

## 6 Basistechnologien

- Cloud Computing hat aus dem Grid Computing wesentliche Impulse und Technologien übernommen.
- Auch Konsolidierung und Virtualisierung bilden „Elemente des Gencodes“ im Cloud Computing.
- Service-orientierte Architekturen und Cloud Computing sind zwei einander ergänzende, orthogonale Konzepte. Unternehmen, die SOA-Initiativen gestartet haben, werden Cloud Computing leichter nutzen können.

### ■ 6.1 Grid Computing

#### 6.1.1 Basisprinzipien

Die Idee des Grid Computings wurde 1997 am Argonne National Laboratory geboren<sup>31</sup>. Grid Computing ist eine Form des verteilten Rechnens, bei dem ein „virtueller Supercomputer“ aus einem Cluster lose gekoppelter Computer erzeugt wird. Ein Grid koordiniert Ressourcen, die nicht einer zentralen Instanz untergeordnet sind und verwendet offene, standardisierte Protokolle und Schnittstellen, um Rechen- und Speicherkapazitäten über das Internet bereitzustellen.

Die Grundidee des Grid Computings besteht darin, Rechenkapazitäten und Informationen über die Grenzen von Organisationseinheiten in einer sicheren und effizienten Weise gemeinsam zu nutzen. Auf diese Weise lassen sich Probleme lösen, die mit beschränkten lokalen Rechnerkapazitäten nicht zu bewältigen gewesen wären.

Grid Computing basiert auf drei Basisprinzipien der Technologie:

- Standardisierung,
- Abstraktion von Hardware und
- Automatisierung.

Der Zugriff auf alle verfügbaren Rechner im Grid erfolgt über standardisierte Schnittstellen. Dabei gelangen automatisierte Verteilungsmechanismen der Rechenaufgaben zum Einsatz. Die Standardisierung erlaubt es, auf die verschiedenen Ressourcen einer Rechnerumgebung zuzugreifen, diese zu reservieren, zu überwachen und als ein virtuelles System zu betreiben. Für die IT-Infrastruktur bedeuten Grids die Einführung von Flexibilität und Elastizität für dynamische Geschäftsanforderungen. Auf diese Weise können Organisationen ihre Agilität erhöhen und effizientere Geschäftsprozesse implementieren. Grid Computing reduziert Kosten für Rechnerumgebungen durch bessere Ressourcennutzung und Automatisierung.

Während Grid Computing als kollaborative Infrastruktur die größte Verbreitung im Forschungsumfeld gefunden hat, wurden in der Wirtschaft im Wesentlichen „private“ Grids realisiert.

#### 6.1.2 Grid Computing und Cloud Computing

Cloud Computing hat aus dem Grid Computing wesentliche Impulse und Technologien übernommen. Grid Computing liefert den fundamentalen Bauplan für standardisierte, hochskalierbare Systemarchitekturen, die abstrahiert als virtuelle IT-Services zur Verfügung

31. Vgl. Ian Foster, Carl Kesselman: „The Grid: Blueprint for a New Computing Infrastructure“, Morgan-Kaufman, 1998

stehen und kontinuierlich genutzt werden können (IaaS). Die Erweiterung von Grids durch Rechen-, Speicher- und Netzwerkkapazitäten bei Bedarf ist ebenso Grundlage der Cloud-Infrastruktur. Die gemeinsame, effektive Nutzung von IT-Ressourcen und der Zugriff über das Internet haben sich im Grid Computing etabliert und fanden auch in das Cloud Computing-Modell Eingang. Verbesserte Ressourcennutzung, Standardisierung, Automatisierung und effizienten Betrieb und dadurch erreichte Kosten- und Effizienzgewinne haben Grids an Clouds „vererbt“.

Grid Computing hat durch die Flexibilisierung der verfügbaren Ressourcen und erste nutzungsabhängige Bezahlmodelle auch Grundlagen für Cloud Computing geliefert. Des Weiteren bietet Grid Computing bereits erste Ansätze für Steuerung und Management durch den Anwender.

Grids und Clouds folgen dem Konzept, IT „as a Service“ zur Verfügung zu stellen.

Neben diesen Gemeinsamkeiten bestehen auch Unterschiede zwischen Grid Computing und Cloud Computing:

- Grid-Infrastrukturen sind durch eine losere Kopplung, Heterogenität und geographische Verteilung der Computer charakterisiert. Die Nutzung der Grids erfolgt typischerweise über Batch-orientierte Jobs - also „Langläufer“ mit Vorausplanung und definiertem Ende -, während Clouds sich durch dynamischen Ressourcenverbrauch ohne Vorausplanung auszeichnen.
- Die Anzahl der Nutzer von Web-Anwendungen in der Cloud übersteigt deutlich die typische Anzahl der Nutzer von Grid-Architekturen.
- Virtualisierung ist kein generischer Bestandteil von Grids, ebenso wenig wie Nutzerzugriff auf Betriebssysteme und dynamische Software-Provisionierung. Dies sind jedoch die Grundvoraussetzungen des Cloud Computings.
- Grid Computing kann im Wesentlichen als Platform as a Service (PaaS) und in Teilbereichen als Infrastructure as a Service (IaaS) verstanden werden. Cloud Computing zeichnet sich zudem durch die gezielte Ausrichtung auf moderne standardisierte Web-Schnittstellen

und programmatische Kontrolle durch den Nutzer als Basisprinzipien aus.

