

Desktop-Virtualisierung

Leitfaden



■ Impressum

Herausgeber: BITKOM
Bundesverband Informationswirtschaft,
Telekommunikation und neue Medien e. V.
Albrechtstraße 10 A
10117 Berlin-Mitte
Tel.: 030.27576-0
Fax: 030.27576-400
bitkom@bitkom.org
www.bitkom.org

Ansprechpartner: Holger Skurk
Tel.: 030.27576-250
h.skurk@bitkom.org

Redaktion: Holger Skurk

Projektkoordination: Netlution GmbH

Mitwirkende: Projektgruppe des BITKOM-Arbeitskreises Thin Client & Server Based Computing: Jürgen Dick (VMware Germany), Jürgen Graf (Fujitsu Technology Solutions), Christian Knermann (Fraunhofer UMSICHT), Dr. Frank Lampe (Igel Technology), Holger Skurk (BITKOM), Peter Stedler (Netlution), Edwin Sternitzky (Citrix Systems), Klaus Strassner (Unicon Software), Michael Walther (Netlution)

Gestaltung/Layout: Design Bureau kokliko / Astrid Scheibe (BITKOM)

Copyright: BITKOM 2012

Titelbild: Daniela Stanek (BITKOM)

Diese Publikation stellt eine allgemeine unverbindliche Information dar. Die Inhalte spiegeln die Auffassung im BITKOM zum Zeitpunkt der Veröffentlichung wider. Obwohl die Informationen mit größtmöglicher Sorgfalt erstellt wurden, besteht kein Anspruch auf sachliche Richtigkeit, Vollständigkeit und/oder Aktualität, insbesondere kann diese Publikation nicht den besonderen Umständen des Einzelfalles Rechnung tragen. Eine Verwendung liegt daher in der eigenen Verantwortung des Lesers. Jegliche Haftung wird ausgeschlossen. Alle Rechte, auch der auszugsweisen Vervielfältigung, liegen bei BITKOM.



Elemente > Anzeige

dem Bildschirm erleichtern
Sie und weitere Elemente auf dem Bildschirm ändern, indem Sie eine dieser Optionen
auf einen Teil des Bildschirms vorübergehend vergrößern möchten, verwenden Sie die

Desktop-Virtualisierung

Leitfaden



Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Ausgangslage	5
3	Aspekte der Virtualisierung	6
3.1	Allgemein	6
3.2	Die IT Landschaft verändert sich: Rechenzentrum & Arbeitsplätze	6
3.3	Green IT	7
4	Allgemeine Begrifflichkeiten der Virtualisierung	8
4.1	Allgemein	8
4.2	Funktionsweise	8
4.3	Weitere Begriffe	9
4.4	Thin Clients	9
4.5	Übersicht Einsatzszenarien Thin Clients	10
4.6	Fazit	10
5	Clientbereitstellung	11
5.1	Etablierte Verfahren und Aufgaben zur Clientbereitstellung	11
5.2	Die Grenzen des Terminalservers	13
6	Wie verändert die Clientvirtualisierung die Clientbereitstellung?	14
6.1	Die Vision	14
6.2	Was steckt hinter dieser Vision	14
6.3	Betriebsprozesse & Funktionsweise virtueller Clientinfrastruktur	14
6.4	Nutzen und Vorteile für den IT Betrieb	15
6.5	Nutzen und Vorteile für die Anwender	16
7	Weitere Aspekte der Clientvirtualisierung	17
7.1	Lizenzierung in virtuellen Umgebungen	17
7.2	Architekturentscheidung virtueller Umgebungen	17
7.3	Entscheidungen Clientdesign	17
8	Thin Clients und Cloud Computing: Virtuelle Desktops aus der Wolke	18
9	Fazit	19
10	Ausblick	20

1 Einleitung

Dieser Leitfaden spiegelt den aktuellen Stand der Technik und der am Markt verfügbaren Lösungen wider. Aufgrund der derzeit herrschenden Dynamik im Bereich der Desktopstrategien- (und -bereitstellung) wird darauf verzichtet, Versionen, Funktionen und Features einzelner Lösungshersteller zu beschreiben. Vielmehr soll eine grobe Übersicht über die Möglichkeiten der Desktopbereitstellung gegeben werden.

Virtualisierungstechnologien sind aufgrund ihrer zahlreichen Vorzüge auch in anderen IT-Bereichen verbreitet.

Zur Server-Virtualisierung hat der BITKOM AK Server- und Betriebskonzepte einen Leitfaden erstellt, der hier zum Download bereitsteht:

www.bitkom.org/de/publikationen/38337_40545.aspx

Ein Leitfaden zur Speicher-Virtualisierung ist in Vorbereitung.

IT Services			
Management & Provisioning			
Virtualisierung von:	Client	Server	Speicher
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> ■ Einsparung von Hardware und Energie ■ Höhere Verfügbarkeit ■ Größere Flexibilität ■ Zentrale Datenhaltung ■ Einfacheres Desktopmanagement 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Einsparung von Hardware und Energie ■ Höhere Verfügbarkeit von Systemen ■ Größere Flexibilität ■ Einfachere Automatisierung 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Effektivere Nutzung von Speicherressourcen ■ Unterbrechungsfreie Datenmigration ■ Einfacheres Management
Technologien	<ul style="list-style-type: none"> ■ Remote Desktop (VDI) ■ Remote Desktop Protokolle ■ Connection Broker ■ Lokale Virtuelle Maschine 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Vollvirtualisierung ■ Paravirtualisierung ■ Partitionierung 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Host-basierte Virtualisierung ■ Netz-basierte Virtualisierung ■ Controller-basierte Virtualisierung
Auswirkungen / Business Impacts	<ul style="list-style-type: none"> ■ Entkopplung Lebenszyklen von Hardware und Betriebssystem, dadurch maximaler Investitionsschutz ■ Geringere Kosten für Hardware und Energie, vor allem beim Einsatz von Thin Clients ■ Reduktion von Betriebsaufwänden ■ Erhöhte Datensicherheit 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Entkopplung Lebenszyklen von Hardware und Betriebssystem, dadurch maximaler Investitionsschutz ■ Minimierung der Downtimes ■ Geringere Kosten für Hardware und Energie ■ Schnellere Umsetzung von Businessanforderungen. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Investitionsschutz ■ Geringere Betriebsaufwände ■ Schnellere Umsetzung von Businessanforderungen
Besonderheiten	<ul style="list-style-type: none"> ■ Synergien mit Server-Virtualisierung 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Synergien mit Client-Virtualisierung 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ergänzt Server-Virtualisierung

