

September 2003

Einsatz virtueller Computerpools im E-Learning

Stefan Eicker

Universität Duisburg-Essen, eicker@wi-inf.uni-essen.de

Thomas Gartner

Universität Duisburg-Essen, gartner@kom.wi-inf.uni-essen.de

Peter M. Schuler

Universität Duisburg-Essen

Follow this and additional works at: <http://aisel.aisnet.org/wi2003>

Recommended Citation

Eicker, Stefan; Gartner, Thomas; and Schuler, Peter M., "Einsatz virtueller Computerpools im E-Learning" (2003).

Wirtschaftsinformatik Proceedings 2003. 41.

<http://aisel.aisnet.org/wi2003/41>

This material is brought to you by the Wirtschaftsinformatik at AIS Electronic Library (AISeL). It has been accepted for inclusion in Wirtschaftsinformatik Proceedings 2003 by an authorized administrator of AIS Electronic Library (AISeL). For more information, please contact elibrary@aisnet.org.

In: Uhr, Wolfgang, Esswein, Werner & Schoop, Eric (Hg.) 2003. *Wirtschaftsinformatik 2003: Medien - Märkte - Mobilität*, 2 Bde. Heidelberg: Physica-Verlag

ISBN: 3-7908-0111-9 (Band 1)

ISBN: 3-7908-0116-X (Band 2)

© Physica-Verlag Heidelberg 2003

Einsatz virtueller Computerpools im E-Learning

Stefan Eicker, Thomas Gartner, Peter M. Schuler

Universität Duisburg-Essen

Zusammenfassung: In den vergangenen Jahren hat der Einsatz des server-based Computing (SBC) aufgrund der im Vergleich zu etablierten Client-Server-Architekturen niedrigeren Total Costs of Ownership in betrieblichen Umgebungen immer mehr an Attraktivität gewonnen. Die Kombination von SBC und virtuellen Maschinen (VM) im E-Learning ermöglicht den Aufbau virtueller Computerpools, auf die die Lernenden über das Internet zugreifen. Der vorliegende Artikel skizziert die technischen Grundlagen und schildert erste Erfahrungen aus dem Einsatz virtueller Computerpools an der Virtual Global University (VGU)

Schlüsselworte: E-Learning, server-based Computing, virtueller Pool, VM-Ware

1 Einleitung

Den zeit- und ortsunabhängigen Lernformen des E-Learnings fehlen im Vergleich zur traditionellen Ausbildung wertvolle Komponenten. Dazu zählen der direkte Austausch und die Zusammenarbeit mit anderen Lernenden, der direkte Kontakt zu den Lehrenden und die über Jahre gewachsene Infrastruktur der Präsenzuniversitäten. Eine der wesentlichen Herausforderungen des E-Learnings liegt deshalb darin, die fehlenden Komponenten durch den Einsatz der moderner Informations- und Kommunikationstechnik sowie durch entsprechende Organisationsstrukturen zu kompensieren bzw. sogar einen Mehrwert gegenüber den traditionellen Formen zu schaffen. Insbesondere ist sicherzustellen, dass während der virtuellen Ausbildung nicht nur Informationen und Wissen vermittelt werden, sondern auch der Aufbau von Kompetenzen erfolgt.

Im vorliegenden Beitrag werden die Grundlagen des server-based-Computing (SBC) sowie der virtuellen Computersysteme dargestellt; die beiden Ansätze können im Rahmen der virtuellen Ausbildung – insbesondere in den Bereichen Wirtschaftsinformatik und Informatik – eingesetzt werden, um den Lernenden über das Internet virtuelle Computerpools zur Verfügung zu stellen.

2 Server-based Computing

"In server-based computing (SBC), all computing is done by a set of shared server machines and the full persistent state of user sessions is maintained on the servers. Client machines connect to the server machines for all their computing needs. The only functionality required on the client is what is necessary for interacting directly with the user, such as sending keyboard and mouse input and receiving graphical display updates." [NiYa00, S. 1]

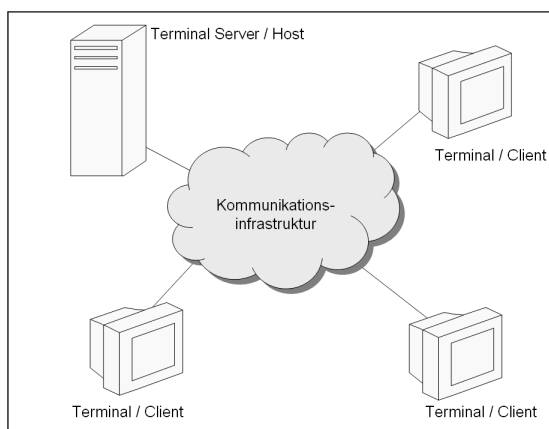


Abbildung 1: Das Prinzip des server-based Computing

Mit Hilfe von server-based Computing (SBC; vgl. Abbildung 1, sowie [Kant98]) können Anwendungen auf einem Server vorgehalten und ausgeführt werden. Ein solcher Server wird auch als Terminal Server oder Host bezeichnet. Die Benutzerschnittstelle wird auf dem Client über eine (Client-)Software realisiert, die die Kommunikation mit dem Server und den serverseitigen Programmen steuert. Außer dieser wird auf dem Client keine weitere Anwendungssoftware benötigt. Über eine Netzwerk- oder Modemverbindung werden Bildschirminhalte und akustische Signale vom Server zum Client sowie Mausbewegungen und Tastatureingaben vom Client zum Server übertragen; dazu wird ein spezielles Netzwerkprotokoll als Kommunikationsinfrastruktur genutzt, bei den Terminal Services von Microsoft beispielsweise das Remote Desktop Protocol (RDP), bei MetaFrame von Citrix das Independent Computing Architecture (ICA) Protocol, bei Virtual Network Computing¹ das Remote Frame Buffer (RFB) Protocol.

