

# Virtualisierungslösungen für IT-Dienste – verschiedene Ebenen und Konzepte

(Norbert Diernhofer, Thomas Schneider)

## Abstract:

Dieses Dokument beschreibt unterschiedliche Ebenen der Virtualisierung von IT-Diensten und erlaubt so eine Einordnung der unterschiedlichen Lösungen. Neben der Beschreibung der technischen Realisierung werden die verschiedenen Lösungen miteinander verglichen, deren Vor- und Nachteile beschrieben und Empfehlungen für den jeweiligen Einsatz gegeben.

Autoren: Norbert Diernhofer, Thomas Schneider

Anzahl der Seiten: 6

## Inhalt:

---

1. Einleitung .....	2
2. Szenario .....	2
3. Lösungen .....	3
4. Fazit .....	7

## 1. Einleitung

Virtualisierung ist momentan in aller Munde. Dabei werden verschiedene Ziele mit diesem Konzept verfolgt, es gibt verschiedene Realisierungen die unterschiedliche Ansätze verfolgen. Virtualisierungslösungen gelten heute unter anderem als eine gute Lösung, die Auslastung vorhandener IT-Systeme im Rechenzentrum zu steigern (um den Return on Investment ROI zu verbessern) und durch ein Scale-in von Diensten auf weniger Server sowohl die Komplexität als auch die Zahl der Server zu verringern, was zu verringerten Kosten (also einer Verringerung der Total Cost of Ownership TCO) führt. Gerade die Auslastung heutiger Server liegt nach Studien unterschiedlicher Analysten zwischen 5%-20%. Ähnliche Zahlen ergaben sich bereits vor Jahren im Bereich Direct attached Storage, also bei Speichersubsystemen, die direkt an einzelne Server angeschlossen sind. Hier konnten durch Virtualisierungslösungen und die Zusammenfassung der Speichersysteme zu einem Storage Area Network (SAN) Steigerungen auf durchschnittlich 70-80% erreicht werden, indem die Ressourcen durch mehrere Server genutzt werden. Dadurch können freie Kapazitäten deutlich einfacher Servern mit höherem Speicherbedarf zugeordnet werden, weil die Änderung keine Veränderung der physikalischen Infrastruktur mehr erfordert. Darüber hinaus ist durch die Abstraktion in einem SAN die Verlagerung einzelner Dienste von einem Server zu einem anderen deutlich einfacher möglich, da die Datenbereiche nur durch eine Änderung der Zuordnung von einem Server zu einem anderen verlagert werden können. Dies soll jetzt ebenso im Bereich der Serversysteme durchgeführt werden und hier zu ähnlichen Effekten führen.

Ein weiterer wichtiger Aspekt bei der Virtualisierung ist jedoch auch die Entkopplung von Hardware und der Software, die auf dieser Hardware ausgeführt wird. So können virtuelle Maschinen sehr leicht von einem physikalischen Server auf einen anderen verlagert werden. Dies kann zum einen dazu verwendet werden, die Rechenleistung einer virtuellen Maschine zu erhöhen, das Konzept wird aber auch für Hochverfügbarkeitslösungen von virtuellen Maschinen eingesetzt. Fällt eine physikalische Maschine aus, oder muss diese neu gestartet werden, werden die virtuellen Maschinen auf einen anderen Host verlagert. Die Entkopplung von Hardware und Betriebssystem ist häufig auch die einzige Möglichkeit, ältere Betriebssysteme auf neuer Hardware einzusetzen, wenn für diese keine Treiber mehr zur Verfügung stehen. Ein Beispiel dafür ist die Unterstützung von Windows NT auf aktueller Hardware, vor allem im SAN Bereich.

Wir werden in diesem Dokument einen Überblick über die verschiedenen Arten der Virtualisierung geben. Dabei betrachten wir die unterschiedlichen Ebenen von Soft- und Hardware, die dazu benutzt werden und ordnen diesen Kategorien die jeweiligen Lösungen zu. Wir diskutieren dabei unter anderem die Vor- und Nachteile und beschreiben Szenarien, wo diese Lösung sinnvoll eingesetzt werden kann.