Virtualisierung von:	Netzwerk	Applikation
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> ■ Einfaches Ressourcensharing ■ Reduktion der Verkabelung ■ Größere Flexibilität ■ Einfacheres Management 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Plattformunabhängiger Betrieb von Anwendungen ■ Auflösung von Inkompatibilitäten zwischen Anwendungen untereinander ■ Auflösung von Inkompatibilitäten zwischen Anwendung und Betriebssystemen
Technologien	<ul style="list-style-type: none"> ■ Virtual Local Area Network (VLAN) ■ Virtual Private Network (VPN) ■ Virtuelle Switches 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Kapselung der Anwendung in einen Container/einer Sandbox Emulatoren ■ Laufzeitumgebungen
»Auswirkungen / Business Impacts«	<ul style="list-style-type: none"> ■ Reduktion von Betriebsaufwänden ■ Schnellere Umsetzung von Businessanforderungen 	<ul style="list-style-type: none"> ■ »Schnellere und flexiblere Anwendungsbereitstellung und Provisionierung ■ Unterstützt flexibleres Lebenszyklusmanagement«
Besonderheiten	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ergänzt Server-Virtualisierung 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Kann Client- und Server-Virtualisierung ergänzen

Abbildung 1: Übersicht der IT-Virtualisierungstechnologien

2 Ausgangslage

Nach der Einführung der Virtualisierung im Rechenzentrum, in dem hauptsächlich Server und Storage-Systeme virtualisiert und konsolidiert werden, blieb diese Technologie nicht auf diesen Wirkungsbereich begrenzt. Durch den aktuellen Trend, Virtualisierungstechnologien im Desktopbereich zu etablieren, können mittlerweile auch da erhebliche Einsparpotenziale realisiert werden.

Im Lebenszyklus eines herkömmlichen PC-Endgerätes entstehen erhebliche IT-Betriebsaufwendungen, um eine eigentlich sehr einfache Aufgabenstellung zu lösen: Die optimale Bereitstellung der vom Anwender benötigten Software-Anwendungen. Dabei müssen natürlich die Kriterien Verfügbarkeit, Vertraulichkeit und Integrität berücksichtigt werden.

Ein Weg, diese Aufwendungen zu verringern, ist die Entkopplung des Desktop-Betriebssystems und der Software-Anwendungen von der Hardware. Dabei werden physische PCs sozusagen durch virtualisierte PCs in Rechenzentren abgelöst. Als Endgerät am Endanwender-Arbeitsplatz wird nur noch ein Eingabe- und Visualisierungsgerät (z. B. ein Thin-Client) benötigt.

Mehrere virtuelle PCs werden dabei auf einer physischen Serverhardware abgebildet. Am Endgerät entfallen die im klassischen PC-Umfeld notwendigen IT-Betriebsleistungen. Hierzu gehören u. a. der Auf- und Abbau sowie der Umzug von PC Systemen, inkl. Installation. Ebenso entfallen die Konfiguration z. B. von Hardwarekomponenten oder die Migration von lokalen Daten etc. (Ausnahme Laptops und Spezialsysteme).

3 Aspekte der Virtualisierung

■ 3.1 Allgemein

Dieses Kapitel wird einen Überblick über einige Aspekte der Virtualisierung geben, welche dann in den folgenden Kapiteln eingehender beschrieben werden. Neben den Veränderungen, die die IT-Landschaft in den Unternehmen erfährt, werden auch Auswirkungen auf den täglichen Clientbetrieb sowie Umweltaspekte beleuchtet. (Stichwort: Green IT)

■ 3.2 Die IT Landschaft verändert sich: Rechenzentrum & Arbeitsplätze

Aufgrund der in den letzten Jahren massiv angewachsenen Leistungskapazitäten der Hardwarekomponenten (z.B. Prozessorleistung, Speicherkapazitäten und Bandbreiten) und dem gleichzeitigen Preisverfall dieser Komponenten, konnte sich die Server-Virtualisierung in Rechenzentren etablieren. Dabei werden mehrere physische Einzelserver virtualisiert und auf einer einzigen leistungsstarken Hardwareplattform zusammengefasst. IT Verantwortliche versprechen sich von dieser Konsolidierung, d.h. die Zusammenfassung mehrerer physischer Einzelserversysteme auf einer einzigen Hardwareplattform, erhebliche Einsparungen. Diese Einsparungen entstehen nicht primär bei der Anschaffung von IT Systemen im Rechenzentrum, sondern hauptsächlich während des Betriebs/Lifecycles und der Pflege der Komponenten und Systeme.

Es stellt sich nun die Frage: Kann das erfolgreich praktizierte Konzept der Virtualisierung auch im Clientbereich angewendet werden?

Die Antwort ist natürlich: Ja.

Zur Verdeutlichung betrachten wir die beiden Hauptkostentreiber. Zum einem ist das der Betrieb einer dezentralen Clientinfrastruktur in Unternehmen, vor allem dann, wenn es sich um eine standortübergreifende Landschaft handelt. Zum anderen ist die Bereitstellung der benötigten Mobilität, Flexibilität und Agilität für immer mehr Unternehmen mit einem hohen Aufwand verbunden, wobei insbesondere, die Datensicherheit zu diesem Aufwand beiträgt.

Diese und andere Aspekte (z.B. Umweltschutz durch Ressourcenschonung) werden vom Thema Clientvirtualisierung adressiert. Die verschiedenen Ebenen, technologischen Ansätze und Konzepte werden in den nächsten Kapiteln behandelt. Bevor jedoch die Aspekte des Clientbetriebs in virtuellen Umgebungen sowie die Auswirkungen auf die IT Landschaft näher erläutert werden, wird an dieser Stelle auf den Aspekt »Green IT« eingegangen.

■ 3.3 Green IT

Ein zentraler Aspekt bei der Clientvirtualisierung ist die Nutzung sogenannter Thin Clients, welche die bisherigen, meist überdimensionierten Fatclientsysteme, ablösen. Diese werden kombiniert mit einer zentralen Data Center Infrastruktur. Die schlanken Endgeräte sind auch der Grund, warum Desktop-Virtualisierung häufig im Zusammenhang mit Green-Computing-Konzepten genannt wird: Die oben erwähnten Einsparungseffekte bei Hardware und Energie führen zu einer insgesamt positiven Umweltbilanz. Im Rahmen der Studie »Ökologischer Vergleich der Klimarelevanz von PC und Thin Client Arbeitsplatzgeräten 2010« hat das Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik (UMSICHT) die Umweltauswirkungen einer PC- und einer Thin Client-gestützten Versorgung mit IT-Dienstleistungen verglichen und signifikante ökologische, wie auch wirtschaftliche Vorteile der Thin Clients identifiziert. Demnach verursacht ein Thin Client in Verbindung mit einer Lösung zur Desktop-Virtualisierung über den Lebenszyklus des Geräts bis zu 41 % weniger CO₂-Emissionen als ein vergleichbares PC-System. Ein Unternehmen, das seine PC-Arbeitsplätze auf Thin Clients umstellt, kann seinen CO₂-Ausstoß um über 350 kg pro Platz reduzieren und dabei die Energiekosten wie auch Verwaltungsaufwände erheblich senken. Das Potenzial von Green Office Computing hat eine Studie des Borderstep Institutes im Rahmen des MaResS Projektes von Bundesumweltministerium und Umweltbundesamt untersucht.¹