Server-/Datacenter

Der zentrale Standort, an dem sich die Ressourcen für den Betrieb eines SBC-Netzwerkes befinden und an dem alle serverbasierten Anwendungen, Daten sowie

¹ Siehe [Ric⁺98] für Details zum Virtual Network Computing.

Benutzerprofile gespeichert werden, wird als Datacenter bezeichnet. Mögliche Komponenten eines Datacenter sind ein Applikationsserver, ein Fileserver, ein Server-Backbone-Netz und Sicherungssysteme:

- Auf dem Applikationsserver werden die Anwendungen installiert und ausgeführt. Werden zur Realisierung von großen SBC-Umgebungen mehrere Server verwendet, spricht man von einer Serverfarm.² Bei Ausfall eines einzelnen Applikationsservers können die Anwender ihre Arbeit fortführen, da andere Server innerhalb der Serverfarm die Anwendungen weiterhin bereitstellen.
- Zur zentralen Speicherung der Daten und der serverseitigen Benutzerprofile können separate Fileserver eingesetzt werden.
- Die einzelnen Server einer SBC-Umgebung sollten durch ein schnelles Backbone-Netz miteinander verbunden werden, um eine adäquate Performanz sicherzustellen.
- In Abhängigkeit der entsprechenden Anforderungen sind geeignete Sicherheitsvorkehrungen in Bezug auf Stromversorgung und Datensicherung zu treffen.

Die konkrete Ausgestaltung eines Datacenter ist vor allem in Abhängigkeit von den zu betreibenden Applikationen und von der erwarteten Anzahl der Nutzer zu bestimmen.

Client

Die Anforderung an die Ausstattung des Clients ist sehr gering, da seine Aufgabe beim SBC auf die Realisierung der Benutzerschnittstelle reduziert ist. Die Vielzahl möglicher Clients wird in vier Gruppen eingeteilt:

- PC-basierte Clients, d.h. Personal Computer mit Microsoft Windows, Linux oder MacOS als Betriebssystem, auf denen die SBC-Client-Software installiert ist; lokal gespeicherte Daten und angeschlossene Peripheriegeräte können auch für SBC-Anwendungen genutzt werden.
- Thin-Clients, die dem Nutzer lediglich die Anwendungen zur Verfügung stellen, die auf dem Applikationsserver ausgeführt werden; sie stellen ein (im Vergleich zum PC preisgünstiges) Terminal dar, welches mit Prozessor, Grafikkarte, Schnittstellen für Tastatur, Maus, Monitor und Netzwerk sowie mit Arbeitsspeicher für das in einem ROM-Speicher untergebrachte Betriebssystem ausgestattet sind.
- Mobile Clients, d.h. Notebooks, Personal Digital Assistants (PDA's) und Handys.

² SBC-Serverfarmen werden zzt. nur von dem Produkt Citrix Metaframe unterstützt.

- Browser-Clients; bei ihnen ist die Benutzeroberfläche durch eine Browser-Schnittstelle realisiert, die auf Java oder ActiveX basiert, und nahezu vollständig unabhängig von der Hard- und Software des Clients ist.

In einem SBC-Netzwerk können Clients in beliebiger Kombination eingesetzt werden; die Auswahl ist abhängig von den Anforderungen der einzelnen Nutzer sowie auch von der vor dem Einsatz des SBC jeweils genutzten Hardware.

Kommunikationsinfrastruktur

Beim Einsatz des SBC werden vergleichsweise geringe Datenvolumen über die Kommunikationsverbindung übertragen, da die Ausführung der Anwendungen auf dem Server erfolgt und lediglich die Ein- und Ausgaben für die Benutzerschnittstelle übertragen werden müssen. Der Einsatz von Kompression und Caching in den Übertragungsprotokollen trägt zur weiteren Reduzierung des Volumens bei.

Für die Verbindung zwischen Client und Server lässt sich grundsätzlich jede auf TCP/IP basierende Kommunikationsverbindung nutzen. Neben den gängigen Kommunikationsverbindungen Punkt-zu-Punkt-Wählverbindungen (ISDN, Modem), lokale Netzwerke und Internet können abhängig von den räumlichen Gegebenheiten auch drahtlose Verbindungen (Wireless LAN, IrDA oder Bluetooth) sowie Verbindungen über USB oder Firewire genutzt werden.

