation kann maximal zwei CPUs an ein Gast System durch reichen. Jedoch müssen auch zwei Physische CPUs vorhanden sein, wenn zwei virtuelle CPUs eingestellt werden. Eine Änderung der Anzahl der CPUs kann nach der Installation des Betriebssystems zu Fehlern führen, da das Betriebssystem bei der Installation des Betriebssystems für eine andere Prozessoranzahl konfiguriert wurde. ([AHN07a], S.44 - 46) Da die zu erstellenden virtuellen Maschinen für die Berufsakademie sowohl auf Single als auch Multiprozessor Wirt-Systemen lauffähig sein soll, wird nur ein Prozessor durch gereicht.

11.6 Zusammenfassung

Zusammenfassung der Grundkonfiguration:

- Ein CPU
- 192 MB RAM
- 4.5 GB Festplatte (inkrementell)
- NAT-Netzwerk

Nachdem die Installationen des Betriebssystems abgeschlossen sind, liegen nun zwei virtuelle Maschinen vor. Eine virtuelle Maschine mit Windows XP Professional und eine Maschine mit Ubuntu 6.10 Linux.

Bei der Windows VM sind nun mehrere Wege denkbar. Zum einen könnten die beiden Konfigurationen der Anwendungsfälle als Snapshot Konfiguriert werden, die dann jeweils geklont werden.

Zum anderen könnte die virtuelle Maschine nach der Installation des Betriebssystems geklont, und separat verwaltet werden.

Vor- und Nachteile der Varianten sind die Dateigrößen. Wie im nächsten Kapitel weiter erläutert wird, sollen mehrere Studenten per Linked Clone über das Netzwerk auf eine zentrale virtuelle Maschine zugreifen können. Daher könnte um Speicherplatz zu sparen mit Snapshots gearbeitet werden.

12. Snapshot Manager

Ein wichtiges Feature der VMWare Workstation 5.5 und des VMWare Servers sind Snapshots. Vereinfacht gesagt ist ein Snapshot ein gespeicherter Systemzustand einer virtuellen Maschine. Jede Datei, jedes Programm und jede Einstellung, die zum Zeitpunkt des Snapshots in der virtuellen Maschine vorhanden ist oder installiert worden ist, wird gespeichert. Jeder weitere Snapshot enthält nur die Änderungen zum Vorherigen, allerdings müssen, wenn der erste Snapshot gelöscht wird, nicht alle darauf basierende Snapshots verworfen werden. Zu einem Snapshot kann jederzeit gesprungen werden, ohne dass ein anderer Snapshot dabei gelöscht werden muss.

Eine Besonderheit der Workstation 5.5, die im VMWare Server nicht enthalten ist, ist der Snapshot Manager. Mit dem Snapshot Manager lassen sich einzelne Snapshots einer virtuellen Maschine erstellen und verwalten. Zudem lassen sich damit auch verzweigte Snapshots erstellen wie in Abbildung 10 gezeigt wird.

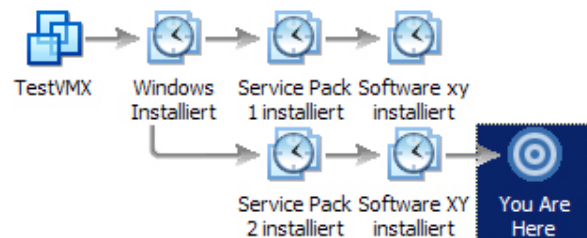


Abbildung 10: Verzweigungen von Snapshots

Der Vorteil des Snapshot Managers ist, dass mit verschiedenen Softwareversionen gearbeitet werden kann. Anhand des Beispiels aus Abbildung 10 könnte man die Software „XY“ sowohl auf einem Windows mit Service Pack 1 sowie Service Pack 2 installieren und testen. Funktioniert die Software unter Service Pack 1 nicht, kann die Verzweigung samt aller folgenden Snapshots gelöscht werden.

Für die Berufsakademie hätte dies den Vorteil, dass mehrere verschiedene Konfigurationen möglich sind, die mit den Anforderungen wachsen können.

Von jedem Snapshot lassen sich vollständige oder Linked-Clones, die nur die Software des Snapshots enthält, erstellen. Je nach Anwendungsfall kann damit nur der Snapshot mit der benötigten Software für die Studierenden geklont werden.

13. Verteilung der Virtuellen Maschinen

Die virtuellen Maschinen, die für die Studierenden bestimmt sind, sollen den diesen jederzeit auf den Computern der Berufsakademie, sowie auf den privaten Notebooks zur Verfügung stehen. Dabei soll, wenn möglich, jederzeit vom Studiengangspersonal eine Maschine für eine Vorlesung angepasst werden können.

Die Verteilung der virtuellen Maschinen könnte zum einen per DVD geschehen. Nach dem Erstellen der virtuellen Maschinen werden Kopien auf DVD gebrannt und im Kurs verteilt. Probleme dieser Variante sind zum einen der hohe Verbrauch von DVD-Medien, zum anderen müssen sich die Studierenden, um die virtuelle Maschine starten zu können, alle Dateien von der DVD auf den Computer kopieren, da auf eine virtuelle Maschine schreibend zugegriffen werden muss.

Auch bei der Benutzung von wiederbeschreibbaren DVD-Medien wie DVD-RW und DVD-RAM ist der Zeitaufwand der zum Löschen und zum Beschreiben der DVDs benötigt wird sehr hoch. Zudem lassen sich virtuelle Maschinen auch nicht von DVD-RW starten.

Eine weitere denkbare Lösung ist die Verteilung der Virtuellen Maschinen per Netzlaufwerk. Das Studiengangspersonal erstellt eine Umgebung und kopiert diese auf einen Server im lokalen Netzwerk oder auf ein NAS (Network Attached Storage – Netzwerkfestplatte). Problematisch ist hier allerdings die Verbindungsgeschwindigkeit des lokalen Netzwerkes (vgl. Abbildung 11). Möchten 10 Studierende die virtuelle Maschine gleichzeitig kopieren, reduziert sich die maximal verfügbare Bandbreite, die mit dem NAS möglich sind, von 100Mbit/s auf 10Mbit/s. Die Kopie einer 2.5 GB virtuellen Maschine würde so rechnerisch circa 30 Minuten dauern.

Natürlich kann auch nur ein Studierender die Maschine kopieren und dann im Kurs per USB Festplatte oder Ähnlichem verteilen. Eine andere Möglichkeit wäre es, nur dem Kursprecher und dessen Stellvertreter den Zugang zu den virtuellen Maschinen zu erlauben und diesen die Aufgabe der Verteilung zu übertragen. Das hätte zumindest den Vorteil, dass nicht alle Studierende zur gleichen Zeit vom Laufwerk kopieren.