¹ Roadmap »Ressourceneffiziente Arbeitsplatz-Computerlösungen 2020«, www.bitkom.org/de/publikationen/38338_69002.aspx

4 Allgemeine Begrifflichkeiten der Virtualisierung

Die Thematik der Virtualisierung im Allgemeinen hat viele neue Technologien, Konzepte, Architekturen und damit neue Fachbegriffe in die IT eingeführt. Die Darstellung dieser Technologien und Konzepte würde den Rahmen des vorliegenden Dokumentes sprengen. Deshalb verweisen wir an dieser Stelle nochmals auf den BITKOM Leitfadenserver-Virtualisierung. Der Leitfaden beschäftigt sich mit vielen Aspekten der Virtualisierung; die Einführung in die Thematik bzw. eine Begriffserläuterung befindet sich im Leitfaden Server-Virtualisierung – Teil 1: Business Grundlagen bzw. im BITKOM-Virtualisierungsglossar².

■ 4.1 Allgemein

Der Begriff Virtuelle Desktops oder auch Desktop-Virtualisierung, Client-Virtualisierung bzw. Virtuelle Desktop Infrastruktur (VDI) wird seit dem Aufkommen der Virtualisierung verstärkt verwendet. Man versteht darunter, dass anstelle eines physischen Arbeitsplatzcomputers ein virtueller PC per Software auf einem physischen Server ausgeführt wird. Meist werden mehrere virtuelle PCs isoliert voneinander auf einem Server betrieben.

In Abgrenzung dazu gibt es schon seit 1998 die Technologie des Terminal Servers, bei der »virtuelle« Arbeitsumgebungen bereitgestellt werden. Bei dieser Technologie teilen sich die Benutzer das Betriebssystem und sind nicht voneinander isoliert.

Beide Technologien ergänzen sich. Die Desktop-Virtualisierung stellt vor diesem Hintergrund eine vielversprechende Erweiterung des Terminalserver-Konzeptes dar. Statt mehrere Benutzersitzungen auf einem Betriebssystem zu hosten, kann mittels Virtualisierung pro Benutzer eine individuelle Betriebssystem-Instanz bereitgestellt werden. Auf diese Weise lässt sich der Einsatz von energiesparenden Thin Clients auf Arbeitsplätze ausdehnen,

an denen auf Grund technischer Anforderungen bislang individualisierte Workstations erforderlich waren. Die erforderliche Rechenleistung kann dabei nach Bedarf zentral bereitgestellt werden.

■ 4.2 Funktionsweise

Die Desktop-Virtualisierung ist ein Verfahren, das mehreren Benutzern gleichzeitig und unabhängig voneinander die Ausführung von Anwendungsprogrammen auf einem entfernten Computer (Host) erlaubt. Bei der Virtualisierung von Desktop-Computern werden in einem Host individuell konfigurierte Betriebssysteminstanzen für einzelne Anwender bereitgestellt. Jeder Anwender arbeitet also in einer eigenen virtuellen Systemumgebung, die sich im Prinzip wie ein vollständiger lokaler Computer verhält. Dies grenzt sich ab zur Bereitstellung eines Terminalservers, bei dem sich mehrere Anwender die Ressourcen eines einzigen speziell konfigurierten Betriebssystems teilen. Vorteile eines virtuellen Clients liegen in der Möglichkeit der Individualisierung und des Betriebs der Hosts an einem zentralen Standort. Die Ressourcenoptimierung liegt dabei in der gemeinsamen Nutzung der Hardware, welche aufgrund der redundant bereitgestellten Betriebssysteme (und dem damit verbundenen Ressourcenbedarf) nicht die gleiche Effizienz wie bspw. bei einer Terminalserverlösung erzielt werden kann.

Folgende Komponenten sind beim Aufbau einer Clientvirtualisierungsinfrastruktur beteiligt bzw. müssen berücksichtigt werden:

- Präsentationskomponente: Hardware für die Endanwender (z.B. Thin Client, Laptop, Fat Client, mobiles Gerät)

¹ www.bitkom.org/de/publikationen/38337_40545.aspx als .pdf

- **Vermittlungs- und Verwaltungskomponente:** Komponente, welche für den Aufbau, Konfiguration und Auslieferung der virtuellen Desktops dient (z.B. Provisioning) und unterschiedliche Anwendungsquellen im virtuellen Desktop darstellt (z.B. gestreamte Anwendungen)
- **Virtualisierungskomponente:** Plattform für die Virtualisierung der Clientbetriebssysteme

■ 4.3 Weitere Begriffe

Aufgrund der relativ neuen Technologie existieren viele Begriffe, deren Bedeutung noch nicht exakt festgelegt ist. Im Folgenden werden deshalb einige technologische Konzepte benannt und beschrieben:

Serverbasierend (Verwendung von Ressourcen der Serverhardware):

- **Serverbasierte Bereitstellung von gemeinsam verwendeten Desktops und Anwendungen bzw. Desktop-Virtualisierung auf Terminalserver -> klassisches Serverbased Computing (Terminalserver),** wie man es bereits seit einigen Jahren in der IT Anwendung findet
- **Serverbasierte Bereitstellung von exklusiv verwendeten Desktops und Anwendungen (VDI)**

Clientbasierend (Verwendung von Ressourcen eines Clientsystems, oftmals auch als »Offline Desktop/Client« bezeichnet):

- **Clientbasierte Bereitstellung von Desktops (gehostet)-> d.h. ein virtuelles Betriebssystem wird als Gast auf einem vorhandenen Host Betriebssystem ausgeführt**
- **Clientbasierte Bereitstellung von Desktops (baremetal) -> das virtuelle Betriebssystem wird nativ auf der Clienthardware ausgeführt (Clienthypervisor) und benötigt kein Hostbetriebssystem**

Bei der »Applikationsvirtualisierung« werden Anwendungen als Container, mit allen für die Ausführung relevanten Komponenten, bereitgestellt. Die Anwendung kann dadurch ausgeführt werden, ohne auf dem Clientsystem installiert worden zu sein. Die Applikationsvirtualisierung kann dabei völlig unabhängig von der Desktopstrategie, sei es klassisch lokal, auf Terminal-Servern oder auf virtuellen Desktops, verwendet werden.