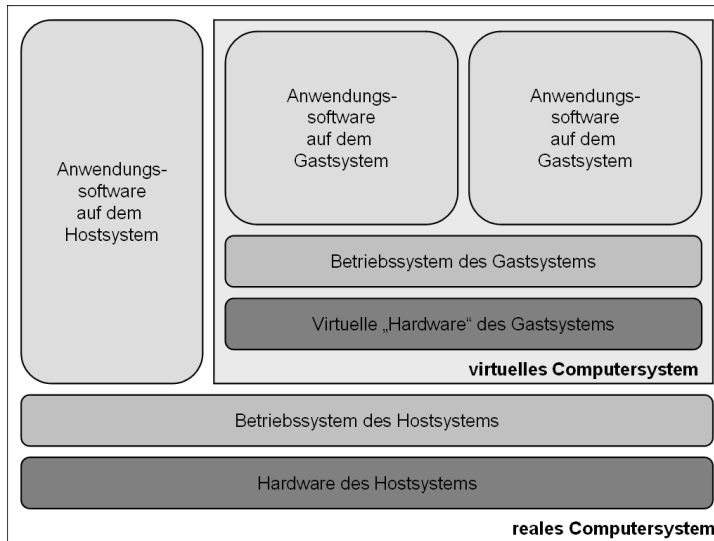
Beim Einsatz von Anwendungsprogrammen, die keine multimedialen Bildschirmdarstellungen erzeugen, kann bereits mit einer relativ niedrigen Bandbreite eine gute Performanz erreicht werden. Analysen der SBC-Protokolle im Hinblick auf den Einsatz von Multimedia-Anwendungen finden sich in [NiYa00] und [Nie⁺00].

Vorteile des server-based Computing

Das Konzept des SBC bietet sowohl Administratoren als auch Endbenutzern gegenüber den klassischen Ansätzen der Client/Server-Architektur oder Einzelplatzrechnern zahlreiche Vorteile: Für die Administratoren reduziert sich der Verwaltungsaufwand, da Software nicht auf allen Arbeitsplatzrechnern installiert werden muss, sondern Anwendern in der aktuellen Versionen zentral bereitgestellt werden kann. Die Installation einer Anwendung in der kontrollierten Umgebung des Servers und die entsprechende Rechtezuweisung an die individuellen Benutzer sind dabei einfacher als die Verteilung der Anwendung auf jeden Arbeitsplatzrechner. Eine Einbindung von Clients aus heterogenen Betriebssystemumgebungen stellt kein Problem dar.

Für die Anwender erweist sich insbesondere der homogene Zugang zu Netzwerk, Anwendungen und Daten auch von entfernten Standorten aus als Vorteil.

Die das SBC neu einsetzende Organisation wird im Allgemeinen vor allem durch die Reduktion der Total Cost of Ownership (TCO) motiviert. Einsparungen sind insbesondere in Bezug auf Softwarelizenzen möglich, da die Freigabe einer Anwendung nur dann erfolgt, wenn der Benutzer sie benötigt.

Abbildung 2: Architektur einer virtuellen Maschine³

3 Virtuelle Computersysteme

Virtuelle Computersysteme versuchen, ein Rechnersystem vollständig virtuell abzubilden.⁴ D.h., der Rechner wird mit seiner gesamten Hardware in einer virtuellen Maschine abgebildet, und kann dann wie ein reales Computersystem genutzt werden. Das Betriebssystem, das innerhalb des virtuellen Computers installiert wird, greift auf virtuelle Systemkomponenten zu, ohne zu erkennen, dass es sich nicht um reale Komponenten handelt.

Abbildung 2 zeigt die entsprechende Architektur: Die Software, die das virtuelle Computersystem bereitstellt, erscheint für das Host-System als eine beliebige Anwendung, die auf das Host-Betriebssystem zugreift. Den zentralen Kern einer Software für virtuelle Computersysteme bildet die Schicht, die die virtuelle Hardware für das Gast-System bereitstellt. In dieser Schicht werden die Hardwarekomponenten eines PC-Systems vollkommen transparent nachgebildet, so dass weder für das Gast-Betriebssystem, noch für die Anwendungen, die innerhalb des virtu-

³ In Anlehnung an http://www.vmware.com/de/products/desktop/wf_features.html

⁴ Wegen der unterschiedlichen Bedeutungen des Begriffes virtuelle Maschine wird in diesem Artikel bewusst die Bezeichnung Virtuelles Computersystem verwendet. Eine Gegenüberstellung verschiedener Definitionen ist in [Kenn01, S. 9f.] zu finden.

ellen Computersystems ausgeführt werden, ein Unterschied zu einem realen Computersystem besteht.

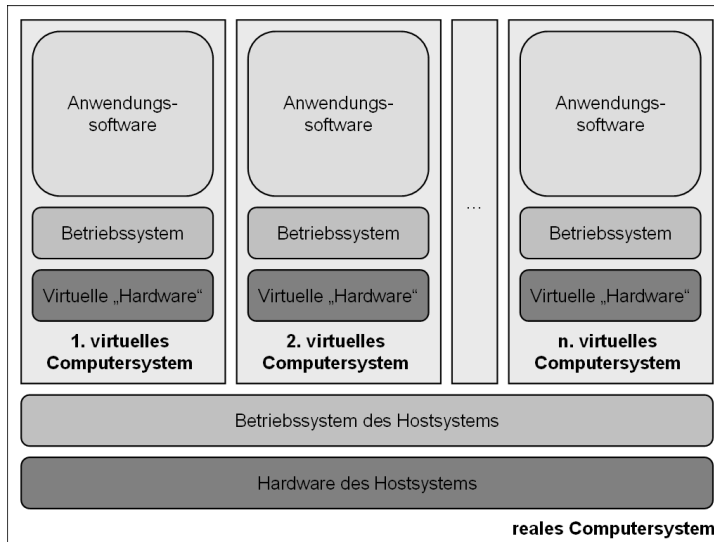


Abbildung 3: Gleichzeitiger Betrieb mehrerer virtueller Maschinen

Abbildung 3 zeigt die Architektur eines Computersystems, auf dem mehrere virtuelle Maschinen betrieben werden. Da sich die einzelnen Systeme wie eigenständige Computersysteme verhalten, können sie sogar untereinander vernetzt werden. Die Virtualisierungssoftware stellt die dafür benötigten – ebenfalls virtuellen – Netzwerkkomponenten bereit.⁵

4 Einsatz des server-based Computing im E-Learning

Für das SBC bietet sich eine Reihe von Einsatzmöglichkeiten im Rahmen einer virtuellen Ausbildung, die im Folgenden vorgestellt werden. Insbesondere ermöglicht die Kombination von SBC und virtuellen Computersysteme den Aufbau virtueller Computerpools. Die verschiedenen Szenarien können auch in Blended Learning-Kursen sowie in der Präsenzlehre eingesetzt werden, dort, um die Übungsmöglichkeiten der Lernenden über die bestehenden Computerräume hinaus zu erweitern.