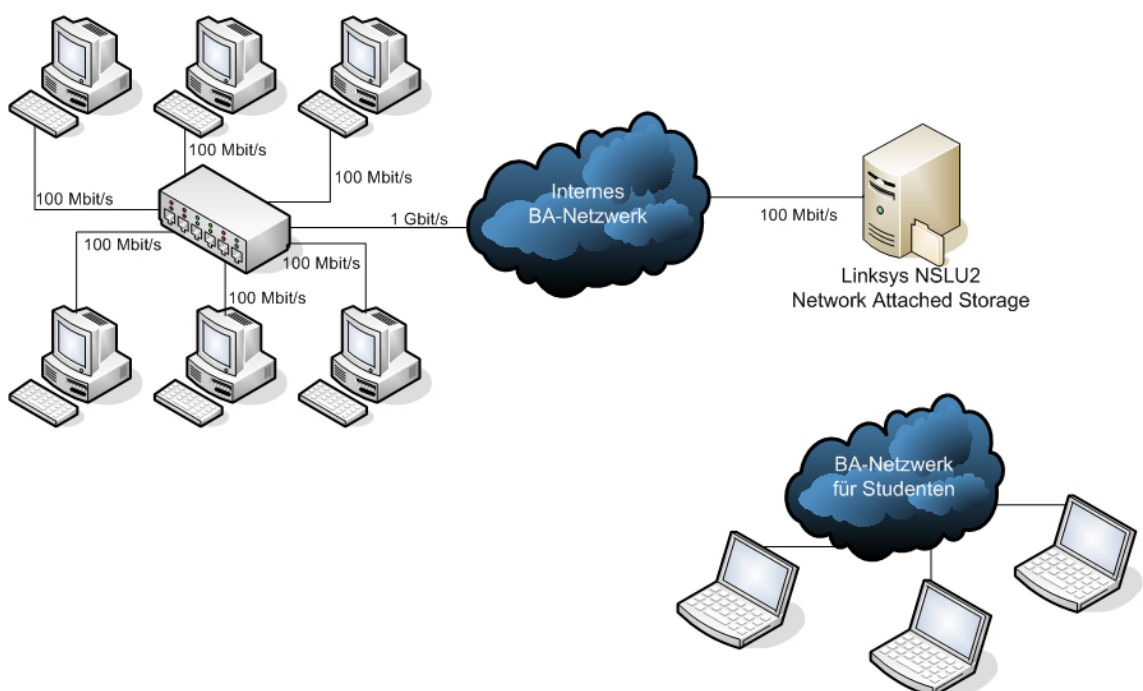


Abbildung 11: Schematischer Aufbau des BA-Netzwerkes

Nachteil aller Varianten ist, dass Studierende von den privaten Notebooks keine Möglichkeit haben auf die Netzlaufwerke zuzugreifen, da sich diese in einem separaten Netzwerk befinden. Virtuelle Maschinen müssten zuerst von einem Rechner der Berufsakademie auf eine DVD oder eine USB-Festplatte kopiert und danach verteilt werden.

Eine weitere Variante ist es, die virtuellen Maschinen nicht auf den lokalen Rechner zu kopieren, sondern über das Netzwerk auszuführen. Wie in Kapitel 9 beschrieben wird die virtuelle Maschine beim Zugriff für Andere mithilfe einer Lock-Datei gesperrt. Dies soll verhindern, dass mehrere Personen die virtuelle Maschine gleichzeitig ausführen können. Daher müssten Kopien für jeden Studierenden auf dem Netzlaufwerk bereitgestellt werden, was aber aus Speicherplatzgründen nicht realisierbar ist. Angenommen der Studiengang würde drei virtuelle Umgebungen á 2.5 Gb an 40 Studierende bereitstellen, ergäbe dies rechnerisch 225 Gb benötigten Speicherplatz.

13.1 Linked-Clones

Damit nicht jeder Studierende einen vollständigen Klon der virtuellen Maschine auf dem Netzlaufwerk benötigt, können mit der VMWare Workstation Linked-Clones erstellt werden.

Ein Linked-Clone verhält sich wie eine Kopie einer virtuellen Maschine, nutzt allerdings alle Daten der Originalen Maschine (Parent). Beim Start eines Linked-Clones werden alle Daten vom Original geladen und gestartet. Änderungen werden nicht im Original, sondern in der Linked-Clone eigenen VMDK-Datei gespeichert. Dadurch beeinflusst der Linked Clone das Original nicht. Sowohl das Original als auch der Linked Clone können unabhängig voneinander weiter genutzt werden.

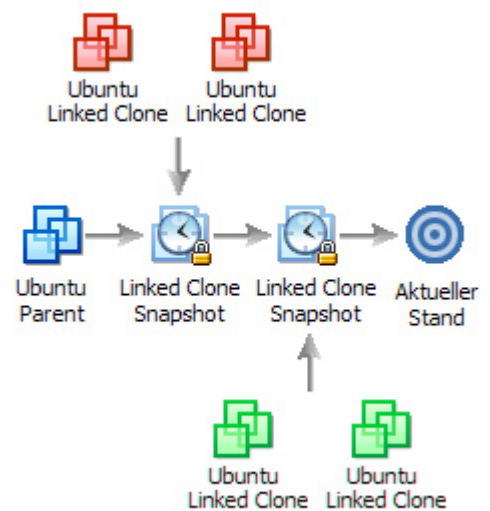


Abbildung 12: Funktionsweise Linked Clones

Abbildung 12 zeigt schematisch die Funktionsweise eines Linked-Clones im Zusammenspiel mit Snapshots. Wird von einer virtuellen Maschine (Ubuntu Parent) ein Linked-Clone erstellt, erzeugt die VMWare Workstation automatisch einen Snapshot der aktuellen Konfiguration. Linked-Clones referenzieren immer auf einen Snapshot seiner Eltern-Maschine. Daher kann mit der originalen virtuellen Maschine wie gewohnt weitergearbeitet werden. Wird nun weitere Software auf dem Original installiert und ein neuer Linked-Clone erstellt, enthalten die neuen Linked-Clones (grün) alle weitere installierte Software. Für die Linked-Clones des ersten Snapshots (rot) ändert sich jedoch nichts. Sie verfügen nicht über die neue Software.

Hat man nun einen Baum mit mehreren Snapshots aufgebaut, muss nicht zu jedem einzelnen Snapshot zurückgesetzt werden um einen Klon zu erstellen. VMWare Workstation kann dazu direkt von einem Snapshot sowohl einen vollen, als auch einen Linked-Clone erstellen.

Der Vorteil eines Linked-Clones ist die geringe Dateigröße. Der Linked-Clone umfasst eine eigene VMX-Datei, sowie eine VDMK-Datei. Im Gegensatz zu einem vollständigen Klon mit 2.5 Gb ist die VDMK-Datei nach dem Erstellen circa 500 KB groß. Alle Änderungen die nach dem Erstellen eines Klons gemacht werden, werden in diese VDMK-Datei geschrieben.

Da der Linked-Clone auf sein Original referenziert, kann dieser aus jedem beliebigen Verzeichnis, auch aus dem Netzwerk, ausgeführt werden, sofern der Link zur Referenz-Datei stimmt.

Die VMX-Datei des Linked-Clones unterscheidet sich nur geringfügig von der des Originals:

```
42  uuid.bios = ""
43
44  fileSearchPath = ".;X:\DM04\TestVMX"
45  numCloneOf = "1"
46  cloneOf0 = "X:\DM04\TestVMX\Ubuntu.vmx"
```

Die Zeilen 44 und 46 geben dabei den Pfad zum referenzierten Original an. Welcher Snapshot jedoch referenziert wird, wird in einer serialisierten und damit unlesbaren Dateien gespeichert. Ein Linked-Clone wird somit beim Erstellen unveränderbar mit einem Snapshot „verheiratet“, da eine spätere Änderung zu Inkonsistenz führen würde.

Damit erfüllt ein Linked-Clone die Anforderungen und kann sowohl auf einem privaten Notebook, als auch auf den Rechnern der Berufsakademie genutzt werden.