Eine weitere Möglichkeit der Bereitstellung von Betriebssystemumgebungen auf Clientsystemen ist das sogenannte »Streaming«. Dabei werden den Clientsystemen relevante Teile der Betriebssystemumgebung bei Bedarf von einem Serversystem übertragen. Sämtliche Rechenleistung übernimmt dabei das Clientsystem. Die Streamingtechnologie findet ebenfalls im Bereich der Applikationsvirtualisierung Anwendung, d.h. nur benötigte Teile einer Applikation werden an das Clientsystem übertragen und dort ausgeführt.

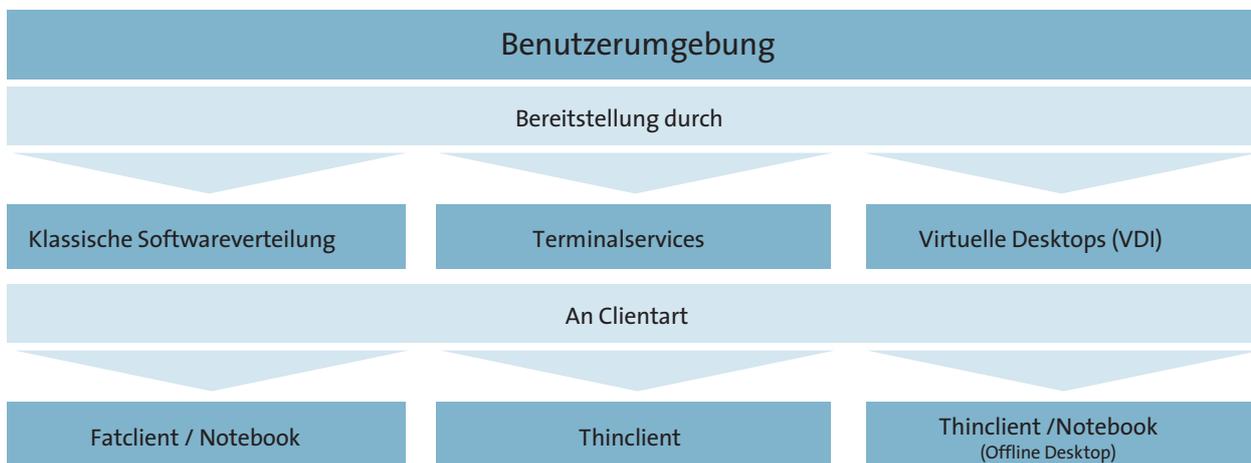
Der sogenannte »Connection Broker« übernimmt in einer virtuellen Umgebung die Zuweisung von virtuellen Desktops an die Benutzer. Er kann aber auch andere Technologien mit einbeziehen (z.B. Terminalservices) und, je nach festgelegter Konfiguration, Benutzer mit unterschiedlichen Nutzungsprofilen entsprechende Arbeitsumgebungen (Desktops) flexibel zur Verfügung stellen.

■ 4.4 Thin Clients

»Thin Client« bezeichnet einen Computer als Endgerät (Terminal) eines Netzwerkes, dessen funktionale Ausstattung auf die Ein- und Ausgabe beschränkt ist. Damit steht der Thin Client dem Konzept des Fat Client (PC) gegenüber. Ein Fat Client ist neben der Ein- und Ausgabe auch für die lokale Verarbeitung der Daten zuständig. Lediglich zur Kommunikation und Datenspeicherung werden Dienste eines Servers genutzt. Die amerikanische Environmental Protection Agency (EPA) und auch die Europäische Kommission in Brüssel definieren Thin Clients im Rahmen der Spezifikation des (EU) Energy Star 5.0 Programms wie folgt:

Thin Client: Ein unabhängig(er) mit Strom versorgter Computer, der auf eine Verbindung zu entfernten Rechenressourcen angewiesen ist, um seine primäre Funktionalität zu erhalten. Die hauptsächliche Rechenleistung (wie z.B. Programmausführung, Datenspeicherung, Interaktion mit anderen Internet Ressourcen, usw.) wird mittels der entfernten Rechenressourcen durchgeführt.

■ 4.5 Übersicht Einsatzszenarien Thin Clients



■ 4.6 Fazit

Alle diese Technologien können miteinander kombiniert werden. Bei der Entscheidung, in welchem Umfang dies geschehen soll, spielt das individuelle Kosten/Nutzen-Verhältnis eine Rolle. Eine bessere Automatisierung der IT wirkt sich hier positiv, eine höhere technische Komplexität u.U. negativ aus.

5 Clientbereitstellung

Das nachfolgende Kapitel wird auf die aktuellen Herausforderungen bei der Bereitstellung der optimalen Arbeitsplatz-IT (Clientbereitstellung) eingehen, Probleme darstellen und aufzeigen wo und in welchem Umfang eine Client Virtualisierung vorhandene Probleme lösen bzw. den Clientbetrieb weiter optimieren kann.

■ 5.1 Etablierte Verfahren und Aufgaben zur Clientbereitstellung

Die Aufgaben der IT-Abteilung bei der Bereitstellung von Clientsystemen für die Benutzer sind ebenso vielfältig wie die Verantwortlichkeiten, Prozesse und Aufgaben in den verschiedenen Unternehmen. Die nun nachfolgende Darstellung der Aufgaben beleuchtet verstärkt die technischen Aspekte. Organisatorische Aspekte wie bspw. Beschaffung von Clientsystemen, Inventarisierung, Asset Management, Berechtigungspflege- und Änderungen (Benutzer, Gruppen und Rollen), etc. welche als Element des PC Lifecycles berücksichtigt werden müssen, werden an dieser Stelle nicht beschrieben, da diese beim Einsatz einer virtualisierten Clientinfrastruktur weitgehend bestehen bleiben.

5.1.1 Bereitstellung und Einrichtung des Clientsystems

Der IT-Abteilung obliegt die Aufgabe der Bereitstellung der Arbeitsplatz-PC Systeme für die Benutzer. Dabei müssen Hard- und Software der PC Systeme konfiguriert und eingerichtet werden.

Herausforderung:

Betriebssysteme müssen clientspezifisch unter Berücksichtigung der vorhandenen Hardware erstellt und an jedes Clientsystem einzeln ausgeliefert werden. Bei der »Betankung« von Clientsystemen mit dem Betriebssystem können Hardwareprobleme auftreten, welche einen manuellen Eingriff bzw. Nachkonfiguration erfordern. Meist unterliegen die vom Hersteller ausgelieferten Clientsysteme einem Produkt-Lebenszyklus, der kürzer als die Nutzungsdauer ist, so dass bei Neuanschaffungen aufwendige Tests, ggf. auch eine Umkonfiguration der Betankungssoftware notwendig sein können.