## 2. Szenario

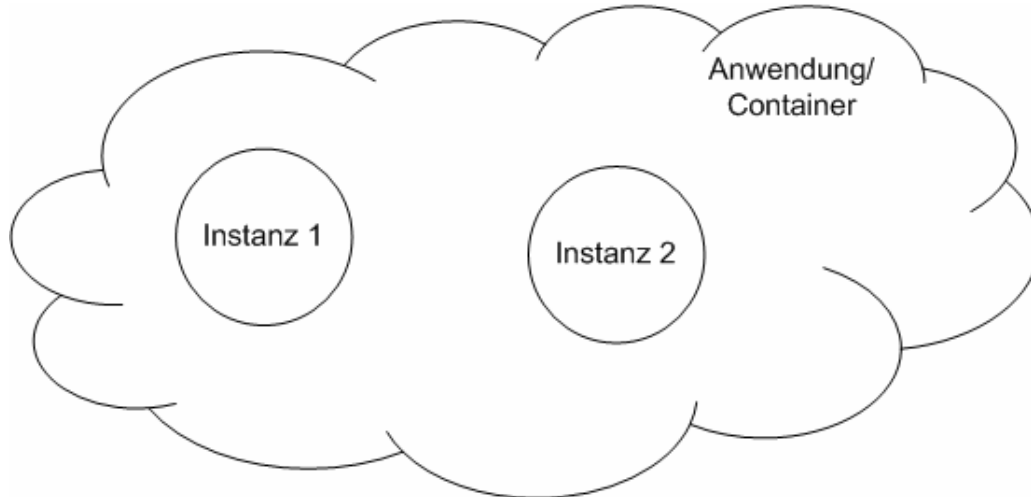
Softwaresysteme werden im Rechenzentrum heute auf einer Vielzahl von Servern ausgeführt. Diese unterscheiden sich in ihren physikalischen Eigenschaften und den Konfigurationsmöglichkeiten. Unterschiedliche BIOS-Stände und Treiberversionen steigern hier die Komplexität weiter. Oft werden die Systeme sehr isoliert voneinander installiert, Konfigurationen von identischen physikalischen Maschinen unterscheiden sich häufig.

Dabei werden häufig auch verschiedene Betriebssysteme eingesetzt, die nicht immer in der gleichen Version ausgeführt werden, da Veränderungen an produktiven Systemen nur schwierig durchzuführen sind und die Auswirkungen bei Fehlern durch ein neues Betriebssystem nur schwer kalkulierbar. Eine Schwierigkeit dabei ist, dass für ältere Betriebssysteme wie Windows NT teilweise keine Treiber mehr entwickelt werden und diese so nur schwer auf aktueller Hardware ausgeführt werden können.

Virtualisierung kann hier durch eine zusätzliche Schicht dafür sorgen, dass Installationen einfach von einem physikalischen Server auf einen anderen übertragen werden können. So lassen sich zum Beispiel Windows NT Systeme auf aktueller Hardware ausführen, auch wenn die Netzwerkkarte das Betriebssystem gar nicht mehr unterstützt. Die Virtualisierungslösung emuliert eine alte Karte, sie steht für Windows NT zur Verfügung, hat aber die physikalischen Eigenschaften der neuen Karten, zum

Beispiel im Bezug auf die Geschwindigkeit. Gleiches gilt für neuere Konzepte wie iSCSI, die entsprechende Festplatte wird an die virtuelle Maschine als SCSI Festplatte weitergegeben.

Virtualisierungslösungen zeichnen sich in ihrer Funktion dadurch aus, dass Sie eine Laufzeitumgebung für Instanzen zur Verfügung stellen und diese Instanzen steuern können.



### 3. Lösungen

Zu unterscheiden sind die verschiedenen Arten der Virtualisierung, die jeweils unterschiedliche Konsequenzen für die zur Verfügung gestellten Services und Anwendungen haben.

- Anwendungsvirtualisierung: Instanzen auf der Ebene von Applikationen

Die einfachste Möglichkeit, virtuelle Dienste zu Verfügung zu stellen, bieten heute Applikationen wie Datenbanken und Webserver. Auf einem Server werden durch die entsprechenden Applikationen mehrere Instanzen eines Dienstes ausgeführt. Die Trennung der verschiedenen Instanzen hängt dabei von der jeweiligen Anwendung ab, bei einem Microsoft SQL Server haben die verschiedenen Datenbanken verschiedenen Namen und werden auf unterschiedlichen TCP/IP Ports ausgeführt. Ein Spielart sind hier Clustersysteme wie Microsoft Cluster Services, die neben verschiedenen Instanzen auch Hochverfügbarkeit ermöglichen.