Ziel ist es die virtuellen Maschinen auf dem NAS im internen Netz der Berufsakademie zu speichern und nur Linked-Clones an die Studierende zu verteilen. Jeder Studierende verfügt über einen privaten Ordner von 100 MB Größe auf dem Domänenserver der Berufsakademie mit dem er automatisch verbunden wird, wenn er sich an einem Rechner der Berufsakademie mit deinem Benutzernamen und Passwort anmeldet. Da die Dateien eines Linked-Clones im normalen Gebrauch, ohne dass von Studierenden Software zusätzlich installiert wird, unter 100 MB bleiben, können diese im privaten Verzeichnis oder bei Bedarf von jedem Studierenden auf einem USB-Stick oder USB-Festplatte gespeichert werden.

Private Notebooks befinden sich in einem getrennten Studierenden-Netzwerk und können nicht auf das NAS zugreifen. Jedoch können Studierende sich die originale virtuelle Maschine, auf die der Linked-Clone referenziert, kopieren und auf der lokalen Festplatte oder auf DVD speichern.

Damit der Linked-Clone auch vom privaten Notebook gestartet werden kann, müssen dazu nur noch die Pfade in Zeile 44 und 46 der Linked-Clone VMX-Datei angepasst werden.

13.1.1 Vorteile von Linked-Clones

Zusammengefasst sind die Vorteile eines Linked-Clones:

- Jeder Studierende hat seinen eigenen Linked-Clone, den er selbst anpassen kann.
- Die Originaldatei liegt auf einem Netzlaufwerk und wird von den Linked-Clones referenziert. Sie belegt daher nicht auf jedem Rechner Speicherplatz
- Durch den geringen Speicherplatz können Studierende ihren Linked-Clone im privaten Verzeichnis oder auf einem portablen Medium mit Schreibzugriff speichern.
- Studiengangspersonal kann durch die Snapshot-Funktion immer neue Linked-Clones der gleichen Originaldatei mit verschiedenen Softwarekonfigurationen erzeugen, ohne dabei die Rechner der Berufsakademie zu belasten.
- Studierende können sich für den Heimgebrauch oder für die privaten Notebooks die Original Datei auf DVD oder USB-Festplatte kopieren und durch eine kleine Anpassung ihre private Konfiguration weiterverwenden.

Aber es gibt auch Nachteile: Wird die Originaldatei gelöscht, oder ist das NAS aufgrund von Netzwerkproblemen unerreichbar, werden alle Linked-Clones die darauf referenzieren solange wie kein Zugriff möglich ist unbrauchbar. Ein Backup der Datei durch Studierende oder durch das Studiengangspersonal würde dieses Problem jedoch lösen.

Betrachtet man die Performance der virtuellen Maschinen, die als Linked-Clone über ein Netzwerk auf die gleiche Datei zugreifen, wird das Problem schnell ersichtlich.

Anhand von Abbildung 11 wird deutlich, dass die Computer in Raum B 1.07 der Berufsakademie aktuell nur über 100 Mbit/s mit dem Netzwerk verbunden sind. Zwar ist eine Anbindung mit 1 Gbit/s möglich, da die Computer und das interne Netz der Berufsakademie die Voraussetzungen dafür erfüllen, jedoch ist bei der aktuellen Situation das NAS der „Flaschenhals“.

13.1.2 Praxistest mit Linked Clones

Um Aussagen über Praxistauglichkeit der Linked-Clone Netzwerk Variante zu machen wurde ein Test durchgeführt. Dabei wurde der VMWare Player 5.5.3 build-34685 auf den Rechnern der Berufsakademie in Raum B 1.07 zum Ausführen der Linked-Clones verwendet.

Die Eltern-Maschine, sowie ein angepasster Linked-Clone, wurden auf dem NAS gespeichert, danach auf jedem Rechner unter den „Eigenen Dateien“ gespeichert und zuerst von einem Rechner gestartet.

Anschließend wurden mehrere virtuelle Maschinen auf den Rechner bestmöglich parallel gestartet und dabei die Zeit gemessen, die die virtuelle Maschine bis zur Login-Aufforderung und Betriebsbereitschaft brauchen. Die Zeit, die für den Login benötigt wurde, wurde dabei nicht berücksichtigt. Als Wirt-Betriebssystem wurde Windows XP Professional verwendet, als Gast-System Ubuntu 6.10.

Anzahl der Rechner, die gleichzeitig auf die Original VM zugreifen	Zeit bis zur Login-Aufforderung in Sek.	Zeit bis zur vollständigen Bereitschaft in Sek.
1	65	90
2	75	107
5	126	180
10	182	292
13	258	402

Tabelle 5: Startzeiten von Linked Clones über das Netzwerk

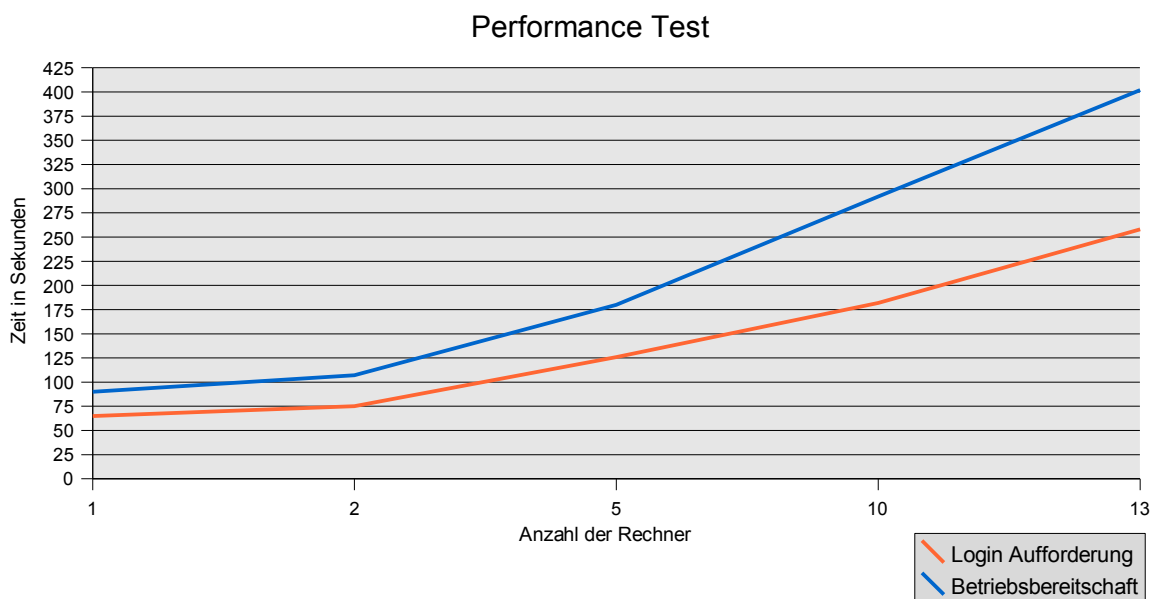


Abbildung 13: Startzeiten von Linked Clones über das Netzwerk

Abbildung 14 zeigt die Netzwerkauslastung mit einem zugreifenden Rechner anhand des Windows XP eigenen Netzwerkmonitors.

Die Rot gefärbte Linie stellt die Auslastung während des Startvorgangs bis zur Login-Aufforderung dar. Dass der Computer, während er auf eine Benutzerauthentifizierung wartet, keine Daten vom Original über das Netzwerk überträgt, macht der Zwischenraum zwischen Rot und Blau deutlich. Erst nach dem Login werden bis zur Betriebsbereitschaft wieder Daten nachgeladen.

