

# Kapitel 1

## Was ist Virtualisierung?

### Inhalt

- Eine Beschreibung der Virtualisierung
- Die Bedeutung der Virtualisierung
- Der Software-Aspekt der Virtualisierung

Wir leben mitten in einer Umbruchphase. IT-Dienste werden zunehmend in neuen Formen über neue Kanäle angeboten. Als Konsument surfen Sie mit Ihrem Handy im Web, erhalten Wegbeschreibungen von einem GPS-Gerät und laden Filme und Musik aus der Cloud. Alle diese Dienste basieren auf einer ganz bestimmten Technologie, der *Virtualisierung* – der Möglichkeit, physische Server in eine virtuelle Maschine zu abstrahieren.

In diesem Kapitel lernen Sie einige Grundbegriffe der Virtualisierung kennen, erfahren, warum Virtualisierung erforderlich wurde, und lernen, warum sie ein Schlüsselbaustein für die künftige Informationsverarbeitung ist.

### 1.1 Eine Beschreibung der Virtualisierung

Im Laufe der letzten fünfzig Jahre haben bestimmte Schlüsseltrends die Art und Weise, wie IT-Dienste bereitgestellt wurden, grundlegend verändert. In den 60er und 70er Jahren des letzten Jahrhunderts beherrschten Mainframes die IT-Szene. In den 80er und frühen 90er Jahren trieben Personal Computer, die Digitalisierung des Schreibtisches und die Client/Server-Technologie die Entwicklung voran.

## 1.1 | Was ist Virtualisierung?

Seit Mitte der 90er Jahren erfolgte der rasante Aufstieg des Internets mit einem frühen Boom, dem Platzen der Internetblase und der schnellen Erholung. Auch wenn dieser Trend bis heute ungebrochen ist, befinden wir uns bereits mitten in einem weiteren, unser Denken verändernden Trend: der Virtualisierung.

Die Virtualisierung ist eine zerstörerische Technologie; denn sie zerreißt unseren Status quo, mit Computern als physische Maschinen umzugehen, Dienste bereitzustellen und Budgets festzulegen. Um zu verstehen, warum die Virtualisierung die heutige IT-Umgebung so tief greifend beeinflusst, müssen Sie ein wenig mehr darüber wissen, wie es dazu gekommen ist.

Die Bedeutung des Wortes *virtuell* hat sich in den letzten Jahren gewandelt. Sie hat sich parallel zur Erweiterung des Einsatzes von Computern in immer mehr Lebensbereichen erweitert; besonders die weitverbreitete Nutzung des Internets und von Smartphones hat diese Entwicklung vorangetrieben. Online-Applikationen haben es uns ermöglicht, in virtuellen Läden zu kaufen, mögliche Urlaubsorte auf virtuellen Touren zu erkunden und sogar unsere virtuellen Bücher in virtuellen Bibliotheken aufzubewahren. Viele Menschen investieren eine beträchtliche Zeit und echtes Geld, um als Abenteurer ganze Welten zu erkunden, die nur in der Vorstellung eines anderen und auf einem Gaming-Server existieren.

In der Informatik bedeutet Virtualisierung oft die Abstraktion einer physischen Komponente in ein logisches Software-Objekt. Durch Virtualisierung eines Objekts ist es oft möglich, die Ressource besser zu nutzen, die durch das Objekt zur Verfügung gestellt wird. So bieten etwa virtuelle LANs (Local Area Networks), oder VLANs, eine bessere Netzwerk-Performance und Handhabbarkeit, wenn sie von der physischen Hardware getrennt werden. Ähnlich bieten SANs (Storage Area Networks) eine größere Flexibilität, eine verbesserte Verfügbarkeit und effizientere Nutzung von Speicherressourcen, wenn die physischen Geräte in logische Objekte abstrahiert werden, die schnell und leicht manipuliert werden können. Wir werden uns jedoch auf die Virtualisierung ganzer Computer konzentrieren.

Wenn Ihnen der Begriff der Computer-Virtualisierung noch nicht vertraut ist, denken Sie möglicherweise zunächst an die so genannte *virtuelle Realität* – die Technologie, die durch die Nutzung raffinierter visueller Projektionen und sensorischer Feedbacks einer Person die Erfahrung vermittelt, sich tatsächlich in dieser erschaffenen Umgebung zu befinden. Auf einer grundlegenden Ebene ist dies genau das, worum es bei der Computer-Virtualisierung geht: Es ist die Art und Weise, wie eine Computer-Applikation ihre erschaffene Umgebung »erlebt«.

Hinweis



Einige Beispiele für virtuelle Realitäten in unserer Popkultur sind das File Retrieval Interface in dem Buch *Disclosure* von Michael Crichton, die Filme der *Matrix*-Trilogie und das Holodeck von *Star Trek: The Next Generation*.

Die erste Mainstream-Virtualisierung erfolgte in den 1960ern auf IBM-Mainframes, aber Gerald J. Popek und Robert P. Goldberg legten die Rahmenbedingungen fest, die die Anforderungen beschreiben, die ein Computersystem erfüllen muss, um die Virtualisierung zu unterstützen. 1974 veröffentlichten sie ihren Artikel »Formal Requirements for Virtualizable Third Generation Architectures« (»Formale Anforderungen an virtualisierbare Architekturen der dritten Generation«), in dem sie die Rollen und Eigenschaften von virtuellen Maschinen und Monitoren für virtuelle Maschinen beschreiben. Diese Regeln befolgen wir heute noch. Sie können den Artikel unter <http://dl.acm.org/citation.cfm?doid=361011.361073> kaufen oder gegen Gebühr für eine gewisse Zeitspanne online lesen. Laut Goldberg und Popek kann eine virtuelle Maschine (VM) alle Hardware-Ressourcen, einschließlich Prozessoren, Speicher, externe Speicher und Netzwerk-Connectivity virtualisieren. Ein Virtual-Machine-Monitor (VMM), heute üblicherweise *Hypervisor* genannt, ist die Software, die die Umgebung zur Verfügung stellt, in der eine VM arbeitet. Abbildung 1.1 zeigt eine einfache Illustration eines VMM.

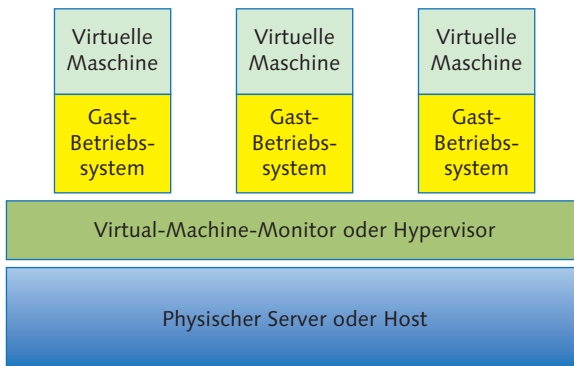


Abbildung 1.1 Ein grundlegender Virtual-Machine-Monitor (VMM)

Laut Goldberg und Popek muss ein VMM drei Eigenschaften aufweisen, um ihrer Definition zu genügen:

- **Treue (Fidelity):** Die Umgebung, die er für die VM erstellt, ist im Wesentlichen identisch mit der ursprünglichen Hardware (der physischen Maschine).

## 1.1 | Was ist Virtualisierung?

- **Isolation oder Sicherheit (Isolation or Safety):** Der VMM muss über die komplette Kontrolle über die System-Ressourcen verfügen.
- **Performance (Performance):** Zwischen der Performance der VM und ihrem physischen Gegenstück sollte es nur einen geringen oder gar keinen Unterschied geben.