Mit Blick auf den Server ist dies noch keine wirkliche Virtualisierung. So können aber viele gleiche Serverdienste auf einen großen Server konsolidiert werden, man spricht in diesem Zusammenhang auch von Scale-in. Dies steigert die Auslastung des Servers, ermöglicht durch die Migration auf einen Cluster auch die Steigerung der Verfügbarkeit bei einem Ausfall oder Wartungsarbeiten und trägt zur Vereinheitlichung der Diensterbringung bei. Auf der anderen Seite generiert dies aber eine komplexere Struktur und schafft zusätzliche Abhängigkeiten zwischen Systemen. Auch die Auswirkungen eines Ausfalls betreffen in diesem Szenario mehrere Dienste.

In diesem Zusammenhang existieren auch sogenannte Mandantenfähige Softwaresysteme. Diese Systeme bieten ihre Funktionalität innerhalb der Anwendung für verschiedene Kunden an und realisieren für diese jeweils eine eigene, geschlossene Container auf die Anwendung, der nur die Daten und Funktionen des Mandanten anzeigt. Verschiedene Benutzer verwenden die Anwendung dabei als jeweils ein Mandant. Ob diese Anwendungen in diese Kategorie fallen hängt davon ab, wie die Mandantenfähigkeit realisiert ist. Wird nur ein Prozess der Anwendung ausgeführt, der in sich die Mandantenfähigkeit realisiert, fällt die Anwendung nicht in diese Kategorie. Nicht jede Mandantenfähige Anwendung entspricht also der Anwendungsvirtualisierung.

- Servicevirtualisierung: Flexframe, ASCC, SUN Gridcontainer für SAP

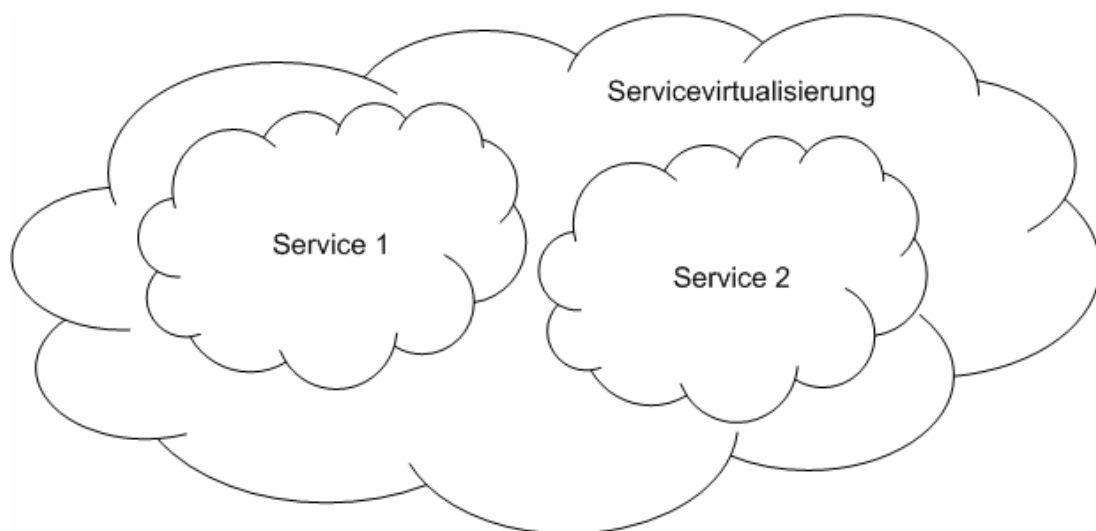
Produkte wie Flexframe tragen das Konzept der Anwendungsvirtualisierung weiter und ermöglichen es, komplexe Systeme wie SAP Netweaver mit all seinen Komponenten (Webserver, Datenbanken) dynamisch zur Verfügung zu stellen. Dieses Anwendungssystem, dessen Komponenten dabei auf mehreren Rechnern ausgeführt werden, stellt einen oder mehrere Services zur Verfügung, die sich aus der Summe der Funktionen der Softwarekomponenten auf den verschiedenen Systemen ergeben.

Die Managementsysteme sind in der Lage, die Verteilung der Software auf verschiedene Server zu beeinflussen. Ändern sich die Anforderungen an einen IT-Dienst, oder fällt ein System aus, werden die Komponenten einer entsprechenden Anwendung neu verteilt und die notwendigen Instanzen auf den entsprechenden IT-Systemen gestartet.