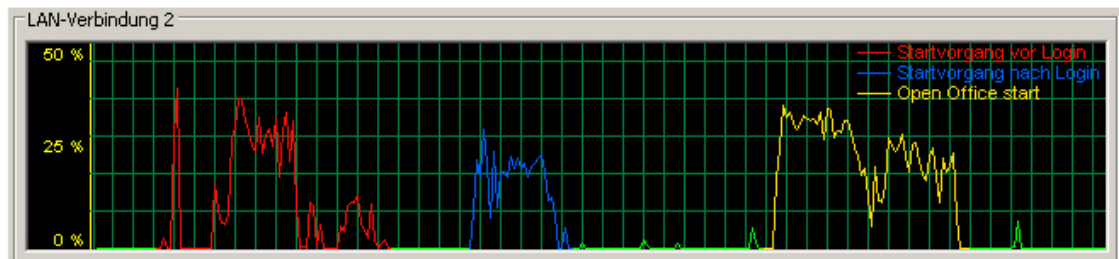


Abbildung 14: Netzwerkauslastung beim Start über das Netzwerk

Ist die virtuelle Maschine über das Netzwerk einmal gestartet, braucht sie nicht mehr ständig auf das Original zuzugreifen. Nur wenn Programme ausgeführt werden, die nicht nachträglich installiert wurden, müssen diese vom Original nachgeladen werden.

Zusammengefasst bedeutet dies, dass je größer die Anzahl der gleichzeitig zugreifenden Rechner ist, desto länger brauchen die virtuellen Maschinen beim Start und beim Nachladen von Dateien.

Jedoch kommt ein gleichzeitiges Zugreifen nur beim ersten Start der virtuellen Maschinen vor, beispielsweise wenn eine Vorlesung beginnt. Danach kann davon ausgegangen werden, dass nicht alle Studierenden gleichzeitig auf die Programme zugreifen, sondern eher zeitversetzt, was die Ladezeit verkürzt.

Betrachtet man die Gesamtsituation, wäre es laut dem Laboringenieur der Digitalen Medien denkbar, das Netzwerk der Berufsakademie insbesondere der Räume der Digitalen Medien zu optimieren. Alle Rechner verfügen wie oben bereits erwähnt über eine Gigabit-fähige Netzwerkkarte bei der nur noch das Netzwerkkabel eingesteckt werden müsste. Zudem wäre es möglich, das NAS als Flaschenhals durch einen Server mit schnellerer Netzwerkanbindung zu ersetzen. Neben dem Netzwerk könnte durch den Server zusätzlich der Zugriff auf die Festplatten durch hochwertigere RAID, SCSI oder SATA-Controller beschleunigt werden.

14. VMWare Tools

Die VMWare Tools sind ein wichtiger Bestandteil der virtuellen Maschine, die das Betriebssystem der virtuellen mit angepassten Treibern für Maus und Grafik versieht. Mit den verbesserten Grafiktreibern bietet VMWare eine experimentelle Unterstützung für Direct 3D an, die jedoch laut Handbuch noch nicht voll funktionsfähig ist. ([VMWa], S. 383)

Neben den neuen Treibern sind mit den VMWare Tools weitere Features zugänglich. Mit „Shared Folders“ lassen sich ähnlich wie bei einer Windows Netzwerkfreigabe, einzelne Ordner oder Laufwerke vom Wirt-an den Gast-System durch reichen. Damit können auch ohne das Vorhanden sein eines Netzwerkadapters Daten zwischen Gast und Wirt ausgetauscht werden. Zudem wird durch die Tools die Drag and Drop Funktion aktiviert, mit der sich beispielsweise Dateien, Ordner oder Texte zwischen virtuellen Maschinen und dem Wirt-System kopieren oder verschieben lassen.

Funktionen im Überblick:

- verbesserte Grafikerunterstützung mit experimentellem 3D Support
- optimierte Maus- und Tastatur-Treiber
- VMWare Tools Control Panel zur Steuerung
- Shared Folders
- Drag & Drop zwischen Windows-Gästen und dem Host-System
- verkleinern („shrinking“) von virtuellen Platten
- Zeitsynchronisierung mit dem Wirt
- VMWare Tools Scripte
- Auf- und Abbau von Geräteverbindungen bei laufender Maschine

([VMWa], S. 476)

Die Installation der VMWare Tools kann bei der Workstation 5.5 bequem über das Menü vorgenommen werden. Der Installationsvorgang unterscheidet sich aber je nach virtualisiertem Betriebssystem. Eine Anleitung der Installation findet sich im Handbuch [VMWa] der VMWare Workstation 5.5 ab Seite 140.

15. Endkonfiguration

15.1 Anwendungsfall 1

Installierte Software:

Microsoft Windows XP, Avira Free-Av, Mozilla Firefox 2 inklusive Extensions, Internet Explorer 7, XAMPP, Jboss, Sun Java 1.6, Eclipse 3.2, DivX Codec 6.5, Xvid Codec, Apple Quicktime, Real Player, LAME MP3 Encoder, GIMP 2, VirtualDub, Audacity, DB-Designer, VMWare Tools

Sonstiges:

- circa 3,9 GB
- Benutzername: SGL; Passwort: sglpw
- Alle Updates zum 29.01.2007, automatische Updates deaktiviert.
- Internet Proxy für Gebrauch in der Berufsakademie aktiviert.

15.2 Anwendungsfall 2

Installierte Software:

Ubuntu 6.10, Mozilla Firefox 2, XAMPP (LAMPP), Sun Java 1.6, Eclipse 3.2, VMWare Tools

Sonstiges:

- Dateigröße: circa 3,2 GB
- Benutzername: Digitale Medien; Passwort: bamos
- Versionsstand: 29.01.2007
- Internetproxy für Gebrauch in der Berufsakademie aktiviert.

15.3 Anwendungsfall 3

Installierte Software:

Microsoft Windows XP, Avira Free-Av, Mozilla Firefox 2 inklusive Extensions, Internet Explorer 7, XAMPP, Jboss, Sun Java 1.6, Eclipse 3.2, DivX Codec 6.5, Xvid Codec, Apple Quicktime, Real Player, LAME MP3 Encoder, GIMP 2, VirtualDub, Audacity, DB-Designer, VMWare Tools

Sonstiges:

- circa 3,9 GB
- Benutzername: Digitalemedien; Kein Passwort!
- Alle Updates zum 29.01.2007, automatische Updates deaktiviert.
- Proxy für Gebrauch in der Berufsakademie aktiviert.

Der Berufsakademie stehen nun drei virtuelle Maschinen zur Verfügung, die mit der VMWare Workstation 5.5 den Anforderungen entsprechend erstellt wurden.

Dabei wurden zwei Windows Umgebungen und eine Linux Umgebung erzeugt, die mit der für die Anwendungsfälle benötigten Software ausgestattet wurden.

Die virtuelle Maschine des Anwendungsfalls „Studiengangsleiter VM“ wird vorerst auf DVD bereitgestellt und kann vom Studiengangsleiter auf die entsprechenden Rechner verteilt werden. Hier ist im weiteren Verlauf auch die Zentrale Speicherung auf einem Netzlaufwerk oder Server denkbar.

In den Anwendungsfällen „Vorlesungs VM“ und „Studierenden VM“ stehen eine virtuelle Windows Maschine sowie eine virtuelle Linux Maschine für Vorlesungszwecke bereit. Diese werden an den Studiengang auf DVD übergeben und sollen zunächst auf dem Netzwerk-Festplatten (NAS) den Studierenden zur Verfügung gestellt werden. Damit jeder Studierende des Studiengangs diese nutzen kann, muss allerdings zuerst der MSDNAA Lizenzvertrag von allen Studierenden durch eine Unterschrift akzeptiert werden.