Weil die meisten VMMs über die ersten beiden Eigenschaften verfügen, gelten VMMs, die auch das letzte Kriterium erfüllen, als *effiziente* VMMs. Wir werden auf diese Eigenschaften in Kapitel 2, »Was sind Hypervisoren?«, und in Kapitel 3, »Was sind virtuelle Maschinen?«, sehr viel tiefer eingehen.

Zurück zur Analogie der virtuellen Realität: Warum sollte man für ein Computerprogramm überhaupt eine virtuelle Welt erschaffen? Es zeigt sich, dass dies unbedingt erforderlich war. Ein kleiner Blick in die Geschichte soll Ihnen helfen, diese Notwendigkeit zu verstehen. Es würde den Rahmen dieses Textes sprengen, alle Details der Entwicklung der Server-basierten Datenverarbeitung darzulegen; doch für unsere Zwecke reicht die Beschreibung einiger Schlüsselereignisse.

### 1.1.1 Microsoft Windows fördert das Server-Wachstum

Microsoft Windows wurde in den 1980ern hauptsächlich als Betriebssystem für PCs entwickelt. Es gab Konkurrenten wie etwa CP/M oder OS/2, aber wie Sie wissen, setzte sich Windows letztlich auf dem Markt durch und ist heute immer noch das führende Betriebssystem für PCs. In derselben Zeit stellten immer mehr Unternehmen ihre Geschäftsprozesse auf Computer um. Anstatt Papier hin und her zu schieben, wickelten sie ihre Buchhaltung, ihre Auftragsverwaltung, ihr Personalwesen und viele andere branchenspezifische Aufgaben zunehmend mit Standardsoftware oder kundenspezifischen Applikationen auf Mainframes oder Mini-computern ab.

Auf diesen Computern liefen üblicherweise anbieterspezifische Betriebssysteme, was es den Unternehmen und IT-Fachleuten schwer, wenn nicht sogar unmöglich machte, Daten zwischen inkompatiblen Systemen auszutauschen. Dies führte zu einem Bedarf an *Standards*, ebenfalls gemeinsam festgelegten Methoden für den Datenaustausch, aber auch zu der Idee, dass dieselben oder ähnliche Betriebssysteme und Programme auf der Hardware vieler verschiedener Anbieter laufen könnten sollten. Das erste dieser Betriebssysteme war das von den Bell Laboratories kommerziell angebotene UNIX-Betriebssystem.

**Hinweis**



Zwischen den späten 1970ern und bis weit in die 1980er hinein gab es mehr als 70 verschiedene Betriebssysteme für Personal Computer.

In den Unternehmen wurden sowohl Windows-basierte PCs als auch Rechner mit anderen Betriebssystemen eingesetzt, die von den einschlägigen IT-Abteilungen betreut wurden. Aber es war kostspielig, die IT-Mitarbeiter auf mehreren Plattformen zu schulen. Höhere Speicherkapazitäten, schnellere Prozessoren und größere und schnellere Speichersubsysteme führten dazu, dass die Hardware, auf der Windows laufen konnte, zunehmend auch leistungsstärkere Applikationen ausführen konnte, die früher nur auf Minicomputern und Mainframes laufen konnten. Diese Applikationen wurden auf Windows Server migriert oder speziell für diese Plattform neu konzipiert.

Für die Unternehmen zahlte sich dies aus, weil die erforderliche Windows-Expertise bereits im Haus zur Verfügung stand und es nicht mehr erforderlich war, die eigene IT-Infrastruktur mit mehreren IT-Teams zu unterstützen. Diese Umstellung stellte die Unternehmen aber auch vor andere Herausforderungen. Weil Windows ursprünglich als Single-User-Betriebssystem konzipiert worden war, liefen einzelne Applikationen auf einem einzigen Windows Server problemlos, aber wenn ein zweites Programm gestartet wurde, verursachten die Anforderungen beider Programme oft diverse Ressourcenkonflikte und führten sogar zu Abstürzen des Betriebssystems. Dieses Verhalten veranlasste viele Unternehmen, Applikationsdesigner, Entwickler, IT-Fachleute und Anbieter, die Best Practice »Ein Server, eine Applikation« zu implementieren. Deshalb mussten für jede eingesetzte Applikation ein oder mehrere Server beschafft, eingerichtet und verwaltet werden.

Ein weiterer Grund für den wachsenden Einsatz von Servern war die Unternehmenspolitik. Die verschiedenen Unternehmen in einem einzelnen Konzern wollten keine gemeinsame Infrastruktur. Personal- und Buchhaltungsabteilungen behaupteten, ihre Daten wären zu sensibel, um anderen Gruppen den Zugriff auf die eigenen Systeme zu erlauben. Marketing, Finanzen und Verkauf bliesen in dasselbe Horn, um ihre Finanzdaten zu schützen. Forschung und Entwicklung verfügten ebenfalls über separate Server, um das geistige Eigentum ihres Unternehmens zu schützen. Weil sich die Abteilungen an ihre Besitzstände klammerten, setzten Unternehmen manchmal redundante Applikationen ein, wie etwa vier oder mehr E-Mail-Systeme, möglicherweise noch von verschiedenen Anbietern. Die Forderung nach der abschließlichen Kontrolle über ihre Applikationsinfrastruktur gab den Abteilungen das

## 1.1 | Was ist Virtualisierung?

Gefühl, auch die eigenen Daten ausschließlich selbst zu kontrollieren, aber diese Art von Kontrolle erhöhte auch ihre Kapitalkosten.

Diese Politik wurde durch die Tatsache unterstützt, dass die wachsende Nachfrage, der Wettbewerb, Moores Gesetz und Verbesserungen der Server- und Speichertechnologien die Kosten der Hardware drastisch reduzierten. Dadurch wurden die Einstiegskosten für Abteilungen, eine eigene IT-Infrastruktur aufzubauen und zu verwalten, erheblich gesenkt. Verarbeitungs- und Speicherkapazitäten, die früher Hunderttausende Dollar gekostet hatten, waren jetzt für einen Bruchteil dieser Kosten zu haben. Folglich wurden immer mehr Windows Server installiert.

Computer in Unternehmen wurden ursprünglich in speziellen Räumen untergebracht. Die Größe dieser Computerräume reichte von überdimensionierten Schränken bis zu speziell eingerichteten Etagen für die Aufstellung der Technologie-Infrastruktur eines Unternehmens. Sie verfügten üblicherweise über einen doppelten Fußboden, in dem die Kabel und manchmal Röhren für die Klimatisierung verlegt waren. Die Räume enthielten die Computer, die Netzwerkausrüstung und oft auch Telekommunikationsgeräte. Sie mussten mit ausreichend Strom versorgt werden, um alle Geräte betreiben zu können. Da diese vielen Geräte in einem geschlossenen Raum untergebracht waren, erzeugten sie eine beträchtliche Wärme, die durch entsprechende Kühlsysteme abgeleitet werden musste.

Die Verkabelung aller dieser Geräte, Brandschutzmaßnahmen und separate Sicherheitssysteme zum Schutz der Räume selbst trugen erheblich und mit steigender Tendenz zu den IT-Betriebskosten eines modernen Unternehmens bei. Weil die Unternehmen zunehmend mehr Geschäftsprozesse mit der IT-Technologie abwickelten, installierten sie zu diesem Zweck immer mehr Server. Schließlich führte diese Erweiterung zu Datenzentren. Ein *Datenzentrum* kann einen größeren Computerraum, eine komplette Etage in einem Gebäude oder ganze Gebäude umfassen, die ausschließlich der Gesundheit und der reibungslosen Funktion der IT-Infrastruktur des Unternehmens dienen. Es gab Gebäude ausschließlich für die Unterstützung der Server. Und dann erschien am Ende des 20. Jahrhunderts das Internet.