⁵ Details zur Realisierung virtueller Netzwerkkomponenten finden sich in [Sug⁺01].

Zugriff auf Hochschulressourcen

Präsenzuniversitäten können den Lernenden ein reichhaltiges Angebot an Dienstleistungen über das Hochschulnetzwerk zur Verfügung stellen, das die Studenten insbesondere über bereitgestellte Computerpools innerhalb des Universitätsnetzes kostenlos nutzen können. Über die Rechner in den Pools sind außerdem in der Regel von der Universität bereitgestellte Netzwerkressourcen erreichbar.

In der virtuellen Ausbildung bleiben den Lernenden entsprechende Möglichkeiten verwehrt, da ihre privaten Arbeitsplätze nicht in die universitätsinterne Infrastruktur integriert sind. Vielmehr erfolgt ihr Zugriff über das Internet auf eine Lernumgebung, die zwar die Lerneinheiten und Kommunikationsmöglichkeiten untereinander und mit den Lehrenden erlaubt, aber nicht die Dienstleistungen eines Universitätsnetzes bereitstellt.

Mittels SBC kann den Lernenden über das Internet das Benutzerinterface eines Computers bereitgestellt werden, der sich innerhalb des Universitätsnetzes befindet. Mit den für die Lernenden eingerichteten Zugriffsrechten können sie auf diesem Weg Hochschulressourcen nutzen, insbesondere digitale Ressourcen wie Bibliotheksdatenbanken, Zeitungen- und Zeitschriftenarchive, Multimediaarchive, Software, etc.

Bereitstellung von Anwendungssoftware

An einer Präsenzuniversität stehen den Lernenden Computerpools zur Verfügung, in denen sie die in den Vorlesungen vermittelten Inhalte praktisch umsetzen und trainieren können. Der Vorteil besteht darin, dass die Lernenden einerseits nicht darauf angewiesen sind, auf ihrem eigenen Computer die entsprechende Software zu installieren, und andererseits von der Hochschule eine ausreichende Anzahl an Lizenzen bereitgestellt wird.

Durch den Einsatz von SBC können virtuelle Computerpools geschaffen werden, auf denen die benötigte Software auch außerhalb der realen Universität bereitgestellt werden kann. Das Spektrum solcher Software reicht von einzelnen Standardapplikationen, über spezielle Anwendungen wie Simulationssoftware bis hin zu komplexen Entwicklungswerkzeugen.

Für die Bereitstellung der Software erlaubt das SBC zwei verschiedene technische Verfahren: Einerseits kann ein vollständiges System bereitgestellt werden, auf dem die verfügbaren Applikationen installiert sind. Andererseits können dem Lernenden einzelne Applikationen zur Verfügung gestellt werden, ohne dass das dahinter liegende System sichtbar wird.

Bereitstellung von Systemsoftware

Im Rahmen der Informatik- und Wirtschaftsinformatikausbildung sind nicht nur einzelne Applikationen Bestandteil der Ausbildung, sondern auch Betriebssysteme und Serversysteme. Über SBC und virtuelle Computersysteme können den Ler-

nenden vollständige Betriebssysteme über das Internet bereitgestellt werden, auf denen in einer echten Umgebung die Installation und Konfiguration von Software, beispielsweise eines Webservers, geübt werden kann. Der besondere Vorteil besteht darin, dass den Lernenden – auch im Gegensatz zu den realen Computersystemen in Präsenzuniversitäten – die notwendigen weitreichenden Rechte (Administrationsrechte) eingeräumt werden können; es besteht keine Gefahr, dass diese Rechte dazu genutzt werden, über das bereitgestellte System hinaus weitere Rechte zu erlangen. Da jedem Lernenden ein eigenes virtuelles Computersystem zur Verfügung gestellt wird, blockiert auch kein Fehler in einem System ein anderes. Ein „zerschossenes“ System ist mit minimalem Aufwand wiederherstellbar.

Neben der Installation und Konfiguration von Software können schließlich auch Problemlösungsszenarien geübt werden, in denen der Lernende mit einer fehlerbehafteten Umgebung konfrontiert wird.

Shared Desktop

Ein Shared Desktop bezeichnet die gemeinsame Nutzung der Benutzerschnittstelle eines Computersystems durch mehrere Personen. Die beteiligten Personen können dabei die Aktionen der anderen Personen im System verfolgen und – je nach Konfiguration – in solche „fremden“ Aktionen eingreifen. Durch die Realisierung eines Shared Desktop über ein SBC kann eine tutorielle Betreuung der Lernenden eingerichtet werden: Der Tutor ist in der Lage, den Lernenden während der Nutzung eines Systems oder Anwendungsprogramms zu beobachten und ihn gezielt zu unterstützen. Außerdem kann der Shared Desktop zur Instruktion der Lernenden eingesetzt werden, indem der Lehrende die Lernenden als Zuschauer an dem von ihm gesteuerten Computersystem teilhaben lässt. Die Lernenden können sowohl die Nutzung des Systems durch den Lehrenden als auch dessen Erläuterungen verfolgen.