Anschließend können diese ihren eigenen Linked-Clone, der auf die Original-Maschine im Netzwerk zugreift, frei nutzen und weiter pflegen. Wenn neue Software benötigt wird kann das Studiengangspersonal die Original-Maschine weiter anpassen und neue Linked-Clones zu Anwendung auf dem NAS bereitstellen.

16. Ausblick

Das Thema Virtualisierung ist derzeit in aller Munde. Fast täglich kommen Meldungen über neue Versionen mit besserer Hardware- und Softwareunterstützung. Jede Fachzeitschrift berichtet mittlerweile mit imposanten Titeln wie „Realitätskabinett“ [BAI06], „Seinsfragen“ [AHN07b], „Phänomenologie“ [HAN07a], „Trau Schau Wem“ [ZIM06] oder „Xenologie“ [HAN07b] über die Wunderwelt der Virtualisierung, die sich langsam aber sicher, zu Recht, zu einem wichtigen Thema entwickelt, dem aber zur Zeit stellenweise eine übermäßige Bedeutung zugemessen wird.

Eine große Herausforderung der Zukunft wird das neue Betriebssystem Microsoft Windows Vista sein, das am 30.01.2007 erschienen ist [MSc]. Zudem wird die Unterstützung von Mac OS in Zukunft eine größere Rolle spielen. VMWare feilt zurzeit an seiner Workstation 6, die neben USB 2.0 Support eine Unterstützung für Windows Vista bieten wird und nun, nach dem Startschuss des neuen Windows, sicher nicht mehr lange auf sich warten lässt. Die Betaversion der Workstation 6 wird von VMWare zum kostenfreien Download angeboten. [VMWd]

Für die Apple Gemeinde plant VMWare eine Version die der Workstation ähnelt, aber den Namen „VMWare Fusion“ tragen wird. Diese Version ist zurzeit für Betatester auf der Website von VMWare unter <http://www.vmware.com/products/beta/fusion/> erhältlich.

Neben den kommerziellen Produkten lauert im Open-Source Bereich die Virtualisierungssoftware XEN, eine von der Universität Cambridge entwickelte Virtualisierungslösung, auf der, Meldungen zufolge, nun auch Windows XP als Gasts-System erfolgreich getestet wurde. [HEI05] [CAM]

Weitere kostenfreie Virtualisierungslösungen wie VirtualBox, deren Sourcecode erst kürzlich offen gelegt wurde (GPL) [INN07], werden in Zukunft den Markt an Virtualisierungssoftware weiter füllen, sodass auch jeder die Virtualisierungslösung findet, die zu ihm passt.

Bei der Hardware werden sicherlich in der nächsten Zeit neue Prozessoren mit noch besseren Möglichkeiten zur Virtualisierung erscheinen, die auch für den Heimanwender für einen erschwinglichen Preis zu haben sind. Zudem wird die Unterstützung von Hardwaregeräten wie Videoschnitt- oder ISDN-Karten sich in Zukunft immer weiter verbessern.

Der größte Fortschritt wird jedoch im Serverbereich zu verzeichnen sein. VMWare ESX Server, das Flaggschiff unter den Serverprodukten [TCH], der kostenfreie VMWare Server, die Serverprodukte von Microsoft und die Open-Source Lösung XEN werden in Zukunft mehr Firmen dazu bewegen auf Virtualisierungslösungen zu setzen. Zwar ist in der Server-Branche Virtualisierung nichts Neues, doch durch die aktuell weiter steigende Leistung der Systeme bei ständig sinkendem Preis, werden mehr und mehr klein- und mittelständische Unternehmen auf die Lösungen ausweichen. [BFA] Sicherlich warten im Serverbereich noch mehr lizenzrechtliche Fragen, die vorab geklärt werden müssen. Jedoch ist der Servermarkt für Virtualisierungssoftware sicherlich lukrativer als der der Heimanwender.

Fazit: Der wichtigste Vorteil ist, dass sich mit Virtualisierung viel Zeit und Geld sparen lässt.
[TUR06] Für Umweltschützer wird sicherlich der niedrigere Strom- und Platzverbrauch auch von Bedeutung sein.

Anhang

1. Gegenüberstellung von Virtualisierungssoftware

Virtualisierungs-Lösungen unterschiedlicher Klassen				
Produkt	GSX Server	VMware Server	ESX Server	Virtual Server
Version	3.0	Beta	3.0	2005 R2
Hersteller/Anbieter	VMware	VMware	VMware	Microsoft
Art der Virtualisierung	Hardware	Hardware	Hardware	Hardware
Architektur	x86	x86	x86	x86
Wirtssystem	Windows, Linux	Windows, Linux	Bare-Metal	Windows 2003
Gastsystem	Windows, Linux, Novell	Windows, Linux, Novell	Windows, Linux, Novell, Solaris	Windows
Hardwareunterstützung vom Wirt	wie Wirts-BS	wie Wirts-BS	eingeschränkt	wie Wirts-BS
virtuelle HW	USB, NIC, SCSI, IDE, Parallel, Seriell	USB, NIC, SCSI, IDE, Parallel, Seriell	NIC, SCSI, IDE, Parallel, Seriell	NIC, SCSI, IDE, Parallel, Seriell
Leistungseinbußen	15 bis 25%	15 bis 25%	3 bis 18%	15 bis 25%
HW-Virtualisierung (Pacifica, VT)	nein	ja	ja	nein
Management:				
Firewall-Konsole	nein	nein	ja	nein
einzelne Kommandozeile	ja	ja	ja	ja
einzelne GUI	ja	ja	ja	ja
zentral, Kommandozeile	nein	nein	nein	nein
zentral, GUI	ja, VirtualCenter	derzeit nicht	ja, VirtualCenter	rudimentär
Sicherung:				
per Kommandozeile	Dateibasiert/Image	Dateibasiert/Image	Dateibasiert/Image	Dateibasiert/Image
per GUI	nein	nein	nein	nein
Ressourcen-Kontrolle				
max. SMP	Memory	Memory	CPU, Memory, NIC, Disk	CPU, Memory
max. vSMP	32	32	16	32
max. vRAM	nein	2	4	nein
NICs, Gast	3	3	16	3
vSwitches	4	4	4	4
Netzwerk Teaming	ja, Host-Only, Bridged, NAT	ja, Host-Only, Bridged, NAT	ja, Host-Only, Bridged	ja, Host-Only, Bridged, NAT
Festplattenmodi	ja	ja	ja	nein
Snapshots	persistent, non-persistent, undoable, append, REDO Log, Raw-Device-Mapping	persistent, non-persistent, undoable, append, REDO Log, Raw-Device-Mapping	persistent, non-persistent, undoable, append, REDO Log, Raw-Device-Mapping	ja
Onlinesicherung ohne Ausfall	ja	ja	ja	nein
Installation des Gasts	wie Physik	wie Physik	wie Physik	wie Physik
Plattenspeicheranbindung				
max. aktive Gäste pro Host	wie Wirts-BS	wie Wirts-BS	SCSI, SAN, iSCSI, NAS (NFS)	wie Wirts-BS
32-Bit-Gäste	64	64	80	64
64-Bit-Gäste	ja	ja	ja	ja
Mischumgebung 32/64 Bit	nein	ja	nein (mit V. 3)	nein
P2V physid to virtual	nein	ja	experimentell	ja
Sicherung über Wirt	mit Drittherstellerprodukten	mit Drittherstellerprodukten	mit Drittherstellerprodukten	mit Drittherstellerprodukten
Backup/Restore	ja	ja	ja	ja
Massen-Provisionierung	mit Drittherstellerprodukten	mit Drittherstellerprodukten	mit Drittherstellerprodukten	mit Drittherstellerprodukten
Isolation der Gastsysteme	mit Drittherstellerprodukten	mit Drittherstellerprodukten	mit Drittherstellerprodukten	mit Drittherstellerprodukten
USB im Gast	ja	ja	ja	ja
PCI Karten im Gast	ja	ja	nein	nein
seriell/parallel im Gast	nur legacy SCSI	nur legacy SCSI	nur legacy SCSI	nein
Wiederherstellung Gast	ja	ja	ja	ja
Wiederherstellung Wirt	Kopie, Template, wie Physik, Drittherstellerprodukte	Kopie, Template, wie Physik, Drittherstellerprodukte	Kopie, Template, wie Physik, Drittherstellerprodukte	Kopie, Template, wie Physik, Drittherstellerprodukte
Live Migration	wie Physik	wie Physik	Image, Kickstart Skript, Neuinstallation	wie Physik
	nein	nein	ja mit VirtualCenter (VMotion), kein Ausfall des Gastsystems. Gemeinsamer Speicher auf SAN, iSCSI oder NAS benötigt	nein
Kloning				
Templates	manuell, Drittherstellerprodukte	manuell, Drittherstellerprodukte	manuell, Drittherstellerprodukte	manuell, Drittherstellerprodukte
ISO Unterstützung im Gast	Master Image, Drittherstellerprodukte	Master Image, Drittherstellerprodukte	Master Image, Drittherstellerprodukte	Master Image, Drittherstellerprodukte
KVM	ja	ja	ja	ja
Leistungsüberwachung	ja	ja	ja	ja
Ausfallsicherheit:				
Gast	Betriebssystemcluster (Gast auf gleichem Wirt, mit iSCSI zwischen Wirtsystemen), Skripte	Betriebssystemcluster (Gast auf gleichem Wirt, mit iSCSI zwischen Wirtsystemen), Skripte	Betriebssystemcluster (Gast auf gleichem Wirt, zwischen Wirtsystemen, zwischen VM und Physik), Skripte, DAS	Betriebssystemcluster (Gast auf gleichem Wirt, mit iSCSI zwischen Wirtsystemen), Skripte
Wirtssystem	nein	nein	nein	Windows Cluster
Automatisierte Installation Wirt	nein	nein	Kickstart Skript	nein
Automatisierte Installation Gast	Drittherstellerprodukte, PXE verfügbar	Drittherstellerprodukte, PXE verfügbar	Drittherstellerprodukte, PXE verfügbar	Drittherstellerprodukte, PXE verfügbar
Programmierschnittstellen	API, SOAP	API, SOAP	API, SOAP	API
Lizenzierung	2 CPU, >2CPU	kostenfrei	pro CPU	199 \$
Herstellerwartung	ja	ja	ja	ja
Herstellerunterstützung	ja	ja	ja	ja
Hersteller-Schulungsprogramme	ja	wird GSX Schulungen ersetzen	ja	nicht bekannt
Zertifizierung	nein	nein	ja, VMware Certified Professional	nein