»E-business or out of business« (»E-Business oder kein Business«) war das Motto, als Unternehmen versuchten, ihre Territorien in dieser neuen Online-Welt abzustocken. Um den Anschluss an ihre Mitbewerber nicht zu verlieren, mussten Unternehmen ihre alten Applikationen webfähig machen, um diese stärker auf die Kunden auszurichten und kundendienstfreundlicher zu gestalten. Zu diesem Zweck setzten sie noch mehr Server ein. Innovative Unternehmen wie etwa Amazon oder Google erschienen aus dem Nichts. Sie schufen umwälzende Ge-

schäftsmodelle, die auf großen Server-Farmen basierten, um schnell Millionen von Webseiten mit Petabytes von Daten liefern zu können (siehe Tabelle 1.1).

Name	Abkürzung	Größe
Byte	B	8 Bits (ein einzelnes Zeichen)
Kilobyte	KB	1.024 B
Megabyte	MB	1.024 KB
Gigabyte	GB	1.024 MB
Terabyte	TB	1.024 GB
Petabyte	PB	1.024 TB
Exabyte	EB	1.024 PB

Tabelle 1.1 Byte-Größen

Die IT-Infrastruktur wucherte mit alarmierender Geschwindigkeit aus; und es wurde noch schlimmer. Neue konsumentenbasierte Dienste wurden nicht mehr nur über die traditionellen Online-Kanäle, sondern auch über neuere Geräte wie Mobiltelefone oder Smartpads bereitgestellt, was das Wachstum der Datenzentren weiter beschleunigte. Zwischen 2000 und 2006 verdoppelte sich laut einem Bericht der *Environmental Protection Agency (EPA)* der Energieverbrauch der Datenzentren in den Vereinigten Staaten; und für die nächsten fünf Jahre wurde eine weitere Verdopplung erwartet. Doch nicht nur das: Server konsumierten über zwei Prozent der gesamten im Lande produzierten Elektrizität, und der Energieverbrauch zur Kühlung dieser Systeme war etwa noch einmal so hoch.

Betrachten wir diese Datenzentren etwas genauer. Viele stießen auf mehreren Ebenen an ihre räumlichen Grenzen. Manche Unternehmen hatten einfach keinen Platz mehr, um weitere Server aufzustellen, suchten nach Alternativen. Oft waren in den Gebäuden, in denen ein Datenzentrum untergebracht war, die Kapazitäten der Energieversorgung und der Kühlsysteme erschöpft. Größere oder zusätzliche Datenzentren zu bauen, war und ist immer noch ein teures Unterfangen. Doch der Platzmangel war nicht das einzige Wachstumsproblem. Oft wuchsen die Datenzentren schneller als die Fähigkeit ihrer Betreiber, sie zu kontrollieren und zu verwalten.

Geschichten von *verlorenen Servern* machten die Runde. (Ein *verlorener Server* ist ein Server, der läuft, von dem aber niemand recht weiß, welchen Zweck er erfüllt oder welchem Unternehmen er dient.) Doch aus Furcht, versehentlich irgendeinen

## 1.1 | Was ist Virtualisierung?

lebenswichtigen Geschäftsprozess zu unterbrechen, durften diese verlorenen Server nicht einfach abgeschaltet werden. In einigen Datenzentren war die Verkabelung so dick und ineinander verflochten, dass es einfacher war, defekte oder alte Kabel, die ausgetauscht werden mussten bzw. nicht mehr benötigt wurden, einfach liegen zu lassen, als zu versuchen, sie aus dem Geflecht herauszulösen. Natürlich sind dies extreme Beispiele, aber die meisten Datenzentren standen in einem oder mehreren dieser Bereiche vor mehr oder weniger großen Problemen.

### 1.1.2 Moores Gesetz

Die eben beschriebenen Ereignisse – die Marktdurchdringung von Windows, die zunehmende Abhängigkeit der Unternehmen von der Servertechnologie und das rasante Wachstum des Internets und anderer Content-getriebener Kanäle – trugen alle zum beschleunigten Wachstum der weltweiten Server-Population bei. Laut einer Studie aus 2006 war die geschätzte Anzahl von 16 Millionen Servern im Jahr 2000 auf fast 30 Millionen im Jahr 2005 angestiegen. Dieser Trend hält bis heute an. Denken Sie nur daran, auf wie vielen Wegen Sie heute Informationen aus der großen, weiten Welt abrufen können: Computer, Mobilgeräte (Handys, Smartphones, Tablets), Gaming-Plattformen, internetfähige Fernsehgeräte und andere. Täglich kommen neue Methoden hinzu. Jede Geräteklasse braucht eine breite und tiefe Infrastruktur, um ihre Dienste zu erfüllen. Doch dies ist nur ein Teil der Geschichte. Ihr anderer Teil handelt davon, wie effizient diese Computer geworden sind.

Wenn Sie eine elektronische Kopie dieses Textes auf einem traditionellen Computer oder vielleicht auf einem Smartphone oder sogar einem Tablet lesen, haben Sie dieses Gerät wahrscheinlich bereits wenigstens einmal ersetzt. Üblicherweise bieten Telekommunikationsanbieter ihren Kunden im Abstand einiger Jahre an, ältere Smartphones durch neuere, modernere Modelle zu ersetzen; dabei spekulieren sie natürlich auf eine Vertragsverlängerung. Einen Computer, den Sie 2000 gekauft haben, haben Sie wahrscheinlich durch ein Modell ersetzt, das Sie in den letzten drei bis fünf Jahren gekauft haben; und wenn es eher fünf Jahre sind, denken Sie wahrscheinlich darüber nach, dieses Gerät erneut zu ersetzen. Dies hat weniger mit Überalterung zu tun, obwohl elektronische Geräte heute selten so gebaut werden, dass sie ihre Nutzungszeitspanne überdauern.

Der Hauptgrund für einen Austausch ist vielmehr der unglaublich schnelle technologische Fortschritt. Immer mehr Funktionen werden in immer schnellere und kleinere Komponenten gepackt. So nahmen etwa die ersten Digitalkameras Bilder mit einer Auflösung von weniger als einem Megapixel auf. Heute bieten Kameras



der unteren Preisklasse standardmäßig Auflösungen von mehr als zwölf Megapixeln. Smartphones waren ursprünglich mit Speicher (RAM) ausgerüstet, der in Kilobytes gemessen wurde; heute sind sie standardmäßig mit mehreren Gigabytes ausgerüstet. Der Unterschied beträgt zwei Größenordnungen. Es überrascht nicht, dass es eine Faustregel gibt, die besagt, wie schnell dieses Wachstum erfolgt. Sie wird als *Moore's Gesetz* bezeichnet und sagt aus, mit welcher Rate bestimmte Technologien verbessert werden (siehe Abbildung 1.2).

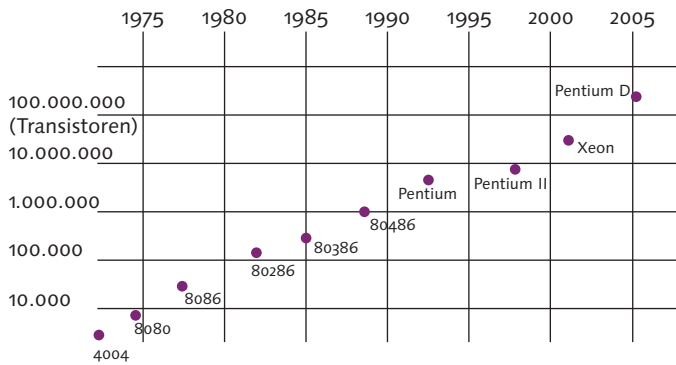


Abbildung 1.2 Moores Gesetz: Transistorzahl und Prozessorgeschwindigkeit

Die Entdeckung und Beschreibung dieses Phänomens wird Gordon Moore, einem der Gründer von Intel, zugeschrieben. Deshalb trägt es seinen Namen. Seine ursprünglichen Einsichten wurden bereits 1965 veröffentlicht; und obwohl sie seit damals mehrfach verfeinert wurden, sind sie auch heute noch gültig. Einfach ausgedrückt besagt Moores Gesetz, dass sich die Prozessorleistung etwa alle 18 Monate verdoppelt. Das bedeutet, dass ein Computer, den Sie in 18 Monaten vom heutigen Datum an gerechnet kaufen, doppelt so leistungstark sein wird wie einer, den Sie heute kaufen.