In beiden Varianten wird über die Grundfunktion der Bereitstellung des entfernt betriebenen Systems hinaus auch eine Unterstützung für die Kommunikation zwischen Tutor und Lernenden benötigt. Sofern diese in den eingesetzten SBC-Systemen nicht integriert ist, kann alternativ auf die Techniken des Instant-Messaging oder des Chat zurückgegriffen werden.

5 Virtuelle Computerpools im praktischen Einsatz

Im Rahmen des vom BMBF geförderten Projektes "Virtual Global University (VGU)" wurde eine virtuelle Universität mit dem akkreditierten internationalen Master-Studiengang "Business Informatics" realisiert. Den Lehrkörper bildet ein Netzwerk von Wirtschaftsinformatik-Professoren aus Deutschland, Österreich und der Schweiz. Die Studierenden sind weltweit verteilt, und nehmen das Lehrangebot über das Internet wahr.

Innerhalb der VGU wurden bereits einige der beschriebenen Szenarien zum SBC erfolgreich eingesetzt. Im Folgenden werden die verwendete Installation und die wesentlichen Erfahrungen aus dem Betrieb dargestellt.

Virtuelle Computerpools werden in zwei Lehrveranstaltungen der Virtual Global University⁶ (VGU) eingesetzt:

- „Introduction to Programming“ von Prof. Dr. Karl Kurbel und
- „Website Engineering Fundamentals“ von Prof. Dr. Stefan Eicker

In der Lehrveranstaltung „Introduction to Programming“ wird den Lernenden die Entwicklungsumgebung „Visual Studio .NET“ von Microsoft auf einem Terminal Server bereitgestellt. Die Lernenden können dadurch auf eine umfangreiche Entwicklungsumgebung zugreifen, ohne auf ihren eigenen Computern aufwändige Installationen durchführen zu müssen.

Die Lehrveranstaltung „Website Engineering Fundamentals“ umfasst drei thematischen Schwerpunkten, "Basic Internet Techniques", "Providing Static Content" und "Providing Dynamic Content". Während sich die Inhalte der beiden letzten Schwerpunkte auf den lokalen PCs der Lernenden ohne Schwierigkeiten einüben lassen, sind die Inhalte des ersten Themenblocks zum Teil nur mit hohem Aufwand und mit ausreichenden Rechten für das Computersystem möglich. Im Abschnitt "Installing and Configuring an HTTP/FTP Server", ein Bestandteil des ersten Schwerpunktes, werden den Lernenden deshalb virtuelle Computersysteme bereitgestellt, auf denen jeweils ein Windows 2000 Server installiert ist. Auf den Systemen können die Lernenden die Konfiguration eines Web- und eines FTP-Servers praktisch üben.

5.1 Gestaltung der Systemumgebung

Architektur des virtuellen Computerpools

Aufgrund des unterschiedlichen Einsatzgebietes ergaben sich für den Aufbau des virtuellen Computerpools entsprechend unterschiedliche Anforderungen; für den Betrieb innerhalb der Veranstaltung „Introduction to Programming“ ist die Nutzung des SBC-Konzepts ausreichend. Um den Lernenden für die Veranstaltung „Website Engineering Fundamentals“ Webserver mit Administrationsrechten zur Verfügung zu stellen, war dagegen die Einrichtung virtueller Computersysteme erforderlich.

⁶ <http://www.vg-u.de>

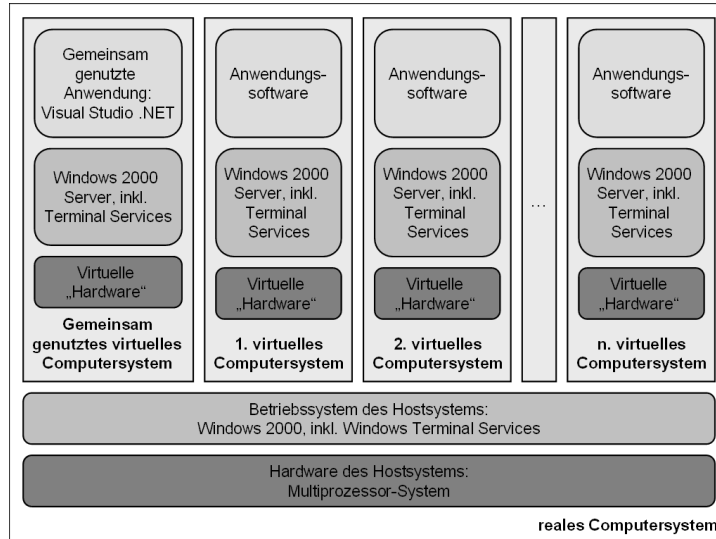


Abbildung 4: Architektur des virtuellen Computerpools der VGU

Eingesetzte Hardware

Um den administrativen Aufwand zur Verwaltung der Kurse so gering wie möglich zu halten, wurde ein Rechnersystem ausgewählt, das eine Vielzahl virtueller Maschinen gleichzeitig anbieten kann. Eingesetzt wurde ein Mehrprozessorsystem (mit Hyperthreading-Architektur), um insbesondere eine echte Parallelverarbeitung der Daten zu erlauben. Für die moderate Teilnehmerzahl und die heterogene Verteilung der Teilnehmer über mehrere Zeitzonen erwies sich bisher eine Zwei-Prozessoren-Maschine als ausreichend; selbst bei gleichzeitiger Nutzung durch mehr als 5 Teilnehmer bietet diese vergleichsweise einfache Hardware ein performantes Arbeitsumfeld.