[ix 5/2006]

Xen	Virtuozzo	Solaris Container	Virtualization Engine	Integrity Virtual Machine (IVM)
3.0	Linux 3/Windows 3.5.1		1.2.1.1	
www.xen.org	SWsoft	Sun Microsystems	IBM	Hewlett-Packard
Para	Betriebssystem	Betriebssystem	Hardware	Hardware
x86	x86	Sparc, x86/64	Power5	PA-RISC, Itanium
Linux, BSD	Windows 2003, Linux	Solaris 10	AIX, SLES9	HP-UX 11i v2
Windows, Linux, BSD	Windows 2003, Linux	Solaris	AIX, PPC-Linux	HP-UX (Linux, Windows in Arbeit)
wie Wirts-BS	eingeschränkt	wie Wirts-BS	wie Wirts-BS	wie Wirts-BS
NIC, SCSI, IDE, Parallel, Seriell, USB	eine NIC, mehrere Festplatten	wie Wirts-BS	SCSI, CDROM, (Fibre in Arbeit)	NIC, SCSI
max. 5 %	1 bis 3%	< 1%	max. 2%	10%
ja	ja	nein	Power4/5-Virtualisierung	Itanium VT-i
nein	ja	nein	nein (Hardware Management Console)	nein
ja	ja	nein	ja	ja
nein	ja	nein	ja	ja (SIM)
kommt mit XenOptimizer	ja	ja	ja	ja
nein	ja	ja	ja, IBM Director	ja
Dateibasiert/Image	Dateibasiert/Image	ja	Dateibasiert (Linux)/Image	Dateibasiert/Image
nein	ja	Drittanbietersoftware	nein	Drittanbietersoftware
CPU, Memory, NIC, Disk	CPU, Memory, NIC, Disk	CPU, NIC, Disk	CPU, Memory, NIC, Disk	CPU, Memory, NIC, Disk
32	32	nicht limitiert	nicht limitiert	128
wie Wirts-BS, max. 32	wie Wirts-BS	wie Wirts-BS	wie Wirts-BS	4
wie Wirts-BS	wie Wirts-BS	wie Wirts-BS	wie Wirts-BS	36 GByte
nicht bekannt	1	nicht limitiert	254 I/O-Channels	16
ja	nein	nein	Bridge (Supervisor)	im Wirt
ja	nur ein Team im Wirt	ja	ja	ja
	persistent	persistent, undoable, REDO Log, Raw-Devices	persistent, Raw-Devices	persistent, Raw-Devices
nein	nein	nein	nein	nein
nein	nein	Skripte	LVM	ja, Agenten
Templates, wie Physik (gute Linux Kenntnisse erforderlich)	Templates	Templates	wie Physik	wie Physik
wie Wirts-BS	wie Wirts-BS	wie Wirts-BS	wie Wirts-BS	wie Wirts-BS
nicht bekannt	nicht bekannt	8192	min 10% einer CPU	< 512
ja	ja	ja	ja	nein
ja	ja	ja	ja	ja
nein	nein	ja	ja	nein
nein	mitgeliefert	n. A.	n. A.	manuell, Anleitung
ja	ja	ja	ja	ja
	mitgeliefert	mit Drittherstellerprodukten	mit Drittherstellerprodukten	mit Drittherstellerprodukten
Skripte	ja	ja	ja	ja, Ignite-UX
ja	ja, Dateizugriff direkt über Wirt	ja, Dateizugriff direkt über Wirt	ja	ja, Dateizugriff direkt über Wirt
ja	nein	ja	ja	nein
in der Entwicklung	nein	nein	ja	nein
ja	nein	ja	ja	nein
Kopie, Template, Drittherstellerprodukte	Template, Recovery mitgeliefert	Template, Backup	Image, wie Physik	Kopie, Template, Drittherstellerprodukte
wie Physik	wie Physik	Jump Start, Jet, Restore	wie Physik	Ignite-UX
ja, Ausfall 30 bis 60 Sekunden. Gemeinsamer Speicher (NAS, SAN) benötigt	ja, kein Ausfall (Linux), Ausfall im unteren Sekundenbereich (Windows)	nein	nein (in Arbeit)	nein
manuell	ja	ja (in der Entwicklung)	manuell	manuell, Ignite-UX
Master Image	mitgeliefert	ja	nein (HMC)	nein
Linux mount	nein	ja	ja	ja
SSH, VNC	Terminalsitzung, SSH	SSH, Console	SSH, VNC, Console, Web	SSH, Web
ja	ja	ja (wie Wirt), Sun Management Center	ja	ja (wie Wirt), SIM
Linux Cluster, Skripte	keine Cluster im Betriebssystem, Neuanlauf der Skript	Solaris Cluster	AIX, Linux-Cluster	Cluster in Arbeit
nein	nein	Solaris Cluster	AIX-Cluster	Cluster in Arbeit
Kickstart Skripte, Linux Bordmittel	nein	Jump Start	NIM, Kickstart, Autovast	Ignite-UX
Linux Skripte	ja	Skripte, Provisioning	NIM, Kickstart, Autovast	Skripte
GPL	API	APIs des Wirts	API (AIX, Linux)	APIs wie Wirts-BS
Community- Upgrades	1000 \$	kostenfrei, CDDL	pro CPU-Core 600 Euro	pro CPU-Core
ja, aber kaum verfügbar	ja, kostenpflichtig	ja, kostenpflichtig	ja 1 Jahr (9x5)	ja, Kostenpflichtig
nein	ja	ja	ja	ja
nein	angekündigt	ja	ja	ja
nein	nein	nein	ja	nein