Es hat sich gezeigt, dass Moores Gesetz nicht nur für die *Prozessorleistung* (die Geschwindigkeit und Kapazität von Computerchips), sondern auch für viele verwandte Technologien gilt (wie etwa die Speicherkapazität oder die Megapixelzahl in Digitalkameras). Man könnte meinen, dass wir nach fast 50 Jahren an eine technologische Grenze stoßen würden, die einen Fortgang dieses exponentiellen Wachstums verhinderte. Doch Wissenschaftler glauben, dass die Entwicklung, pessimistisch geschätzt, noch wenigstens 20 Jahre und optimistisch geschätzt noch Jahrhunderte so weitergehen wird. Doch was hat dies mit überstrapazierten Datenzentren und dem explosiven Server-Wachstum zu tun?

## 1.1 | Was ist Virtualisierung?

Server werden routinemäßig ersetzt. Es gibt zwei Hauptmodelle für diesen Prozess. Unternehmen kaufen Server; und dann kaufen sie in drei bis fünf Jahren neuere Modelle, wenn die alten Geräte abgeschrieben worden sind. Andere Unternehmen leasen Server, und wenn ein Leasing-Vertrag abgelaufen ist, leasen sie neuere Server. Das Intervall beträgt ebenfalls drei bis fünf Jahre. Der Server, der ursprünglich gekauft worden war, sollte wahrscheinlich eine bestimmte Aufgabe erfüllen, etwa eine Datenbank verwalten. Modell und Größe des Servers wurden mit der Hilfe eines Applikationsanbieters abgestimmt, der aufgrund der Anforderungen des Unternehmens eine bestimmte Konfiguration empfahl.

Die Anforderungen wurden nicht aus den aktuellen Bedürfnissen des Unternehmens zum Zeitpunkt des Serverkaufs, sondern aus seinen projektierten künftigen Bedürfnissen und etwaigen Notsituationen abgeleitet. Diese Zusatzkapazität wird auch als *Headroom* (wörtlich *Kopffreiheit*) bezeichnet. Um den Server für drei bis fünf Jahre nutzen zu können, musste dieser groß genug sein, um das erwartete Wachstum bis zu seiner Ausmusterung zu bewältigen, unabhängig davon, ob diese Zusatzkapazität tatsächlich genutzt wurde oder nicht. Wenn der Server ersetzt wurde, wurde er für die nächste Periode oft gegen ein ähnlich konfiguriertes Modell (mit derselben Anzahl von Prozessoren und demselben oder einem größeren Speicher) ausgetauscht, aber der neuere Server war nicht derselbe.

Betrachten wir als Beispiel eine Spanne von sechs Jahren, um die Auswirkung von Moores Gesetz auf den Austausch eines Servers zu untersuchen (siehe Tabelle 1.2). Ein Unternehmen, das seine Server in einem Rhythmus von drei Jahren austauscht, hat den ersten Server zwei Mal ersetzt – das erste Mal am Ende von Jahr drei und ein zweites Mal am Ende von Jahr sechs. Laut Moores Gesetz hat sich die Leistungsstärke des Servers vier Mal verdoppelt, und der dritte Server ist 16 Mal leistungsstärker als der ursprüngliche Computer! Selbst wenn das Unternehmen den Server bei einem Rhythmus von fünf Jahren nur einmal ausgetauscht hätte, wäre sein gegenwärtiger Rechner acht Mal schneller als der erste Server.

Jahr	2005	2006	2007	2008	2009	2010
<b>Prozessorgeschwindigkeit</b>	<b>1x</b>	<b>2x</b>	<b>4x</b>	<b>4x</b>	<b>8x</b>	<b>16x</b>
3-Jahres-Plan			Kauf			Kauf
5-Jahres-Plan					Kauf	

Tabelle 1.2 Steigerung der Prozessorgeschwindigkeit im Laufe von sechs Jahren

Zusätzlich zu schnelleren CPUs und einer schnelleren Verarbeitung verfügen neuere Server normalerweise über mehr Speicher, ein weiterer Vorteil von Moores Gesetz. Unterm Strich sind Ersatz-Server beträchtlich größer und viel leistungsfähiger als die ursprünglichen Server, die bereits für die Last (Workload), die sie handhaben sollten, überdimensioniert waren.

Es gibt noch einen letzten Aspekt, den Sie in diesem Kontext kennen müssen: Die tatsächliche Last eines Servers wächst üblicherweise nicht so schnell wie seine Fähigkeiten. Das bedeutet, dass die freien Kapazitäten von Servern ebenfalls beträchtlich zugenommen haben. Obwohl die Performancereserve ursprünglich irgendwo zwischen 20 bis 50 Prozent lag, konnte die ungenutzte Kapazität nach einem Server-Austausch oder zwei über 90 Prozent betragen. In Datenzentren war es nicht ungewöhnlich, Server durchschnittlich nur zu 10 bis 15 Prozent zu nutzen. Dabei waren die Lasten oft so verteilt, dass einige wenige Server sehr stark genutzt wurden, während der größte Teil der Server tatsächlich nur zu weniger als fünf Prozent belastet war. Anders ausgedrückt: Die meisten CPUs arbeiteten 95 Prozent der Zeit oder mehr einfach im Leerlauf!

## 1.2 Die Bedeutung der Virtualisierung

An diesem Punkt treffen die beiden Geschichten zusammen. Einerseits gab es ein ungezügelter Wachstum von Datenzentren, die mit Servern überfüllt waren; andererseits führte die Kombination aus den Auswirkungen von Moores Gesetz und dem »Ein Server, eine Applikation«-Modell im Laufe der Zeit dazu, dass diese Server einzeln immer weniger Arbeit leisteten. Glücklicherweise war in Form der Virtualisierung Hilfe unterwegs. Die Idee und Implementierung der Virtualisierung war nicht neu. Sie wurde bereits in den frühen 1970ern auf IBM-Mainframes realisiert und war an moderne Computersysteme angepasst worden. Die Details der Virtualisierung werden etwas später behandelt. Doch greifen wir zunächst auf die Definition der Virtualisierung von Popek und Goldberg zurück. Danach ermöglicht es die Virtualisierung, viele Betriebssysteme gleichzeitig auf derselben Server-Hardware auszuführen, wobei jede virtuelle Maschine funktional von allen anderen isoliert bleibt. Die erste kommerziell verfügbare Lösung zur Virtualisierung von x86-Computern wurde 2001 von VMware angeboten.

## 1.2 | Was ist Virtualisierung?

### Hinweis



Die Abkürzung x86 bezeichnet eine Prozessorarchitektur, die ursprünglich auf der 8086-CPU und späteren Chip-Generationen von Intel basierte, deren Name mit »86« endete. Andere Anbieter produzieren heute ebenfalls Prozessoren mit dieser Architektur.