Jedes der eingesetzten virtuellen Computersysteme benötigt seinen eigenen Speicherbereich, der exklusiv nur diesem System zu Verfügung steht. Aus diesem Grund ist, abgesehen von der Prozessorleistung, die sich in der Verarbeitungsgeschwindigkeit der virtuellen Computersysteme niederschlägt, die Größe des Hauptspeichers des Hostsystems der begrenzende Faktor für die Anzahl gleichzeitiger Arbeitsumgebungen.

Der Speicherbedarf der virtuellen Computersysteme richtet sich nach dem Anwendungsgebiet: Bezüglich der individuellen Systeme für die Teilnehmer der Veranstaltung „Website Engineering Fundamentals“ und damit für die Administration eines Webservers erwiesen sich die Speicheranforderungen als minimal. In der Veranstaltung „Introduction to Programming“ wird dagegen das virtuelle Computersystem mit der installierten Anwendungssoftware von vielen Teilnehmern gleichzeitig verwendet, woraus sich höhere Anforderungen ergeben. Insgesamt

samt erwies sich bisher ein Speicherausbau auf 2GB als ausreichend für die Durchführung beider Lehrveranstaltungen.

Das Hostsystem wurde auf gespiegelten Datenträgern installiert, um das System bei dem Ausfall eines Systemdatenträgers weiterhin bereitstellen zu können. Die virtuellen Computersysteme, die in Form von mehreren Datendateien vorliegen, wurden ebenfalls fehlertolerant auf einem RAID5-Datenträger abgelegt, der zusätzlich als Datenspeicher für die von den Teilnehmern erstellten Dokumente diente. Zu einer Situation, die die Effektivität dieser Sicherungsmaßnahmen auf die Probe gestellt hätte, kam es jedoch bisher nicht.

Eingesetzte Software

Die eingesetzte Software beschränkt sich, abgesehen von der Entwicklungsumgebung Visual Studio .NET für die Veranstaltung "Introduction to Programming", auf Windows 2000 Server als Betriebssystem und zur Verwaltung der virtuellen Computersysteme auf das Produkt VMWare GSX Server.

Das Active Directory von Windows 2000 Server wird für die Verwaltung der Benutzer der unterschiedlichen Computersysteme genutzt. Die integrierten Terminal Services erlauben den Fernzugriff auf den Hostrechner sowie auf die virtuellen Computersysteme; dieser Fernzugriff mit der Nutzung des Remote Desktop Protocols wird auch von den Teilnehmern der Veranstaltungen zum Zugriff auf ihre Arbeitsumgebung verwendet.

In den virtuellen Maschinen kommt ebenfalls Windows 2000 Server zum Einsatz.

Unsere Wahl bezüglich des Produkts zur Abbildung der virtuellen Computersysteme fiel auf die Emulationssoftware „VMWare GSX Server“⁷. Im Gegensatz zu den verbreiteten Softwareprodukten zur Realisierung von virtuellen Maschinen auf Arbeitsplatzrechnern unterstützt diese Servervariante mehr als 1 GB Hauptspeicher, und erlaubt eine einfache Administration der virtuellen Computersysteme: VMWare GSX Server unterstützt Administratoren zum einen durch eine webbasierte Schnittstelle zur Überwachung und Zustandskontrolle der virtuellen Computersysteme. Zum anderen erlaubt eine spezielle Anwendung den Zugriff auf die Konsolenfenster der gehosteten Systeme von jedem Punkt des Netzwerks. Hierdurch wird der interaktive Zugriff auf das virtuelle System nachgebildet.

Die Repräsentation der virtuellen Maschinen auf dem Datenträger des Hostsystems erfolgt in Form von mehreren Dateien, deren Anzahl und Größe von der Datenträgerstruktur des virtuellen Computersystems abhängt. Durch einfaches Kopieren dieser Dateien kann eine neue Maschine erzeugt bzw. jederzeit gesichert und wiederhergestellt werden.

Die Installation der Entwicklungsumgebung „Visual Studio .NET“ erfolgte ebenfalls in einer virtuellen Maschine. Diese Vorgehensweise wurde zum einen durch

⁷ <http://www.vmware.com/de>

der Beschränkung des Computerpools auf nur eine physische Maschine motiviert. Zum anderen konnte die einfache Reinstallation – durch Kopieren der virtuellen Maschine – auch auf die Entwicklungsumgebung ausgedehnt werden.

5.2 Erfahrungen aus dem Einsatz in der VGU

Die im Rahmen der Veranstaltungen der VGU angebotenen Computerpools haben sich hervorragend bewährt. Im Folgenden werden die wesentlichen Erfahrungen aus dem praktischen Einsatz aus Sicht des Lehrenden, des Lernenden und des Administrators aufgezeigt.

Lehrende

Aus Sicht des Lehrenden ist die Möglichkeit, den Lernenden eine Umgebung zu präsentieren, in der sie ihr Wissen an „echten“ Systemen interaktiv anwenden können, hervorzuheben. Bei der Einführung der virtuellen Computerpools muss allerdings eine ausführliche Einführung in die Systeme bereitgestellt werden, damit sie wirklich als Nutzen und nicht als zusätzliche Schwierigkeit empfunden werden. Innerhalb der virtuellen Lehrveranstaltungen der VGU traten solche Probleme insbesondere deshalb bisher nicht auf, da die Medienkompetenz der Lernenden fachbedingt relativ hoch ist.