Dadurch ergibt sich für Systeme wie SAP Netweaver eine Optimierung der Laufzeitumgebung, die deutlich flexibler als eine statische Installation ist. Die Managementsysteme beinhalten ein Modell der Anwendung und können diese Verwalten. Sie sind aber auf die entsprechenden Anwendungen beschränkt. Entsprechende Systeme können einen Beitrag zur Optimierung der IT-Infrastruktur leisten, vor allem weil damit eine Umverteilung von Anwendungen je nach Auslastung einzelner Dienste sehr einfach möglich ist. Durch die Auflösung der festen Verteilung müssen die Informationen über die aktuelle Verteilung aus dem Managementsystem entnommen werden. Die Migration auf neue Versionen des Anwendungssystems erfordert auch eine Anpassung des entsprechenden Managementsystems.

Eine Spezialform entsprechender Systeme sind die Jails von FreeBSD, die Zones von Solaris oder die chroot-Umgebung von Linux. Diese Systeme stellen eine Ausführungsumgebung zur Verfügung, die in diesem Fall ein gesamtes Betriebssystem umfasst.

All diesen Lösungen ist gemein, dass Sie auf einem oder mehreren Systemen eine Laufzeitumgebung zur Verfügung stellen, die das Gesamtsystem oder einen Ausschnitt aus diesem Gesamtsystem an eine virtuelle Umgebung zur Verfügung stellt und diese Steuern kann. Die virtuellen Maschinen können keine Funktionen ausführen, die sie innerhalb des Gastsystems nicht auch ausführen können.



- Softwarevirtualisierung: Virtual PC/Server, VMWare Workstation/GSX Server

Die Lösungen zur Softwarevirtualisierung stellen virtuelle Maschinen zur Verfügung, in die ein Betriebssystem installiert wird. Diese Lösungen emulieren in dieser Umgebung die Hardware eines Servers und stellen für das Gastbetriebssystem eine Laufzeitumgebung dar, die sich

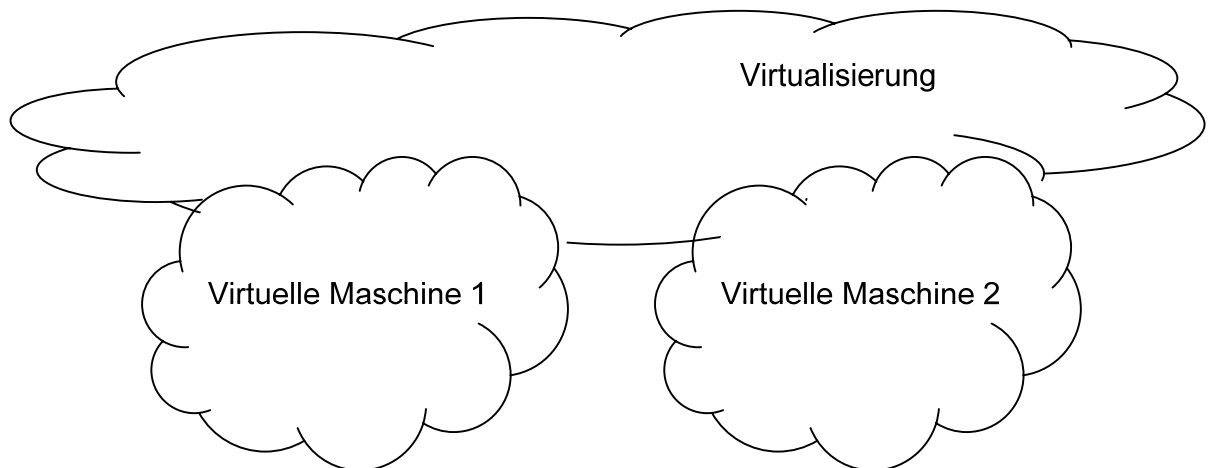
nicht von einem physikalischen Rechner unterscheidet. Ein Spezialfall entsprechender Systeme sind Lösungen wie SoftFX für Alpha AXP oder Virtual PC for MAC, die auch eine Hardwarearchitektur bzw. einen anderen Prozessor emulieren und so die Ausführung eines Betriebssystems für eine völlig andere Hardwarearchitektur erlauben. Die jeweiligen Serverprodukte bieten darüber hinaus die Möglichkeit zum Start mehrerer Instanzen, die Unterstützung für multiple Netzwerkkarten, etc.