[iX 5/2006]

2. Tutorial zum Erstellen von Linked-Clones

Erstellen von Linked-Clones

- 1) Legen Sie die beiliegende DVD des gewünschten Anwendungsfalls in das DVD-Laufwerk ein
- 2) Kopieren Sie die virtuelle Maschine im „Master“ Ordner auf die lokale Festplatte oder auf einen anderen Datenträger mit Schreibzugriff
- 3) Starten Sie VMWare Workstation 5.5
- 4) Öffnen Sie die VMX-Datei des Anwendungsfalls und/oder fügen Sie die virtuelle Maschine der Favoritenliste zu
- 5) Sie haben nun die Möglichkeit die virtuelle Maschine zu starten und neue Software der Ausgangskonfiguration hinzuzufügen oder zu entfernen
- 6) Fahren Sie nach Beendigung der Softwareinstallation Sie das Betriebssystem herunter.
- 7) Wenn Sie von der aktuellen Konfiguration einen Linkes Clones bereitstellen wollen, klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den in Schritt 4 hinzugefügten Anwendungsfall und wählen Sie die Option „Clone“ aus.
- 8) Klicken Sie auf „weiter“. Sie haben nun die Möglichkeit einen Linked-Clone von einem vorherigen Snapshot oder von der aktuellen Konfiguration zu erstellen. Wenn Sie die aktuelle Konfiguration wählen, wird automatisch ein neuer Snapshot erzeugt.
- 9) Wählen Sie „Linked-Clone“ aus
- 10) Wählen Sie den Anzeigenamen und den Pfad aus
- 11) Linked-Clone wurde erstellt

Anpassen des Linked-Clones

Da der Linked-Clone lokal erstellt wurde, muss dieser für die Verwendung über das Netzwerk zunächst noch angepasst werden.

- 1) Kopieren Sie das „Master“-Image und den Linked-Clone in den gewünschten Ordner auf dem Netzlaufwerk. Falls das Master-Image bereits besteht können Sie dies überschreiben:
Wichtig: Referenzieren bestehende Linked-Clones auf einen Snapshot des Masterimage können diese weiterverwendet werden falls dieser NICHT gelöscht wurde.
- 2) Kopieren Sie den Linked-Clone auf das Netzlaufwerk. Falls bereits ein Linked-Clone besteht, wählen Sie gegebenenfalls einen anderen Ordner aus. Öffnen Sie den Linked-Clone mit einem Texteditor und passen Sie folgende Zeilen an:

```
01: fileSearchPath = ".;<Pfad zum Master-Image Ordner>"
```

```
02: cloneOf0 = "<Pfad zur Master-Image VMX-Datei>"
```

Beispiel:

```
01: fileSearchPath = ".;\192.168.47.11\DMImages\Master"
```

```
02: cloneOf0 = "\\192.168.47.11\DMImages\Master\Masterimage.vmx"
```

Speichern Sie die Datei anschließend

Verteilen des Linked-Clones

Der Linked-Clone kann nun über das Netzwerk auf die lokale Festplatte kopiert werden. Danach kann diese von der lokalen Festplatte auf mit dem VMWare Player gestartet werden.

Anmerkung: Sowohl für den Linked-Clone als auch für das „Master“-Image auf dem NAS sind keine Schreibrechte erforderlich. Lediglich für den Linked-Clone, der lokal auf die Festplatte kopiert wird, werden zur Ausführung Schreib und Leserechte zwingend benötigt.

Verwenden der Linked-Clones

Ist der Linked-Clone auf die lokale Festplatte kopiert, kann dieser mit dem VMWare Player ausgeführt werden.

Beachte: Damit der Linked-Clone auf das NAS zugreifen kann, müssen Sie sich vorher eventuell mit Username und Passwort am NAS anmelden.

- 1) VMWare Player starten
- 2) VMX-Datei des Linked-Clones auf der lokalen Festplatte wählen
- 3) Fertig – Die virtuelle Maschine startet

Abschließender allgemeiner Tipp

Vmware stellt viele virtuelle Maschinen zum kostenfreien Download auf ihrer Website bereit. Unter <http://www.vmware.com/vmtn/appliances/directory/> sind neben Betriebssystemen Webserver, Datenbank Server, Firewalls und vieles mehr erhältlich. Natürlich mit Ausnahme von proprietärer Software.

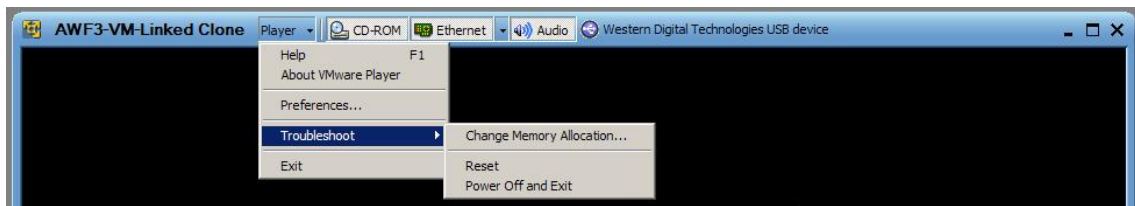
3. Tutorial zur Verwendung des VMWare Players

Handbuch

Das Handbuch des VMWare-Players ist auf der Website www.vmware.com kostenlos zum download bereitgestellt.

Direktlink: <http://www.vmware.com/pdf/VMwarePlayerManual10.pdf>

Screenshot



Arbeitsspeicher (RAM)

Um die Größe des Arbeitsspeichers an die des im Host-System physisch Vorhandenen anzupassen, kann dieser im Player durch Klicken auf „Player“ – „Troubleshoot“ – „Change Memory Allocation“ verändert werden (siehe Abbildung). Es erscheint ein Optionsmenü mit Schieberegler mit der sich die Größe des Speichers zuweisen lässt. Bei der Größe schlägt der Player einen minimalen, maximalen und empfohlenen Wert vor.

USB-Speichermedien

Angesteckte USB-Geräte werden im Player in der Titelleile des Fensters angezeigt. Durch einen Klick auf den Name des Geräts (hier: Western Digital Technologies USB Device) wird dies an die virtuelle Maschine gereicht und kann dort verwendet werden. Durch erneutes Klicken wird das Gerät wieder der virtuellen Maschine wieder entzogen und kann wieder vom Host-System verwendet werden.