Abbildung 5: Zugriff über den Terminal-Server-Client, Serverkonfiguration

Lernende

Die Nutzung des virtuellen Computerpools ermöglicht den Lernenden die Nutzung der für die Lehrveranstaltung benötigten Software, ohne dass sie auf ihren Computersystemen Installationsarbeiten vornehmen müssen. Solche Installationsarbeiten sind für die Lernenden auf den ihnen zur Verfügung stehenden Rechnern häufig nicht möglich bzw. mit Problemen verbunden. Denn teilweise führen die Lernenden den virtuellen Studiengang von ihrem Arbeitsplatz aus durch, an dem sie nicht über die Rechte verfügen, um Installationen vorzunehmen zu können. Außerdem besteht die Gefahr, dass ein Fehler bei der Installation von Software den Lernenden den Zugang zum Internet und damit verbunden den Zugang zur virtuellen Universität blockiert.



Abbildung 6: Zugriff über einen Webbrowser, Verbindungsaufbau⁸

Der Zugriff auf die virtuellen Systeme über einen Browser-Client ist fehleranfällig, da diese Form des entfernten Zugriffs auf dem Client die korrekte Installation bzw. Aktivierung von Java oder ActiveX im Browser erfordert. Der Einsatz des Windows Terminal Service Clients und der Remote Desktop-Verbindung hat sich demgegenüber als zuverlässiger erwiesen.

⁸ Client: Windows XP mit Microsoft Internet Explorer

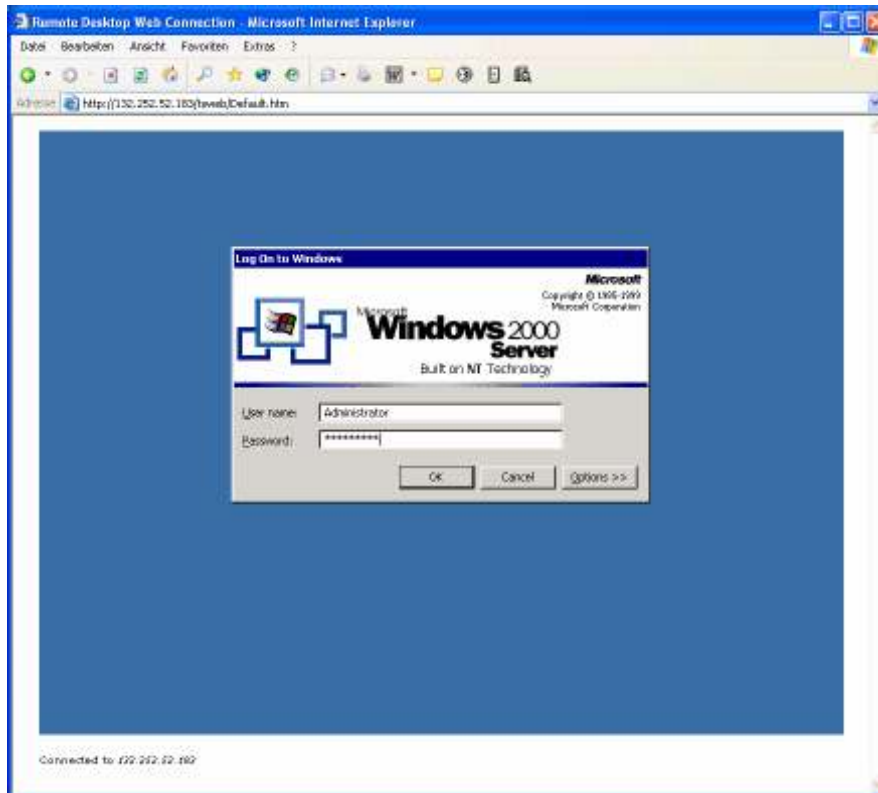


Abbildung 7: Zugriff über einen Webbrowser, Login des virtuellen Systems⁹

Administrator

Die Administration des virtuellen Computerpools gestaltet sich insbesondere durch die Möglichkeit des Fernwartungszugriffs sowohl auf die virtuellen Systeme als auch auf das reale Basissystem sehr effektiv. Alle beteiligten Computersysteme werden an einem zentralen Ort verwaltet, können aber bei Bedarf auch über das Internet konfiguriert werden, um Probleme rasch zu lösen. Auch die Möglichkeit des einfachen Wiederaufsetzens einer virtuellen Maschine trägt sehr dazu bei, den Administrationsaufwand in Relation zu den bereitgestellten Ressourcen und der Nutzeranzahl klein zu halten.