Interessant sind hier auch Konzepte zur Hochverfügbarkeit, bei denen eine Entkopplung zwischen den Hostsystemen und den virtuellen Maschinen erreicht werden kann. Die virtuellen Maschinen lassen sich bei diesen Lösungen im Betrieb von einem Hostrechner zu einem anderen verlagern. Dazu wird der Zustand der virtuellen Maschine auf eine gemeinsame Festplatte gespeichert, die Maschinenkonfiguration auf einen anderen Server verlagert und dort der gesicherte Zustand wieder in den Speicher des Rechners geladen.

Diese Lösungen ermöglichen die deutliche Steigerung der Auslastung von physikalischen Servern, da viele Server im Sinne eines Scale-In auf einen Server zusammengefasst werden können. Die meisten Produkte bieten hier auch Lösungen an, mit denen sich physikalische Maschinen in virtuelle Maschinen verlagern lassen.

Wie schon bei den Anwendungssystemen beschrieben führt dies jedoch dazu, dass bei einem Ausfall des physikalischen Servers deutlich mehr Systeme vom Ausfall betroffen sind. Die beschriebenen Hochverfügbarkeitslösungen können die Auswirkungen hier mildern, bei einem Ausfall eines physikalischen Knoten ist aber eine Downtime nicht zu vermeiden, da die virtuellen Instanzen erst wieder neu gebootet werden müssen.

Im Gegensatz zur Service Virtualisierung ist es bei diesen Systemen möglich, dass die virtuellen Maschinen Funktionen ausführen, die sie innerhalb der Virtualisierungslösung nicht ausführen könnten. Ein Beispiel ist die Emulation des Prozessors. Eine Anwendung für die Intel x86 Architektur kann auf einem PowerPC oder Alpha AXP System nicht ausgeführt werden. Erst durch die Virtualisierungslösung wird diese Umsetzung möglich. Die Virtualisierungslösung stellt Funktionen zur Verfügung, die nicht direkt auf der Hardware basieren. Außerdem lassen entsprechende Systeme auch den Zugriff auf Hardwarekomponenten zu, die nicht direkt unter deren Kontrolle stehen. So können virtuelle Maschinen zum Beispiel direkt auf die Festplatte zugreifen, ohne die Emulationsfunktionen der Virtualisierungslösung und einer virtuellen Festplatte.



- Hypervisor: XEN, Windows Longhorn, VMWare ESX/V-Motion

Hypervisor-basierte Systeme wie XEN [XEN03] oder der kommende Hypervisor im Windows Longhorn Server funktionieren ähnlich wie Softwarevirtualisierung. Sie basieren jedoch nicht

auf einem Standardbetriebssystem als Hostbetriebssystem, sondern verwenden dafür spezielle Betriebssysteme. Diese zeichnen sich dadurch aus, dass sie nur grundlegende Betriebssystemfunktionen bieten. Die Verkleinerung des Hostbetriebssystems bewirkt vor allem, dass weniger Systemressourcen durch den Host gebunden werden. Auch wird dadurch die Anzahl der potentiellen Neustarts wegen Software-/Sicherheitsupdates verringert, da deutlich weniger Komponenten im Hostbetriebssystem vorhanden sind.

Eine Spezialität von Systemen wie XEN ist die so genannte Paravirtualisierung. Dabei wird das Gastbetriebssystem angepasst und „lernt“, dass es in einer virtuellen Umgebung ausgeführt wird. Dadurch können spezielle Aufgaben, die in einer emulierten Umgebung sehr aufwendig sind, direkt an den Hypervisor weitergegeben werden, der diese auf der tatsächlichen Hardware deutlich schneller durchführen kann. Im Beispiel von XEN handelt es sich dabei um den Zugriff auf den Prozessor und den Speicher, der über den Hypervisor und nicht emuliert durchgeführt wird.

Alle Einschränkungen für Softwarevirtualisierung gelten auch für Hypervisorsysteme. Auch hier entstehen weitere Abhängigkeiten zwischen den Systemen und der Ausfall eines physikalischen Hosts hat deutlich größere Auswirkungen auf die Gesamtinfrastruktur, da mehrere virtuelle Server betroffen sind.