Zwei Jahre später erschien ein paralleles Open-Source-Angebot namens Xen auf dem Markt. Diese Lösungen (VMMs oder Hypervisoren) bestanden aus einer zusätzlichen Software-Schicht, die entweder zwischen einem Betriebssystem und den virtuellen Maschinen (VMs) oder wie ein traditionelles Betriebssystem wie Windows oder Linux direkt auf der Hardware, dem »Bare-Metal«, installiert wurde. Im nächsten Kapitel werden Hypervisoren viel eingehender beschrieben.

Die Virtualisierung entlastete einerseits die übervollen Datenzentren und ermöglichte zugleich eine bessere Auslastung der unzureichend genutzten Server. Durch sie konnten mehrere physische Server in einem Server zusammengefasst werden, der mehrere virtuelle Maschinen parallel ausführte und dadurch viel besser ausgelastet war. Diese Zusammenfassung von Servern wird als *Konsolidierung* bezeichnet (siehe Abbildung 1.3). Die Konsolidierung kann durch die so genannte *Kon-*

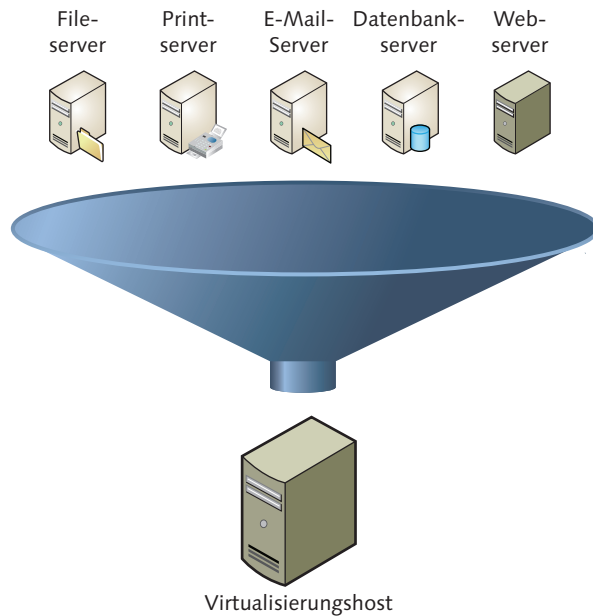


Abbildung 1.3 Server-Konsolidierung

*solidierungsrate* gemessen werden. Sie gibt einfach die Anzahl der VMs an, die parallel auf einem Server ausgeführt werden – so hat etwa ein Server, auf dem acht VMs laufen, die Konsolidierungsrate 8:1. Die Konsolidierung entlastete die bedrängten Datenzentren und ihre Leiter spürbar, weil sie mehrere drängende Probleme genau zu dem Zeitpunkt löste, als eine kritische Schwelle erreicht worden war. Selbst mit bescheidenen Konsolidierungsraten von 4:1 konnten drei Viertel der Server in einem Datenzentrum abgeschafft werden.

In größeren Datenzentren, die Hunderte oder sogar Tausende von Servern beherbergten, konnte durch die Virtualisierung ein großer Teil der Server stillgelegt werden. Dadurch wurde der Raumbedarf eines Datenzentrums erheblich reduziert; sie brauchten weniger Energie; die Kühlsysteme konnten verkleinert werden; und es war nicht mehr erforderlich, zusätzliche Datenzentren zu bauen und einzurichten. Weniger Server bedeuteten auch geringere Kosten für die Wartung der Unternehmens-Hardware und ein verringerter Zeitaufwand für die Systemadministratoren, da diese von zahlreichen Routineaufgaben entlastet wurden.

#### Hinweis



**Konsolidierung senkt Kosten** Viele Studien zeigen, dass die Gesamtbetriebskosten (englisch *total cost of ownership*) für einen Server über drei Jahre hinweg irgendwo zwischen drei bis zehn Mal so hoch sind wie für den Server selbst. Anders ausgedrückt: Wenn ein Server 5.000 € kostet, betragen die Kosten für die Wartung dieses Servers wenigstens weitere 5.000 € pro Jahr. Über drei Jahre sind das 20.000 € pro Server (die ursprünglichen Kosten für die Hardware plus die Wartungskosten für drei Jahre). Diese Betriebskosten umfassen die Software, die jährliche Software- und Hardware-Wartung, Energie, Kühlung, Verkabelung, Personalkosten und mehr. Diesem Beispiel folgend kann also ein Unternehmen für jeweils hundert Server, die es konsolidieren kann, zwei Millionen Euro im ersten und in jedem folgenden Jahr einsparen.

Abgesehen von der Konsolidierung vollzog sich eine zweite Entwicklung. Als Unternehmen die Vorteile der Virtualisierung erkannten, kaufen sie keine neue Hardware mehr, wenn die Leasingverträge oder die Wartungsverträge für ihre alten, käuflich erworbenen Geräte abgelaufen waren. Stattdessen virtualisierten sie die Lasten dieser Server. Dies wird als *Containment* bezeichnet. Containment brachte den Unternehmen verschiedene Vorteile: Sie mussten nicht mehr Jahr für Jahr größere Mengen an Hardware austauschen; und die ganzen Kosten für die Verwaltung und Wartung dieser Server – Energie, Kühlung usw. – gingen von da an nicht mehr in ihre Gewinn-und-Verlust-Rechnung ein.

## 1.2 | Was ist Virtualisierung?

Vor der kommerziellen Einsatzreife der Virtualisierung arbeitete Moores Gesetz gegen das etablierte Applikation/Server/Datenzentrum-Modell; danach half es, die Kosten zu senken. Die Konsolidierungsraten der ersten Generation von x86-Hypervisoren betrugen etwa 5:1. Doch im Laufe der Zeit ermöglichten leistungsstärkere Chips und größere Speicher viel höhere Konsolidierungsraten. Ein einziger physischer Server konnte jetzt Dutzende oder Hunderte von VMs ausführen. Anstatt drei von vier Servern einzusparen, kann die Virtualisierung heute bequem neun von zehn Servern überflüssig machen; bei passend konfigurierten Servern können auch neunundneunzig von hundert Servern eingespart werden. Als Folge davon haben die meisten Datenzentren der Unternehmen viel Raum wiedergewonnen, den sie vor der Virtualisierung verloren hatten.

### Hinweis



**Heute gibt es mehr virtuelle als physische Server** IDC berichtete, dass 2009 mehr virtuelle als physische Server eingesetzt wurden. Das IT-Marktforschungsinstitut sagte voraus, dass der Einsatz physischer Server in den kommenden fünf Jahren relativ gleich bleiben werde, während sich der Einsatz virtueller Maschinen in der gleichen Zeitspanne verdoppeln werde.

### 1.2.1 Die heutigen Trends

Konsolidierung und Containment sind nur zwei der vielen hier vorgestellten Beispiele, wie die Virtualisierung die Nutzung traditioneller Server verbessert. Es sind auch die beiden Beispiele, die in den meisten Analysen behandelt werden, weil sie unter einem monetären Gesichtspunkt am leichtesten zu quantifizieren sind. Wenn die Hardwarekosten in Ihrem Budget keine oder nur noch eine geringe Rolle spielen, verbessert sich direkt Ihre Gewinnsituation. In den folgenden Absätzen werden einige andere Beispiele vorgestellt und später in dem Buch vertieft.

Wird die Virtualisierung in einem Unternehmen eingeführt, ist der weitere Verlauf ziemlich vorhersagbar. Der erste Brückenkopf besteht aus Infrastrukturdiensten oder dem Ersatz älterer Server, zwei Bereichen, in denen die Verwaltung und die Kosten der Server üblicherweise die meisten Probleme bereiten. Infrastruktur-Server haben in Unternehmen eine integrierende Funktion, indem sie den Abteilungen fachungebundene Dienste zur Verfügung stellen: Printserver, Fileserver und Domain-Dienste. Diese Server sind für den reibungslosen täglichen Geschäftsablauf unverzichtbar, laufen aber auf weniger zuverlässiger, weniger teurer Hard-

ware als die Applikationen der ersten Schicht, die die unternehmensspezifischen Geschäftsprozesse steuern.