5.1.2 Bereitstellung und Pflege von Betriebssystemkomponenten

Betriebssystemkomponenten der Clientsysteme müssen gewartet und gepflegt werden, (z.B. Patches) um die Systemsicherheit und Stabilität gewährleisten zu können.

Herausforderung:

Softwareaktualisierungen (z.B. auf Betriebssystem, Sicherheitssoftware und Applikationsebene) erfolgen zwar an zentraler Stelle, dennoch muss für jedes Clientsystem eine Überwachung verfügbar sein und ggf. nachgebessert werden.



5.1.3 Bereitstellung und Pflege von Sicherheitssoftware

Die Clientumgebung (Betriebssystem- und Anwendungen) muss mit Sicherheitssoftware (z.B. Virenschanner, Verschlüsselung, Personal Firewall, Policies, etc.) geschützt werden. Diese Komponenten müssen ebenfalls gepflegt werden.

Herausforderung:

Softwareaktualisierungen (z.B. auf Betriebssystem, Sicherheitssoftware und Applikationsebene) erfolgen zwar an zentraler Stelle, dennoch muss für jedes Clientsystem eine Überwachung verfügbar sein und ggf. nachgebessert werden.

5.1.4 Bereitstellung und Pflege von Anwendungen unter Berücksichtigung von Inkompatibilitäts- und Versionskonflikten

Anwendungen müssen seitens der IT-Abteilung gepflegt werden. Dabei muss sichergestellt sein, dass Anwendungen untereinander, aber auch dem Betriebssystem gegenüber, kompatibel gehalten und Konflikte vermieden werden (z.B. Durchführung von Anwendungstests), welches ggf. zu Dateninkonsistenzen und/oder Ausfall von Clientsystemen führen kann.

Herausforderung:

Die Durchführung von Anwendungstests für eine Vielzahl von unterschiedlichen Systemen stellt einen enormen Aufwand für die IT-Abteilung dar. Um dieses Problem zu minimieren, nutzen einige Unternehmen bspw. die langjährig etablierte Terminalservertechnologie für die Anwendungsbereitstellung, um nur auf einem System für eine große Benutzeranzahl die Applikation zu pflegen. Dabei muss darauf geachtet werden, dass die Anwendungen terminalserverfähig sind, was beim Einsatz proprietärer Software oftmals nicht der Fall ist.

5.1.5 Backup und Recoverymaßnahmen von Clientsystemen (z.B. individuelle Benutzereinstellungen, lokal abgelegte Daten)

Obwohl die meisten Unternehmen eine Richtlinie erlassen haben, welche die Benutzer verpflichtet Ihre Daten auf zentral bereitgestellten Ressourcen abzulegen und die IT-Abteilung darüber hinaus ein zentrales Profilmanagement betreibt, passiert es immer wieder, dass Daten aufgrund von Clientausfällen verloren gehen. Die IT-Abteilung muss sich deshalb mit den Fragen der Datensicherung & -wiederherstellung auseinandersetzen. Dies gilt insbesondere für mobile Systeme (z.B. Notebooks).

Herausforderung:

Lokal gespeicherte Daten können aufgrund von Clientausfällen verloren gehen.

5.1.6 Bereitstellen einer Servicehotline/ Ansprechpartner für die Benutzer/Vor-Ort Service

Die IT-Abteilung ist i.d.R. erster Ansprechpartner bei Problemen der Benutzer. Ein Unternehmen muss hierfür einen zentralen Ansprechpartner zur Verfügung stellen. Desweiteren muss bei einem klassischen Betrieb von Fatclientsystemen i.d.R. bei Defekten oder Hardwareproblemen eine IT Servicekraft Vor-Ort beim Benutzer zur Verfügung stehen.

Herausforderung:

Hoher Kostenfaktor bei der Bereitstellung von Personal Vor-Ort beim Benutzer.

5.1.7 Organisation und Durchführung von Umzügen einzelner Benutzer bzw. Fachabteilungen

Die IT-Abteilung unterstützt i.d.R. Umzüge von Benutzern & Fachabteilungen und richtet die Arbeitsplätze entsprechend ein.

Herausforderung:

Hoher Kostenfaktor bei der Bereitstellung von Personal Vor-Ort beim Benutzer für Umzüge.

5.1.8 Entsorgung von PC Systemen

Die IT-Abteilung ist für die fachgerechte Entsorgung des Clientsystems nach Beendigung des PC Lifecycles verantwortlich und stellt sicher, dass sämtliche Daten und Konfigurationen welche ggf. auf dem Clientsystem vorhanden sind, Dritten nicht zugänglich gemacht werden können.

Herausforderung:

Die datenschutzkonforme Vernichtung von Daten ist meist sehr aufwändig und kann bei nicht korrekt erfolgter Durchführung zu einem Sicherheitsproblem für das Unternehmen werden.

Die genannten Punkte betreffen nur einige Bereiche des Aufgabenspektrums der IT-Abteilungen, dafür allerdings die für den Betrieb entscheidenden.

■ 5.2 Die Grenzen des Terminalservers

Im Folgenden werden Szenarien aufgezeigt, bei denen der Einsatz einer Terminalserverlösung an seine Grenzen stößt.

- **Individuelle Anpassungen der Benutzerumgebung**
Die individuelle Anpassung der Benutzerumgebung ist bei der Nutzung einer Terminalserverlösung nur eingeschränkt möglich. Dem Benutzer werden i.d.R. nur Änderungen und Anpassungen innerhalb der Einstellungen, welche im Benutzerprofil abgespeichert werden gestattet. Eine Individualisierung der Anwendungen je Benutzer, oder durch den Benutzer selbst, ist nicht möglich. [Anbindung Peripherie, Redirektion, etc.]
- **Softwarefehler/starke Ressourcennutzung**
Da sich viele Benutzer eine Arbeitsumgebung (Desktop) teilen und diese nur logisch durch Sessions voneinander getrennt werden, kann das Benutzerverhalten einen erheblichen Einfluss auf das gesamte System haben, bzw. dieses auch zum Absturz bringen. Im Falle einer Störung wäre dann eine relativ große Benutzergruppe betroffen
- **Mobilität**
Die klassische Terminalserverlösung setzt eine ständige Verbindung zum Terminalserver im Rechenzentrum seitens des Clientsystems voraus. Dies bedeutet, dass die Nutzung von Anwendungen ohne permanente Verbindung zum Rechenzentrum nicht möglich ist.
- **Nutzung von grafikintensiven Anwendungen**
Die Nutzung von grafikintensiven Anwendungen ist bisher bei einer klassischen Terminalserverinfrastruktur nur eingeschränkt möglich. Dies liegt primär daran, dass die grafischen Ressourcen eines Serversystems von unterschiedlichen Benutzern gleichzeitig verwendet werden bzw. spezielle Grafikkarten nicht in die Serversysteme verbaut werden können. Auch spielt meist das zur Verfügung stehende Übertragungsprotokoll eine Rolle bei der Darstellung von grafischen Elementen.