⁹ Client: Windows XP mit Microsoft Internet Explorer; Virtuelles System: Windows 2000 Server

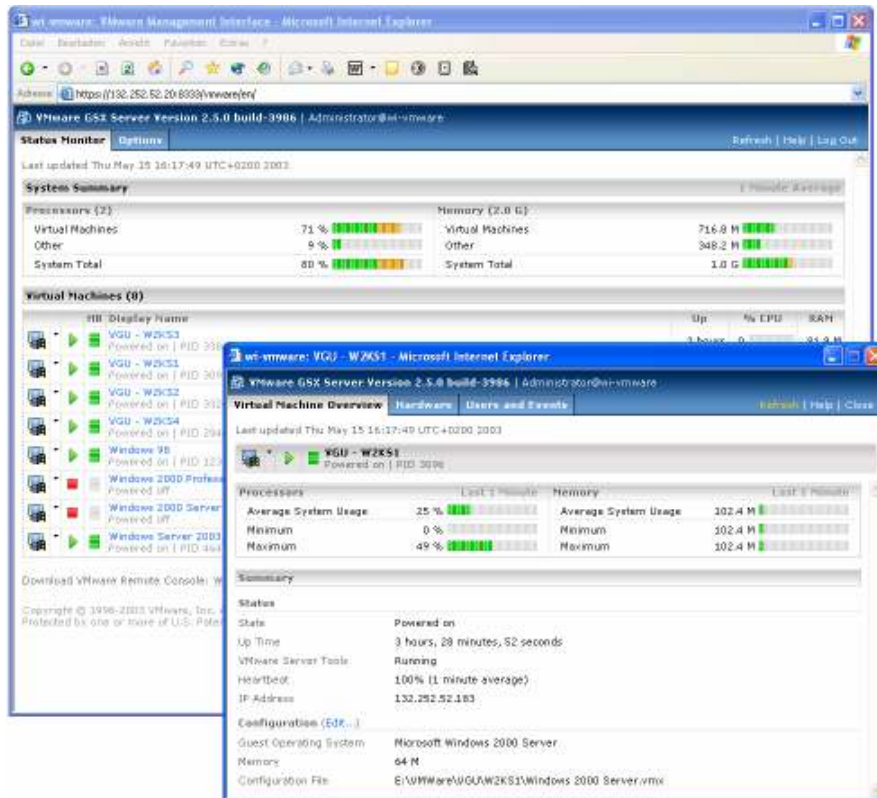


Abbildung 8: Zugriff auf das VMWare Management Interface

Als nicht unproblematisch erweist sich bei den virtuellen Maschinen, wie bei den realen Servern der Präsenzuniversität, die Abwehr von Angriffen: Ein unzureichend abgesichertes System wurde von Hackern aus dem Internet heraus aufgespürt, übernommen und für kurze Zeit sogar als öffentlicher FTP-Server missbraucht.

6 Ausblick

Das Konzept des virtuellen Computerpools besitzt ein breites Einsatzgebiet: An Präsenzuniversitäten können virtuelle Computerpools realisiert werden, um die verfügbaren Computerpools zu entlasten und ausreichende Kapazitäten für die Lernenden bereitzustellen. Im Hinblick auf die Betriebskosten bieten virtuelle Computerpools im Allgemeinen sogar Vorteile gegenüber realen Computerpools.

Beim E-Learning wird grundsätzlich davon ausgegangen, dass die Lernenden über ein Computersystem und über einen Internetzugang verfügen. Entsprechend müssen keine Standardanwendungssysteme beispielsweise zur Textverarbeitung zur Verfügung gestellt werden. Insbesondere im Rahmen der Informatik- und Wirtschaftsinformatikausbildung, wo die Beherrschung von komplexen Serverprogrammen und Entwicklungsumgebungen ein wichtiges Lernziel darstellt, kann auf den Einsatz virtueller Computerpools kaum verzichtet werden. Die Verteilung der entsprechenden Softwaresysteme an die Lernenden und die eigenständige Installation und Nutzung der Systeme durch die Lernenden scheitert zumeist bereits an ihren unterschiedlichen Computersystemen.

In der Virtual Global University haben sich die virtuellen Pools hervorragend bewährt; über die Pools konnten insbesondere die Lernenden der Übergang vom Wissenskonsument in die Anwendung des Gelernten vollziehen, wodurch eine entsprechend hohe Qualität der virtuellen Ausbildung gewährleistet werden kann.

Literatur

- [Kant98] Kanter, J. P.: Understanding Thin-Client/Server Computing. Microsoft Press, Redmond, Washington, 1998.
- [Kenn01] Kenngott, C.: Virtuelle Maschinen mit erweiterbarem Befehlssatz. Dissertation, Linz, 2001. <http://www.soft.uni-linz.ac.at/Research/Publications/Documents/DissertationKenngott.pdf>. Abruf am 2003-02-15.
- [NiYa00] Nieh, J.; Yang, S. J.: Measuring the Multimedia Performance of Server-Based Computing. In: Proceedings of the Tenth International Workshop on Network and Operating System Support for Digital Audio and Video. Chapel Hill, NC, 2000. http://www.ncl.cs.columbia.edu/publications/nosdav2000_fordist.pdf. Abruf am 2003-02-15.
- [Nie⁺00] Nieh, J.; Yang, S. J.; Novik, N.: A Comparison of Thin-Client Computing Architectures, 2000. <http://www.ncl.cs.columbia.edu/publications/cucs-022-00.pdf>. Abruf am 2003-02-15.
- [Ric⁺98] Richardson, T.; Stafford-Fraser, Q.; Woord, K.; Hopper, A.: Virtual Network Computing. In: IEEE Internet Computing, 2(1) S. 33-38, 1998. <http://www.uk.research.att.com/pub/docs/att/tr.98.1.pdf>. Abruf am 2003-02-15.
- [Sug⁺01] Sugerman, J.; Venkitachalam, G.; Lim, B.-H.: Virtualizing I/O Devices on VMware Workstation's Hosted Virtual Machine Monitor. In: Proceedings of the 2001 USENIX Annual Technical Conference Boston, Massachusetts, USA, 2001. <http://www.usenix.org/publications/library/proceedings/usenix01/sugerman/sugerman.pdf>. Abruf am 2003-02-15.