Ältere Server sind ebenfalls ein Problembereich. Datenzentren hosten häufig Applikationen, die nicht unter neueren Betriebssystemen laufen. So könnte etwa ein sieben Jahre altes Windows-NT-System für eine kundenspezifisch erstellte Software bereitgehalten werden, die nur auf der ursprünglichen Hardware läuft, obwohl diese längst überholt ist und nicht mehr zuverlässig läuft und womöglich gar nicht mehr gewartet werden kann. Oft haben Unternehmen auch Applikationen, die überhaupt niemand mehr warten kann (lachen Sie nicht; so etwas kommt vor). Der Anbieter ist längst vom Markt verschwunden oder der interne Experte hat das Unternehmen verlassen, aber die Applikation läuft; deshalb hofft man, dass sie dies auch weiter tun wird. Wie Sie sehen werden, macht die Virtualisierung derartige Applikationen viel verfügbarer, skalierbarer und handhabbarer, als sie es auf einem physischen Server jemals waren, und das auch noch zu geringeren Kosten.

Nachdem die Infrastrukturdienste virtualisiert worden sind und ein Unternehmen die ersten monetären Vorteile seiner neuen Strategie erkannt hat, wird ein aktives Programm gestartet, um die nächste Stufe zu implementieren. Wenn Leasingverträge für Server abgelaufen sind, werden ihre Workloads in die wachsende Infrastruktur integriert. Unternehmen befolgen normalerweise eine Virtualization-First-Strategie. Danach werden alle Server-Anforderungen für neue Projekte des Unternehmens durch die virtuellen Ressourcen und nicht durch den Zukauf neuer physischer Ressourcen erfüllt. Neue Hardware wird nur noch gekauft, wenn die Anforderungen nachweislich nicht mit der virtuellen Umgebung befriedigt werden können.

Direkt hinter den Infrastrukturdiensten stehen die Test- und Entwicklungsserver. Jede produktive Applikation eines Unternehmens wird durch zwei bis zehn Mal so viele Server im Datenzentrum unterstützt. Applikationen der ersten Schicht erfordern viele Umgebungen für Tests von Updates, der Qualität, der User-Akzeptanz, der Lösung von Problemen, des Performance-Tunings und mehr. Die Integration dieser Systeme in die virtuelle Infrastruktur erspart dem Unternehmen durch die Konsolidierung nicht nur Kosten, sondern gibt Entwicklern und Applikationsbesitzern auch eine größere Flexibilität bei der Verwaltung ihrer Prozesse. Mit vorkonfigurierten Templates können sie schnell neue Server einsetzen. Verglichen mit Wochen vor der Umstellung dauert dieser Prozess nur noch Minuten.

An diesem Punkt ist die Infrastruktur eines Unternehmens etwa zu 50 bis 75 Prozent virtualisiert, zumindest auf den x86-Plattformen, auf denen seine Win-

## 1.2 | Was ist Virtualisierung?

dows- und Linux-Server laufen. Die Mitarbeiter haben die Expertise und das Vertrauen in die Virtualisierungstechnologien aufgebaut und suchen immer noch nach neuen Möglichkeiten, weitere Vorteile der Virtualisierung zu nutzen. Von hier aus schlagen Unternehmen, oft gleichzeitig, verschiedene Richtungen ein.

Größere Applikationen erfordern oft größere Hardware und dafür spezialisierte besondere Betriebssysteme. So laufen etwa Datenbanken auf diversen anbieter-spezifischen UNIX-Systemen. Sun Server arbeiten mit Solaris, HP Server mit HP/UX und IBM Server mit AIX. Unternehmen investieren große Summen für diese proprietäre Hardware und entsprechend viel Zeit und Aufwand für die Schulung ihrer Menschen, damit sie mit diesen offenen, aber ebenfalls proprietären Betriebssystemen umgehen können. Aber auch hier arbeitet Moores Gesetz zum Vorteil der Unternehmen. Früher waren x86-Plattformen nicht leistungsstark oder zuverlässig genug, um diese lebenswichtigen Aufgaben auszuführen; heute ist dies nicht mehr der Fall. Es gibt heute fast keine Aufgaben mehr, die aus Performancegründen nicht in einer virtuellen Umgebung ausgeführt werden können. Linux, eine Open-Source-Variante von UNIX, kann dieselbe Applikations-Software ausführen wie die anbieterspezifischen Hardware- und Software-Kombinationen. Obwohl wir uns hauptsächlich auf Microsoft Windows konzentrieren, kann Linux ebenfalls leicht virtualisiert werden. Dies veranlasst viele Unternehmen, diese geschäftskritischen Aufgaben auf flexiblere, billigere und oft verfügbare Umgebungen zu übertragen.

Wie bereits weiter vorne erwähnt wurde, sind virtuelle Server eingekapselte Systeme, die im Wesentlichen einfach aus einem Satz von Dateien bestehen, die wie andere Dateien kopiert und verschoben werden können. Weil zunehmend mehr Aufgaben der Informationsverarbeitung im Internet abgewickelt werden, ist die Verfügbarkeit zu einem entscheidenden Faktor geworden. Dies bedeutet, einen 24/7-Betrieb durch erweiterte Software und Funktionen zu garantieren oder die *Disaster-Recovery*-Fähigkeiten (Wiederherstellung des Betriebs nach einer Unterbrechung) zu verbessern. Virtualisierung unterstützt eine höhere Verfügbarkeit durch mehrere Techniken.

Virtuelle Maschinen können von einem physischen Host ohne Unterbrechung auf einen anderen verschoben werden. Anstatt eine Applikationsausfallzeit einzuplanen, um einen physischen Server zu warten, kann die Last auf einen anderen Host übertragen werden. Dann kann der erste physische Server gewartet und danach die Last wieder auf den ersten zurückübertragen werden, ohne die Verfügbarkeit für die Anwender zu unterbrechen. Bei Linux und neueren Versionen von Microsoft Windows können Sie zusätzliche Ressourcen, Prozessoren und Speicher zu



einer virtuellen Maschine hinzufügen, ohne das Betriebssystem neu zu booten. Wegen dieser Fähigkeit kann ein Administrator Ressourcenengpässe beseitigen, ohne die Betriebsbereitschaft einer Applikation zu beeinträchtigen. Durch Replikation der Dateien, aus denen ein Server besteht, auf einer zweiten Site (Niederlassung) kann das gesamte Datenzentrum bei einer Naturkatastrophe (etwa einem Hurrikan oder einer Überschwemmung) in wenigen Stunden oder sogar Minuten wiederhergestellt werden. Vor der Virtualisierung hätte dies Tage oder Wochen erfordert. Dies sind nur einige Beispiele dafür, wie die Virtualisierung die Verfügbarkeit verbessert.

Schließlich werden die restlichen physischen Server einbezogen. Dies sind die Rechner, auf denen die *Applikationen der ersten Schicht* laufen, also die strategischen Geschäftsanwendungen, mit denen sich das Unternehmen im Markt profiliert. Dazu zählen: E-Mail-Dienste wie Microsoft Exchange oder Lotus Notes, Datenbankserver wie etwa Microsoft SQL Server, Oracle oder MySQL, Unternehmensanwendungen wie etwa SAP, Statistik- und Analysesysteme wie etwa SAS, Applikationen für die Gesundheitsvorsorge, Finanzdienstleistungsapplikationen, kundenspezifische Java-Anwendungen und viele mehr. Weil die reibungslose Ausführung dieser Applikationen Gewinn und Verlust eines Unternehmens direkt beeinflussen, zögern Administratoren und Anwendungsnutzer, bewährte Umgebungen oder Verfahren zu ändern, selbst wenn diese nicht perfekt sind. Aber nachdem sie in Test-, Entwicklungs- und Qualitätssicherungsumgebungen mit virtualisierten Servern gearbeitet haben, sind sie mit dieser Technologie vertraut genug, um auch diese restlichen Aufgaben zu virtualisieren.