6 Wie verändert die Clientvirtualisierung die Clientbereitstellung?

■ 6.1 Die Vision

Die effektivste Bereitstellung eines PC-Arbeitsplatzes erfolgt über die Aktivierung in einem Portal, z.B. durch den Fachbereich, durchgängig automatisiert, ohne manuelle Tätigkeiten der IT-Abteilung.

■ 6.2 Was steckt hinter dieser Vision

Eine durchgängig automatisierte, virtuelle Clientinfrastruktur führt zu entsprechenden organisatorischen Veränderungen bei der Bereitstellung von IT-Ressourcen für die Anwender. Sowohl in der Fachabteilung, als auch in der IT-Abteilung. Bisher manuell verrichtete Vorgänge werden automatisiert. IT-Ressourcen am Endgerät entfallen. Die im Rechenzentrum bereitgestellte Rechenleistung, stark konsolidiert und hoch automatisiert, muss entsprechend fachkundig betrieben werden.

■ 6.3 Betriebsprozesse & Funktionsweise virtueller Clientinfrastruktur

Im Gegensatz zur traditionellen Desktop-PCs Bereitstellung und Verwaltung, verlagert die Client-Virtualisierung sowohl Anwendungen als auch Betriebssysteme von den Endgeräten in das Rechenzentrum. Die IT-Abteilung kann Desktops so als On-Demand-Services betreiben.

Administratoren können alle notwendigen Installationen auf den zentralen Servern vornehmen und sind in der Lage, flexibel auf neue Anforderungen zu reagieren. So lassen sich etwa Migrationen auf neue Betriebssystem-Versionen beschleunigen und vereinfachen: Durch die Abkopplung des Benutzer-Desktops vom Endgerät sind IT-Abteilungen beispielsweise in der Lage, den Wechsel auf Windows 7 kürzer als beim klassischen Ansatz für das gesamte Unternehmen durchzuführen.

Es besteht die Möglichkeit, das Management der virtuellen Desktops dabei so zu gestalten, das Betriebssystem, Anwendungen und Benutzereinstellungen getrennt bereitgestellt und »on demand« verknüpft werden. Durch die dynamische Kopplung reduziert sich der administrative Aufwand, da das Desktop-Betriebssystem, die Applikationen und Benutzerprofile an zentraler Stelle verwaltet und vor allem, gepflegt werden können.

Wenn ein Benutzer sich anmeldet, wird er automatisch identifiziert und erhält alle notwendigen Applikationen und Dokumente über seinen virtuellen Desktop bereitgestellt. Benutzer können von jedem beliebigen Ort aus und mit unterschiedlichen Endgeräten auf ihre persönliche Arbeitsumgebung zugreifen. Dabei werden keine Daten oder Applikationen auf dem Endgerät gespeichert.

■ 6.4 Nutzen und Vorteile für den IT Betrieb

Durch die bereits im vorangegangenen erläuterten Möglichkeiten, welche eine Client-Virtualisierung eröffnet, ergeben sich für die IT-Abteilungen i.d.R. Einsparungen in der Durchführung des alltäglichen Betriebsprozess im Vergleich zu einer klassischen Fat Client Umgebung. Mit Desktop-Virtualisierungstechnologien können Unternehmen das traditionelle, kosten- und zeitintensive Lifecycle-Management von Desktop-PCs effizienter gestalten. Dabei wird den immer stärker werdenden Anforderungen an Wirtschaftlichkeit, Sicherheit und Flexibilität Rechnung getragen

6.4.1 Management virtueller Clientumgebungen

Das zentralisierte Management der Desktops reduziert den Administrationsaufwand und damit die laufenden IT-Kosten. Das gesamte Desktop Lifecycle Management wird durch den Ansatz »einmal managen – überall bereitstellen« im Vergleich zum klassischen dezentralen Ansatz vereinfacht. Es erfolgt eine zentrale Bereitstellung, Administration und Pflege sämtlicher Clientkomponenten. Die bestehenden Fat Clients werden durch Thin Clients ersetzt, welche eine deutlich reduzierte Pflege und Troubleshooting mit sich bringen und dadurch die Vor-Ort Präsenz einer qualifizierten IT Kraft nicht mehr notwendig machen.

6.4.2 Anwendungsbereitstellung

Die Anwendungsbereitstellung erfolgt, ähnlich wie beim Terminalserver, zentral. Dadurch ist es möglich, eine klare und durchgängige Anwendungs- und Versionsverwaltung zu verfolgen und umzusetzen. Ebenso reduziert sich der Aufwand durch die zentrale Bereitstellung neuer Applikationen. Dabei sind unterschiedliche Arten der Bereitstellung von Anwendungen möglich (z.B. Anwendungsvirtualisierung- und Streaming, direkte Integration von Anwendungen in ein Basisimage) und schaffen dadurch eine flexible, wirtschaftliche und kontrollierte

Anwendungsbereitstellung. Durch die angesprochene Anwendungsvirtualisierung und der damit verbundenen Anwendungskapselung, treten auch keine Treiberprobleme, Inkompatibilitäten oder Versionskonflikte zwischen Anwendungen und Betriebssystem auf.

6.4.3 Die Rolle der Clientsysteme in virtuellen Umgebungen

Die Hardware- und Infrastrukturkosten reduzieren sich in einer virtuellen Clientumgebung im Vergleich zu einer klassischen Fatclientinfrastruktur. Da die Betriebssysteme und die Rechenleistung auf den Servern vorgehalten werden, spielt die Leistung der Arbeitsplatzgeräte keine bedeutende Rolle mehr. Als Endgeräte können auch Desktop-Rechner mit geringer Hardwareausstattung oder stromsparende und wartungsarme Thin Clients eingesetzt werden. Desktop-Virtualisierung entkoppelt damit die Lebenszyklen von Hardware und Betriebssystem und sorgt so für besseren Investitionsschutz.

Auch bei Umzügen der Benutzer/Fachbereiche fallen aufgrund der Anonymität der Clientendgeräte, wegen der Funktion als Terminal, reduzierte Umzugsaufwände an, da die Clientsysteme am Arbeitsplatz verbleiben können.