CDRom / Audio

Das CDRom Laufwerk und die Soundkarte (Audiocontroller) können durch Klicken auf den entsprechen Text in der Titelleile des Players aktiviert oder deaktiviert werden. Hier im Beispiel sind sowohl Audio als auch das CDRom Laufwerk aktiviert (Weiß hinterlegt).

Ethernet

Das Netzwerk kann durch einen Klick auf den entsprechenden Text in der Titelzeile des Players aktiviert oder deaktiviert werden. Durch einen Klick auf den Pfeil neben dem Ethernet-Text klappt ein Drop-down-Menü mit folgenden Optionen aus:

- 1) NAT
- 2) Bridged
- 3) Host-Only

Die Host-Only Option erlaubt der virtuellen Maschine nur die Kommunikation mit dem Host-System. Bei der Bridged Option teilt der Host seine Netzwerkkarte mit der virtuellen Maschine. Diese benötigt dann allerdings eine eigene IP-Adresse (oder bekommt diese von einem DHCP-Server zugewiesen).

Die NAT-Option ermöglicht es der virtuellen Maschine die aktive Netzwerkverbindung des Hosts zu nutzen. Ist der Host bereits mit dem Internet verbunden, kann die virtuelle Maschine ohne weitere Konfiguration (mit Ausnahme Proxy) darauf zugreifen.

Die NAT-Option ist für den Einsatz in der Berufakademie zu empfehlen.

Bildschirmauflösung & Vollbildmodus

Durch drücken der Tasten Strg + Alt + Enter kann in den Vollbildmodus geschaltet werden. Bei virtuellen Maschinen mit Windows Betriebssystem wird, nach der Installation der VMWare-Tools (bei den virtuellen Maschinen der Anwendungsfälle bereits installiert), die Bildschirmauflösung automatisch an die des Host-Systems angepasst.

Bei anderen Betriebssystemen muss dies über die Konfiguration-Routine der VMWare-Tools in der virtuellen Maschine manuell vorgenommen werden. Die genaue Vorgehensweise findet sich im Handbuch des VMWare Players unter dem Stichwort „Configuring the Installation“ zu finden.

4. Ehrenwörtliche Erklärung

Ich versichere hiermit, dass ich diese Studienarbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe.

.....

Ort, Datum

.....

Unterschrift

Literaturverzeichnis

- [AHN07a] Sven Ahnert
Virtuelle Maschinen mit VMware und Microsoft
Addison-Wesley Verlag 2007
- [AHN07b] Seinsfragen – Virtuelle Maschinen für Test, Demo und Schulung
iX Ausgabe 2/2007 S.44 bis S. 49
Sven Ahnert
- [ALA] Aladdin GmbH
Tabelle der eToken Lösungen für eBusiness und Netzwerksicherheit
http://www.aladdin.de/produkte/usbtokens_esecurity/etoken_loesungen_table.html
Stand: 18. Januar 2007
- [BAI06] Realitätskabinett – Virtualisierungsprodukte für PCs
c't Ausgabe 16/2006 S. 64 bis S.66
Andreas Baier
- [BFA] Bundesagentur für Außenwirtschaft
Hohes ICT-Wachstum in Mitteleuropa (29.03.2006)
http://www.bfai.de/DE/Content/___SharedDocs/Links-Einzeldokumente-Datenbanken/fachdokument.html?flident=MKT20060328110153
- [CAM] University Cambridge Computer Laboratory
The Xen virtual machine monitor
<http://www.cl.cam.ac.uk/research/srg/netos/xen/>
Stand: 18. Januar 2007
- [HAN07a] Phänomenologie – Konfiguration virtueller Maschinen
iX Ausgabe 2/2007 S. 129 bis S.133
Fred Hantelmann
- [HAN07b] Xenologie – Aufbau virtueller Maschinen
iX Ausgabe 1/2007 S. 130 bis S.134
Fred Hantelmann
- [HEI05] Heise News
IDF: Xen kriegt Windows XP unter Kontrolle
<http://www.heise.de/newsticker/meldung/63167>
Stand: 18. Januar 2007

- [HEI06] Heise Security News
Rootkit infiltriert Beta-Version von Windows Vista
<http://www.heise.de/newsticker/meldung/76455>
Stand: 18. Januar 2007
- [IBMa] IBM
IBM und Umweltschutz Deutschland
<http://www-5.ibm.com/de/umwelt/effizienz/produkte.html>
Stand: 18. Januar 2007
- [IBMb] IBM
System/370 Model 158
http://www-03.ibm.com/ibm/history/exhibits/mainframe/mainframe_PP3158.html
- [KER05a] Christian Kern
Hauptseminar Virtualisierungstechnologien
Technische Universität München
<http://www.lrr.in.tum.de/~stodden/teaching/sem/virt/ss06/doc/virt06-07-20060531-kern-sld%20-%20Paravirtualisierung.pdf>
- [KER05b] Christian Kern
Paravirtualisierung und Virtualisierungstechnologie
Technische Universität München
<http://www.lrr.in.tum.de/~stodden/teaching/sem/virt/ss06/doc/virt06-07-20060531-kern-doc%20-%20Paravirtualisierung.pdf>
- [MSa] Microsoft
Windows Vista und Virtual Express - FAQ
<http://www.microsoft.com/germany/lizenzen/sa/services/nutzung/faq.msp#EXD>
Stand: 18. Januar 2007
- [MSb] Microsoft
Microsoft Developer Network Academic Alliance
<http://www.microsoft.com/germany/bildung/hochschule/produkte/msdnaa/default.msp>
Stand: 18. Januar 2007
- [MSc] Microsoft
Windows Vista Website
<http://www.microsoft.com/windowsvista/>
Stand: 18. Januar 2007

- [RUT06] Joanna Rutkowska
Introducing Blue Pill
<http://theinvisiblethings.blogspot.com/2006/06/introducing-blue-pill.html>
Stand: 18. Januar 2007
- [TCH] Tecchannel
Workshop: VMWare ESX-Server
<http://www.tecchannel.de/server/linux/432353/>
Stand: 18. Januar 2007
- [TUR06] Zdnet.de
Steven Turvey
Sparen durch Virtualisierung: Zwei Server-Lösungen im Test
<http://www.zdnet.de/enterprise/server/0,39023275,39127599,00.htm>
Stand: 18. Januar 2007
- [UBA] URZ Basel
Lizenzmodelle
<http://urz.unibas.ch/index.cfm?580FC20CC09F28B63419E929170E74AD>
Stand: 18. Januar 2007
- [INN07] InnoTek
VirtualBox - News 15. Januar 2007
<http://www.virtualbox.org/>
Stand: 18. Januar 2007
- [VIL05] Tecchannel
Christian Vilsbeck
Erster Test: VMware Workstation 5.5
<http://www.tecchannel.de/server/windows/433359/index6.html>
Stand: 18. Januar 2007
- [VMWa] VMware
Workstation 5 User's Manual
VMWare Inc. 2005
- [VMWc] VMWare Forum
Problem: VMware Workstation 5.5 and USB Aladdin eToken
<http://www.vmware.com/community/message.jspa?messageID=319463#319463>
Stand: 18. Januar 2007

- [VMWd] VMWare Inc.
VMWare Workstation 6
<http://www.vmware.com/products/beta/ws/>
Stand: 18. Januar 2007
- [ZIM05] Dennis Zimmer
VMWare & Microsoft Virtual Server
Galileo Press 2005
- [WIKa] Emulator
<http://de.wikipedia.org/wiki/Emulator>
- [ZIM06] Professionelle Virtualisierungsprodukte im Überblick, „Trau Schau Wem“
iX Ausgabe 5/2006 S. 64 bis S.73
Dennis Zimmer