Durch die Umstellung auf eine vollkommen virtualisierte Plattform erlangen Unternehmen einen viel höheren Grad von Verfügbarkeit sowie mehr Beweglichkeit und Flexibilität. Ihre Systeme sind erheblich wartungsfreundlicher als in einer rein physischen Umgebung. In diesem Buch werden Sie die Fähigkeiten von virtuellen Maschinen und virtuellen Umgebungen noch viele eingehender kennen lernen. Hier sei nur noch ein großer Vorteil der Virtualisierung erwähnt, der die Grundlage für die nächste Phase der Entwicklung von Datenzentrum bildet: das Cloud Computing.

### 1.2.2 Virtualisierung und Cloud Computing

Vor fünf Jahren verstanden nur sehr wenige Menschen die Bedeutung des Wortes »Cloud Computing«. Heute ist es sehr unwahrscheinlich, jemanden in der weltweiten Geschäftswelt oder auf den Konsumentenmärkten zu finden, der den Begriff *Cloud Computing* noch nicht gehört hat. Ähnlich wie bei der explosions-

### 1.3 | Was ist Virtualisierung?

artigen Entstehung des Internets in den späten 1990er und frühen 2000er Jahren arbeiten heute viele Unternehmen daran, ihr Angebot »cloudfähig« zu präsentieren. Analog zu ihren Anstrengungen während des Dotcom-Booms bemühen sich Konsumentendienste ebenfalls darum, die Cloud zu nutzen. So führte etwa Apple vor Kurzem die iCloud ein, in der Sie Ihre Musik, Bilder, Bücher und andere digitale Besitztümer speichern und dann weltweit von jedem beliebigen Ort aus abrufen können. Andere Unternehmen, wie etwa Microsoft, Amazon oder Google bieten ähnliche Cloud-basierte Dienste an. Anstatt die Cloud zu definieren, was den Rahmen dieses Buches sprengen würde, betrachten wir einfach, was die Cloud anbietet: eine einfache Methode, um auf Daten und Anwendungen zuzugreifen und sie zu nutzen.

Virtualisierung ist auch der Motor, der das Cloud Computing antreiben wird, indem sie das Datenzentrum – dessen Prozesse gewöhnlich aufwendig und personalintensiv waren – in einen sich selbst verwaltenden, hochskalierbaren und hochverfügbaren Pool von leicht konsumierbaren Ressourcen umzuwandeln. Vor der Virtualisierung verbrachten Systemadministratoren 70 Prozent oder mehr ihrer Zeit mit Routineaufgaben und der Reaktion auf Probleme. Dies ließ ihnen wenig Zeit für Innovation oder Wachstum.

Die Virtualisierung und infolgedessen das Cloud Computing bieten mehr Möglichkeiten, Prozesse zu automatisieren, um die Verwaltungskosten zu reduzieren und die Fähigkeit eines Unternehmens zu steigern, Lösungen dynamisch einzusetzen. Indem das Cloud Computing die physische Schicht von der tatsächlichen Hardware abstrahiert, kreiert es das Konzept eines virtuellen Datenzentrums, ein Konstrukt, das alles enthält, was in einem physischen Datenzentrum zu finden ist. Dieses virtuelle Datenzentrum, das in der Cloud eingesetzt wird, bietet Ressourcen nach Bedarf an, ähnlich wie ein Stromanbieter Elektrizität zur Verfügung stellt. Kurz und gut: Dieses neue Modell der Informationsverarbeitung wird die Auslieferung neuer Applikationen entscheidend vereinfachen und es Unternehmen ermöglichen, deren Einsatz zu beschleunigen, ohne ihre Skalierbarkeit, Robustheit oder Verfügbarkeit zu beeinträchtigen.

### 1.3 Wie funktioniert Virtualisierungs-Software?

Auch wenn bis jetzt hauptsächlich die Server-Virtualisierung beschrieben wurde und sie auch im Rest des Buches ein zentrales Thema sein wird, gibt es noch andere Methoden und Bereiche der Virtualisierung. Personal Computer werden durch

Tablets und Thin Clients ersetzt, aber die Applikationen, die auf PCs laufen, müssen den Anwendern immer noch angeboten werden. Eine Möglichkeit dazu ist die Desktop-Virtualisierung. Diese Applikationen können ebenfalls virtualisiert, gepackt und an die Anwender ausgeliefert werden. Die Virtualisierung wird sogar für andere Mobilgeräte wie etwa Smartphones entwickelt.

### 1.3.1 Server-Virtualisierung

Das Modell der Server-Virtualisierung, das Sie weiter vorne kennen gelernt haben, besteht aus einer physischen Hardware, die durch zwei fundamentale Software-Lösungen ergänzt wird. Der Hypervisor abstrahiert die physische Schicht und präsentiert diese Abstraktion so, dass sie von virtualisierten Servern oder virtuellen Maschinen genutzt werden können. Ein Hypervisor wird direkt auf einem Server installiert, ohne dass sich zwischen ihm und dem physischen Gerät ein Betriebssystem befindet. Dann werden virtuelle Maschinen *instanziiert* oder gebootet. Aus der Sicht der virtuellen Maschine präsentiert sich der Hypervisor als eine Reihe von Hardware-Ressourcen, mit denen sie arbeiten kann. Der Hypervisor wird zur Schnittstelle zwischen den Hardware-Geräten auf dem physischen Server und den virtuellen Geräten der virtuellen Maschinen. Der Hypervisor präsentiert jeder einzelnen virtuellen Maschine nur eine Teilmenge der physischen Ressourcen und handhabt den Input/Output (I/O) zwischen der VM und dem physischen Gerät. Hypervisoren leisten mehr, als nur eine Plattform für die Ausführung von VMs zur Verfügung zu stellen; zusätzliche bieten sie verbesserte Verfügbarkeitsfunktionen an und schaffen neue und bessere Methoden der Bereitstellung und Verwaltung.

Während Hypervisoren die Basis für virtuelle Umgebungen bilden, sind virtuelle Maschinen die Motoren, die die Applikationen antreiben. Virtuelle Maschinen enthalten alles, was ihre physischen Gegenstücke tun (Betriebssysteme, Applikationen, Netzwerkverbindungen, Zugriff auf Speichermedien und andere erforderliche Ressourcen), sind aber in einem Satz von Datendateien gespeichert. Dieses Packaging macht virtuelle Maschinen viel flexibler und handhabbarer, indem es die traditionellen Eigenschaften von Dateien auf neue Weise nutzt. Virtuelle Maschinen können geklont, aktualisiert und sogar von einem Ort an einen anderen verschoben werden, ohne Benutzerapplikationen zu unterbrechen. Hypervisoren werden in Kapitel 2 eingehend behandelt; dann folgen virtuelle Maschinen in Kapitel 3.