- Hardwarevirtualisierung: Mainframes, IBM XA, AMD Pacifica, Intel VT/VT-d, FSC Bladframe

Lösungen zur Hardwarevirtualisierung setzen auf einem noch tieferen Niveau an als Hypervisor-systeme. Sie werden realisiert durch die Integration der Virtualisierungsfunktionen in die Prozessoren und das BIOS des Servers. Sie sind damit den Hypervisorsystemen sehr ähnlich, benutzen diese teilweise zur Steuerung der Virtualisierung.

Mainframesysteme stellen entsprechende Funktionen schon seit langem zur Verfügung. Mit AMD Pacifica und Intel VT/VT-d stehen diese Funktionen nun auch x86/64 basierten Systemen zur Verfügung. Die in der Hardware implementierten Funktionen zur Virtualisierung können durch Hypervisorsysteme wie XEN dann genutzt werden, um effektiver mit den Ressourcen des Systems umzugehen und weniger Komponenten per Software virtualisieren zu müssen. Dazu gehören virtualisierte Netzwerkschnittstellen und auf der Ebene des Prozessors neue Instruktionen, die das Umschalten zwischen virtuellen Maschinen vom Hypervisor auf den Prozessor verlagern. Damit kann XEN auf Anpassung des Betriebssystems verzichten und dem Gastbetriebssystem teilweise die Kontrolle über die physikalische Hardware übergeben.

Neben der Steigerung der Auslastung bieten neue Techniken wie Intel VT-d vor allem auch eine Verbesserung für die Sicherheit virtuelle Maschinen, indem auch die Ein-/Ausgabekanäle virtualisiert werden und so eine Abschottung der virtuellen Maschinen voneinander auch bei der Kommunikation erreicht wird. Darüber hinaus zeichnen sich hier Techniken zur Absicherung von virtuellen Maschinen mit Trusted Computing Techniken ab. Dies ist notwendig, um nur zertifizierte virtuelle Maschinen auf einem Rechner ausführen zu können. Es existieren mittlerweile mehrere Proof-of-Concept Implementierungen von Rootkits, die die neuen Virtualisierungsmöglichkeiten nutzen, um sich vor Virensclannern und dem Betriebssystem zu verstecken. Dabei wird das gesamte Betriebssystem einfach in eine virtuelle Maschine verlagert, die vom Rootkit gesteuert wird. Das Betriebssystem hat keine Möglichkeit mehr, das Rootkit zu erkennen.

Auch die Hardwarevirtualisierung hat zur Konsequenz, dass durch ein Scale-In mehrere physikalische Rechner auf einen Server verlagert werden, dadurch wird der Ausfall des Servers kritischer.

Allen Techniken zur Virtualisierung ist gemein, dass Sie zusätzliche Abhängigkeiten generieren. Durch die zusätzlichen Schichten und die teilweise transparente Verteilung der virtuellen Maschinen wird die Bewertung und Analyse von Ausfällen deutlich schwieriger. Darüber hinaus entstehen so neue Abhängigkeiten der virtuellen Maschinen von physikalischen Servern und die Auswirkungen des Ausfalls eines physikalischen Servers werden dadurch deutlich gravierender.

## 4. Fazit

Virtualisierung an sich ist kein Allheilmittel oder Selbstzweck. Gerade aber bei Servern, deren Auslastung gering ist, können durch Virtualisierung und die Zusammenlegung verschiedener physikalischer Server auf eine logische Maschine deutliche Einsparungseffekte erzielt werden. Die Notwendigkeit der Kostensenkung wird deshalb zum verstärkten Einsatz der Virtualisierung sorgen. Dabei bleibt bei steigenden Anforderungen die Möglichkeit bestehen, die virtuellen Maschinen auf leistungsfähigere Hardware zu verlagern und so die Leistung der Maschine ohne Eingriffe in das virtuelle System zu steigern. Die Leistungssteigerung ist für die virtuelle Maschine nur ein Neustart.

Darüber hinaus ist ein Backup einer entsprechenden Maschine ganz einfach durch das Sichern der Datei im SAN möglich. Gerade im Bezug auf Disaster Recovery ergeben sich hier neue Möglichkeiten. Wichtig bleibt, das Anwendungsszenario zu betrachten. Gerade bei der Virtualisierung ganzer Rechner und der Emulation von Hardware treten Reibungsverluste vor allem im Bereich der I/O-Leistung auf. Deshalb eignen sich nicht alle Serverdienste zur Virtualisierung. Die Anforderungen der Software müssen deshalb bei der Virtualisierung sehr genau analysiert werden.