6.4.4 Sicherheit und Verfügbarkeit

Alle Anwendungen und Daten werden zentral vorgehalten und können automatisiert gesichert werden. Die Administratoren haben dadurch volle Kontrolle über die Sicherheit der Desktop-Umgebung: Sensible Geschäftsinformationen liegen nicht auf möglicherweise ungeschützten Endgeräten, sondern gut gesichert auf zentralen Servern. Außerdem können die Administratoren sicherstellen, dass alle Desktop-Umgebungen die neueste Anti-Viren-Software und die aktuellsten Sicherheits-Patches nutzen. Ein weiterer Aspekt ist die hohe Desktop-Verfügbarkeit: Auch beim Ausfall eines Endgeräts gehen keine Daten verloren und der Benutzer kann innerhalb kürzester Zeit wieder in seiner gewohnten Umgebung arbeiten. Auch die Möglichkeit der dynamischen Ressourcenskalisierung ermöglicht es, bei Bedarf,

für individuelle Benutzerarbeitsplätze mehr Ressourcen in Form von bspw. Prozessorleistung oder Arbeitsspeicher zur Verfügung zu stellen.

6.4.5 Vorteile gegenüber Terminalserverlösung

Wie bereits erwähnt, erweitert die Desktop-Virtualisierung das Konzept des Terminalservers. So können bspw. Applikationen durch Desktop-Virtualisierung nun für ein Server-basiertes IT-Konzept nutzbar gemacht werden. Auch vormals nicht Terminalserverfähige Applikationen können mit ihren benötigten Ressourcen und Umgebungen virtualisiert werden. Die in Kapitel »5.2 Die Grenzen des Terminalservers« angesprochene Limitierung wird durch eine Desktop-Virtualisierung überwunden.

■ 6.5 Nutzen und Vorteile für die Anwender

Für Endanwender bietet Desktop-Virtualisierung Flexibilität. Der Benutzer-Desktop ist nicht mehr an ein bestimmtes Endgerät gebunden und kann via Internet an jedem beliebigen Ort genutzt werden, z.B. im Home Office, im Hotel oder bei einem Kunden-Termin. Auch mit mobilen Endgeräten wie Smartphones oder Tablet PCs wird jetzt der Zugriff auf die persönliche Arbeitsumgebung möglich. Self-Service-Portale erlauben es Anwendern künftig sogar, ihren Desktop und Anwendungen nach eigenen Anforderungen selbst zusammenzustellen. Zudem profitieren Endanwender bei Desktop-Virtualisierung von optimierter Performance, da diese nicht mehr von den Prozessor- und Speicherressourcen des Endgeräts abhängig ist. Bei einer dynamischen Zusammenstellung des virtuellen Desktops erleben die Anwender auch keine allmähliche Verschlechterung der System-Performance mehr – stattdessen ist der virtuelle Desktop stets voll leistungsfähig und auf dem aktuellsten Stand.

7 Weitere Aspekte der Clientvirtualisierung

Bei der Einführung einer Clientinfrastrukturlösung gibt es verschiedene Aspekte zu berücksichtigen, welche an dieser Stelle nur kurz benannt, allerdings in der vorliegenden Version des Leitfadens nicht näher betrachtet werden.

■ 7.1 Lizenzierung in virtuellen Umgebungen

Das Thema der Lizenzierung in virtuellen Umgebungen spielt eine wichtige Rolle bei Einführung einer Desktop-Virtualisierungslösung. So haben in der Vergangenheit viele Unternehmen aus dem IT Bereich Ihr Lizenzmodell den neuen Gegebenheiten angepasst und umgestellt. Um eine rechtlich einwandfreie Lizenzierung von eingesetzten Betriebssystem- und Anwendungskomponenten sicherzustellen, ist eine Vorabevaluierung möglicher bzw. geänderter Lizenzierungsszenarien vorzunehmen. Auch die Lizenzierung der eigentlichen Desktop-Virtualisierungskomponenten ist zu berücksichtigen.

■ 7.2 Architekturentscheidung virtueller Umgebungen

Bei der Einführung von Clientvirtualisierung muss die IT-Infrastruktur angepasst werden. So wird durch die Verlagerung sämtlicher Clientressourcen in das Rechenzentrum der Bedarf an Rechenleistung, Leistung des Storage-Systems (auch kapazitätsbezogen) aber auch an Klimaleistung etc. steigen. Deshalb ist vorab festzustellen, welche Auswirkungen die Verlagerung der Clientsystemressourcen in das Rechenzentrum nach sich zieht, damit es nicht während der Implementierung zu Ressourcenengpässen kommt.

■ 7.3 Entscheidungen Clientdesign

Ein weiterer wichtiger Punkt bei der Überlegung zur Einführung einer virtuellen Desktopinfrastruktur ist die Thematik der Individualisierung. Zwar zentralisiert eine Desktop-Virtualisierung die Benutzerumgebung und vereinfacht dadurch das Management der Clients, jedoch verhält sich ein virtueller Desktop in vielerlei Hinsicht wie ein physischer Desktop. Dies bedeutet konkret, dass bspw. ein Benutzer eines virtuellen Desktops mit individuellen Installationsrechten seinen personalisierten Desktop durch ungeprüfte Installationen oder Änderungen in einen instabilen Zustand bringen kann, sofern keine Anwendungsvirtualisierung zum Einsatz kommt (z.B. Anwendungs- und Versionskonflikte). Für die IT-Abteilung bedeutet dies Aufwände zur Herstellung der individuellen, benutzerspezifischen Arbeitsumgebung, ähnlich wie bei einem physischen PC System. Deshalb spielt die Standardisierung und die Etablierung klarer Richtlinien eine entscheidende Rolle bei der Einführung einer virtuellen Desktopinfrastruktur.

8 Thin Clients und Cloud Computing: Virtuelle Desktops aus der Wolke

Cloud Computing und Desktop-Virtualisierung sind zwei IT-Trends, die sich konzeptionell sehr gut ergänzen. Viele Unternehmen, die in den vergangenen Jahren bereits Benutzer-Desktops und Endgeräte entkoppelt haben, dürften daher in Zukunft noch einen Schritt weitergehen. Statt die virtuellen Desktops auf eigenen Servern zu betreiben, werden sich IT-Verantwortlichen immer häufiger entscheiden, die Desktops zu einem externen Cloud Provider zu verlagern. Der Desktop wird damit zum Service, der flexibel über das Web bezogen wird und ortsunabhängig genutzt werden kann. Von der Flexibilität dieses Ansatzes profitieren sowohl Anwender als auch Administratoren. Zusätzliche Anwendungen oder Benutzer lassen sich in der Regel sehr schnell und einfach hinzu buchen – über Self-Service-Tools können die Anwender den Cloud-basierten Desktop häufig sogar selbst an ihre individuellen Anforderungen anpassen. Abgerechnet wird bei diesem Modell typischerweise nach der tatsächlichen Nutzung von Desktops, Anwendungen, Rechenleistung und Speicherkapazitäten.