## 1.3 | Was ist Virtualisierung?

### 1.3.2 Desktop-Virtualisierung

Die Virtualisierung hat nicht nur das Modell des traditionellen Server Computings, sondern auch das Modell des Desktop Computings verändert. Desktop Computing ist für Unternehmen in vielerlei Hinsicht teuer und ineffizient. Es erfordert Mitarbeiter, die Installation und Updates von Software betreuen, die die Hardware warten und die Anwender per Helpdesk unterstützen. Virtuelle Desktops laufen auf einem Server im Datenzentrum; diese Server verfügen über eine viel leistungsfähigere und zuverlässigere Hardware als traditionelle PCs. Die Applikationen, die von den Anwendern genutzt werden, laufen gleich daneben ebenfalls auf einem Server im Datenzentrum. Deshalb entfällt der gesamte frühere Netzwerkverkehr zwischen dem Datenzentrum und den Desktops, wodurch der Netzwerkverkehr erheblich reduziert wird und Netzwerkressourcen freigesetzt werden.

Der Zugriff auf virtuelle Desktops erfolgt durch Thin Clients oder andere Geräte, die meist zuverlässiger und billiger als PCs sind. Thin Clients haben eine Lebensdauer von sieben bis zehn Jahren und müssen deshalb weniger häufig ersetzt werden. Sie verbrauchen auch nur etwa fünf bis zehn Prozent der Energie eines PC. In großen Unternehmen addieren sich diese Kosten schnell zu größeren Summen. Wenn ein Thin Client kaputtgeht, kann ein Anwender ihn selbst ersetzen und ist nicht auf einen Servicetechniker angewiesen. Der virtuelle Desktop, auf dem alle Daten gespeichert sind, ist von dem Hardwareausfall nicht betroffen. Tatsächlich verlassen die Daten das Datenzentrum nicht mehr. Deshalb ist das Risiko, dass ein verlorenes oder gestohlenes Gerät Sicherheitsprobleme verursacht, ebenfalls reduziert.

Diese Daten werden jetzt nicht mehr von einem unerfahrenen oder gleichgültigen Anwender, sondern von einem Fachmann verwaltet und gesichert. Desktop Images als virtuelle Maschinen zu erstellen, bringt ähnliche Kostenvorteile wie bei der Server-Virtualisierung. Ihr wahrer Vorteil zeigt sich aber bei der Desktop-Verwaltung. Ein Desktop-Administrator kann weniger Images erstellen und verwalten, die dann von Hunderten von Menschen genutzt werden können. Patches, die auf diese Images angewendet werden, erreichen garantiert jeden Anwender, was bei physischen Desktops nicht immer der Fall ist. Falls ein neuer Patch oder andere Softwareänderungen eine Applikation beschädigen, kann der Administrator die Anwender zurück auf das ursprüngliche Image verweisen. Ein einfaches Logout und Login stellt den ursprünglichen funktionsfähigen Desktop wieder her.

Hinweis



Zwei beliebte Lösungen für die Desktop-Virtualisierung sind Citrix XenDesktop und VMware View. Daneben gibt es viele andere Anbieter, die Desktops mit verschiedenen Kombinationen aus Hardware und Software anbieten.

Einer der größten Unterschiede findet sich im Bereich der Sicherheit. Heutige PCs arbeiten routinemäßig mit Antiviren-Software, um ihre Daten vor Schadsoftware und anderem zu schützen. Die Virtualisierung ermöglicht neue Methoden des Schutzes. Anstatt die Malware-Software auf einzelne virtuelle Desktops zu laden, gibt es heute virtuelle Mittel, speziell erstellte virtuelle Maschinen, die auf jedem Host installiert sind und alle virtuellen Desktops schützen, die auf ihm laufen. Dieses neue Modell reduziert den gesamten I/O und die Prozessornutzung, da neue Definitionen nur noch einmal und nicht mehr für jeden Gast heruntergeladen werden müssen. Dieser Bereich ist im Moment in einem schnellen Wandel und Wachstum begriffen, und es scheint, als würde sich diese Entwicklung in neuen Anwendergeräten weiter fortsetzen.

### 1.3.3 Applikationsvirtualisierung

Computerprogramme oder Applikationen können ebenfalls virtualisiert werden. Wie bei der Server- und der Desktop-Virtualisierung gibt es mehrere verschiedene Lösungen für dieses Problem. Es gibt zwei Hauptgründe für die Applikationsvirtualisierung.

Der erste Grund ist der einfache Einsatz. Denken Sie nur an die Anzahl der Programme auf Ihrem PC. Einige Unternehmen müssen Hunderte oder sogar Tausende von verschiedenen Applikationen verwalten. Wenn eine neue Version einer dieser Applikationen verfügbar ist und das Unternehmen seine Software auf diese neue Version aktualisieren will, muss es auf allen seinen PCs eine neue Kopie installieren. Bei einer kleineren Anzahl von Computern ist diese Aufgabe relativ trivial. Aber wollten Sie dies mit hundert PCs machen? Oder tausend? Oder zehntausend? Die IT-Abteilungen von Großunternehmen verfügen über Werkzeuge, die ihnen helfen, diese Aufgabe zuverlässig zu automatisieren.

Hinweis



Einige beliebte Lösungen für die Applikationsvirtualisierung sind Microsoft App-V, Citrix Application Streaming und VMware ThinApp. Jede Lösung löst das Problem anders, aber wirksam.

## 1.4 | Was ist Virtualisierung?

Der zweite Grund hat mit der Interaktion verschiedener Applikationen untereinander zu tun. Haben Sie jemals eine Applikation geladen oder aktualisiert, die eine andere Funktionalität beschädigt hat, die vorher reibungslos lief? Es ist schwer abzuschätzen, welchen Einfluss die Aktualisierung einer Lösung auf andere Applikationen haben kann. Selbst einfache Aktualisierungen etwa vom Browser können Probleme verursachen. Einige Arten der Applikationsvirtualisierung können diese Probleme entschärfen oder verhindern, indem sie das gesamte Programm und den Prozess einkapseln. Im Moment werden viele Lösungen der Applikationsvirtualisierung angeboten. Dieser Bereich ist in einem schnellen Wandel begriffen. Regelmäßig werden neue Anwendungsfälle veröffentlicht, insbesondere in Verbindung mit Mobilgeräten wie etwa Smartphones und Tablets.

### 1.4 Die Grundlagen und darüber hinaus

Die Server-Virtualisierung ist eine zerstörerische Technologie, die es ermöglicht, viele logische Computer auf einem einzigen physischen Server laufen zu lassen. Das extreme Wachstum der Server-Population, das durch den Einsatz von Applikationen, die Verbreitung von Microsoft Windows und Moores Gesetz angeheizt wurde, hat die physischen Ressourcen und finanziellen Mittel der meisten Unternehmen weltweit bis an die Grenzen belastet. Virtualisierung ist kein neues Konzept, aber es wurde weiterentwickelt und half, die Datenzentren durch Server-Konsolidierung und Containment zu entlasten. Viele Eigenschaften der Server-Virtualisierung, wie etwa erhöhte Verfügbarkeit und Skalierbarkeit, bilden die Basis für Unternehmen, die das Cloud Computing in Angriff nehmen.

#### Übungen

- Berechnen Sie unter Anwendung von Moores Gesetz, wie viel schneller als im Jahr 2000 die Prozessoren heute sind. Berechnen Sie, wie viel schneller Prozessoren in zehn Jahren ab heute sein werden.
- Nutzen Sie das Internet, um herauszufinden, wie viele verschiedene Arten der Server-Virtualisierung öffentlich verfügbar sind. Wie viele separate Architekturen sind in Ihren Suchergebnissen vertreten?
- Ab welcher Anzahl von Servern ist es sinnvoll, ein Datenzentrum zu virtualisieren? Werden die Kosteneinsparungen und weichen Ersparnisse (wie bessere Verwaltung und Verfügbarkeit) die ursprünglichen Kosten der Virtualisierung, der Schulung und des Umstellungsaufwands übersteigen?