Thin Clients sind als Endgeräte für ein »Desktop-as-a-Service« (DaaS)-Konzept prädestiniert. Wenn die gesamte IT-Umgebung über das Web bereitgestellt wird und alle Daten online gespeichert werden, genügt am Arbeitsplatz ein schlankes Endgerät ohne eigene Festplatte. Allerdings stellen auch Cloud-basierte Desktoplösungen bestimmte Anforderungen an die Client-Hardware, die bei der Konzeption einer DaaS-Lösung berücksichtigt werden sollten.

- Unterstützung für unterschiedliche Bereitstellungsmethoden: Der Desktop aus der Cloud ist in vielen Fällen ein hybrides Konstrukt: Während der Basis-Desktop zum Beispiel in der Private Cloud-Umgebung eines Rechenzentrumsdienstleisters betrieben wird, stammen einzelne Anwendungen möglicherweise von öffentlichen Cloud Service-Providern. Der Thin Client sollte daher nicht nur mit einem Internet-Browser (inklusive Laufzeitumgebung und Plug-Ins)

ausgestattet sein, sondern auch mit der jeweils benötigten Client-Software für den Zugriff auf virtuelle Desktops und Applikationen.

- Erweiterungsmöglichkeiten: Um die Thin Clients auch mit zukünftigen Cloud-basierten Angeboten nutzen zu können, sollten sich die Software-Komponenten wie Internet-Browser und Add-ons auf dem Endgerät möglichst einfach und effizient aktualisieren lassen. Unter Umständen kann es dabei auch notwendig sein, alternative Browser-Produkte auf dem Client zu installieren, um die technischen Voraussetzungen des Cloud-Providers zu erfüllen.
- Sicherheit: Wenn virtuelle Desktops und Anwendungen nicht über das interne Unternehmensnetzwerk bereitgestellt werden, sondern über das öffentliche Internet, gewinnt das Thema Security enorm an Bedeutung. Administratoren müssen dabei sowohl an die Verschlüsselung der Internet-Verbindungen denken, als auch an die Absicherung des Browsers auf dem Thin Client und den umfassenden Schutz des Endgeräts vor Bedrohungen aus dem Web.
- Management und Benutzer-Support: Management und Wartung der Thin Clients sowie der laufende Benutzer-Support sollten sich bei einer DaaS-Lösung im Idealfall ebenfalls online durchführen lassen. Unternehmen, die die Betreuung ihrer Desktop-Infrastruktur komplett auslagern wollen, benötigen daher Thin Clients, die eine webbasierte Fernadministration unterstützen.

9 Fazit

Die Desktop-Virtualisierung stellt als Technologie eine weitere Entkopplungsstufe im Betrieb von IT-Endgeräten dar. Damit ist eine technologische Grundlage geschaffen, zunehmende Flexibilitäts- und Mobilitätsanforderungen mit zentraler Ressourcenbereitstellung (im DataCenter) zu ermöglichen. Dieser Flexibilitätsgewinn ermöglicht zukünftig ganz andere Client-Betriebskonzepte, vollständig automatisiert und in einer industrialisierten IT bereitgestellt, u. a. in der Cloud. Die klassische Fat Client Bereitstellung bzw. die der Benutzerarbeitsplätze wird dabei zunehmend abgelöst. Treiber ist hierbei in erster Linie, wie bereits erwähnt, die weitere Flexibilisierung und dennoch wirtschaftliche Sicherstellung des IT Betriebs.

Auch unter Umweltaspekten bewirkt die Virtualisierung der Desktops, gemeinsam mit dem Einsatz von energieeffizienten Clientsystemen wie bspw. den Thin Clients, eine ressourcenschonende Alternative im Vergleich zu derzeitigen PC-Endgeräten.

10 Ausblick

Die zunehmende Industrialisierung und Automatisierung der IT in allen Bereichen wird es zukünftig ermöglichen, diverse IT-Leistungen als standardisiertes Produkt „von der Stange“ nutzen zu können. Dies trifft im besonderen Maße auf Services zu, welche einen hohen Standardisierungsgrad mit sich bringen. Schon heute sind Begriffe wie SaaS, IaaS oder DaaS zunehmend am Markt anzutreffen. Auch wird der Anwender zukünftig noch flexibler und individueller auf Fachanwendungen zugreifen wollen, von überall, zu jedem Zeitpunkt und von jedem beliebigen Endgerät aus. Die IT-Organisation muss entsprechend aufgestellt sein und die Leistungen bereitstellen. Selfservices werden Möglichkeiten bieten, die eine durchgängige Automatisierung von Anwendungs- und Clientservices ermöglichen. Für eine zukunftsfähige IT-Organisation wird es maßgeblich und entscheidend sein, auch die Clientservices schnell und effizient bereitzustellen. Hierzu sind nicht nur die technologischen Konzepte, sondern auch die klassischen IT-Strukturen zu betrachten und ggf. zu überdenken.

Besonders das Cloud-Computing wird die Rolle, die Architektur und die Prozesse der Unternehmens-IT verändern. Die Anwendungen und Daten befinden sich dabei nicht mehr auf dem lokalen Rechner oder im Firmenrechenzentrum, sondern in der Wolke (engl. cloud), die üblicherweise das Internet in gängigen Netzwerkdiagrammen repräsentiert. Die gerade entstehenden Clouds werden als „Private Cloud“, bzw. „Public Cloud“ bezeichnet. Sogenannte „Hybrid Clouds“ sind eine Mischform. Der Zugriff auf die entfernten Systeme erfolgt über ein Netzwerk, beispielsweise das Internet.



dem Bildschirm erleichtern
Sie und weitere Elemente auf dem Bildschirm ändern, indem Sie eine dieser Optionen
auf einem Teil des Bildschirms vorübergehend vergrößern möchten, verwenden Sie die

Der Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V. vertritt mehr als 1.700 Unternehmen, davon über 1.100 Direktmitglieder mit etwa 135 Milliarden Euro Umsatz und 700.000 Beschäftigten. Hierzu gehören fast alle Global Player sowie 800 leistungsstarke Mittelständler und zahlreiche gründergeführte, kreative Unternehmen. Mitglieder sind Anbieter von Software und IT-Services, Telekommunikations- und Internetdiensten, Hersteller von Hardware und Consumer Electronics sowie Unternehmen der digitalen Medien und der Netzwirtschaft. Der BITKOM setzt sich insbesondere für eine Modernisierung des Bildungssystems, eine innovative Wirtschaftspolitik und eine zukunftsorientierte Netzpolitik ein.



Bundesverband Informationswirtschaft,
Telekommunikation und neue Medien e.V.

Albrechtstraße 10 A
10117 Berlin-Mitte
Tel.: 030.27576-0
Fax: 030.27576-400
bitkom@bitkom.org
www.bitkom.org