- Während Grid Computing vordergründig auf eine effiziente, kollaborative und freie Nutzung gemeinsamer IT-Ressourcen zielt, steht bei Cloud Computing der ökonomische Aspekt („pay-as-you-go“, „on demand“) im Mittelpunkt.

## ■ 6.2 Virtualisierung, Konsolidierung, Re-Zentralisierung

### 6.2.1 Konsolidierung

Konsolidierung und Virtualisierung bilden „Elemente des Gencodes“ im Cloud Computing und ermöglichen die Bereitstellung flexibler Services in einer Cloud-Umgebung. Beide Konzepte dienen dem Ziel, die IT-Infrastruktur eines Unternehmens zu optimieren und gleichzeitig die Kosten für die Bereitstellung von Services und den laufenden Betrieb zu reduzieren. Aus diesem Grund werden sie kurz vorgestellt. In der IT bezeichnet Konsolidierung die Vereinheitlichung und Zusammenführung bzw. Verschmelzung von Systemen, Applikationen, Datenbeständen oder Strategien mit dem Ziel, die IT-Infrastruktur zu vereinfachen und zu flexibilisieren<sup>32</sup>.

Konsolidierung wird oft mit der Reduzierung von physischen Server-Systemen und der Ersetzung durch virtuelle Systeme identifiziert.

Viele Server sind in ihrer Kapazität bekanntlich nur zu ca. 5-15 % ausgelastet. Damit sind eine immense Verschwendung von Kapital und hohe Aufwände für RZ-Flächen, Strom und Kühlung sowie Administration verbunden. Die Konsolidierung führt somit zu Einsparungen in den Infrastruktur- und Betriebskosten und ist Ausdruck der Industrialisierung in der IT.

Mit der Konsolidierung gehen ein hoher Grad an Automatisierung und Standardisierung einher. Das wird z.B. durch

32. <http://de.wikipedia.org/wiki/Konsolidierung>

- Provisionierung von Ressourcen,
  - Einspielen von Anwendungs- und Security-Patches,
  - Verfahren für Monitoring und Back-up
- erreicht. Geringere Ausfall- und Wartungszeiten sind die Folge. Die Konsolidierung ermöglicht zudem Qualitätsniveaus und Skaleneffekte, die nur in größeren Umgebungen effizient realisierbar sind.

## 6.2.2 Virtualisierung

Virtualisierung bedeutet Abstraktion: Logische Systeme werden von der physischen Implementierung abstrahiert. Ressourcen werden dabei nicht von einer Anwendung dediziert, sondern von mehreren gemeinsam genutzt. Flexiblere Bereitstellung und bessere Kapazitätsauslastung sind der erwünschte Effekt<sup>33</sup>.

Virtualisierungstechnologien werden in Unternehmen bereits für vielfältige IT-Ressourcen eingesetzt. Virtualisierung ermöglicht

- eine bessere Auslastung der physischen IT-Infrastrukturen wie Server, Storage oder Netzwerk,
- eine schnellere Bereitstellung von neuen Systemen,
- höhere Mobilität und
- geringere Kosten für die IT-Infrastruktur bei Beschaffung und Administration.

Zwei Faktoren treiben die Virtualisierung in der IT voran und vermindern die Kosten.

Der erste Faktor ist die Server-Konsolidierung. Server-Konsolidierung bedeutet, dass die Anzahl der Server-Systeme im Rechenzentrum gesenkt wird. Unternehmen erwarten, dass auch bei verringerter Server-Zahl die Isolierung ihrer IT-Aufgaben beibehalten wird. Diese Anforderung kann durch eine Virtualisierung von Betriebssystemen und IT-Aufgaben (Anwendungen) erfüllt werden.

Der zweite Treiber für Virtualisierung sind Anwendungen. Virtualisierung beschleunigt die Provisionierung von Anwendungen und steigert so die Unternehmens-Flexibilität<sup>34</sup>. Unternehmen können damit schneller auf geplante und ungeplante Anforderungen reagieren.

Virtualisierung verbessert den Auslastungsgrad der IT-Ressourcen und trägt so zur Optimierung der Ressourcennutzung bei: Mit Virtualisierungstechnologien und intelligenter Verteilung von Anwendungen auf die verfügbaren Ressourcen lässt sich der Auslastungsgrad auf 70-90 % steigern. Entsprechend hoch sind die Kosteneinsparungen.

## 6.2.3 Konsolidierung, Virtualisierung und Cloud Computing

Viele Unternehmen setzen Virtualisierung zur Optimierung ihrer IT-Ressourcen ein. Einen noch viel größeren Stellenwert weisen Virtualisierungstechnologien für Cloud Service-Anbieter mit großen und homogenen Systemlandschaften auf. Für sie bilden die Virtualisierungstechnologien einen entscheidenden Faktor, um schnell und kostengünstig Services für die Benutzer anbieten und betreiben zu können. Denn die optimierte Ausnutzung der Ressourcen als Hauptvorteil der Virtualisierung ist für sie besonders wichtig.

Ohne Virtualisierung lässt sich ein physikalischer Server nur einmal für einen bestimmten Cloud Service verwenden; durch den Einsatz von Virtualisierungssoftware ist die Aufteilung in mehrere virtuelle Server und damit die Bereitstellung von Cloud Services an mehrere Kunden möglich. Das erlaubt den Betrieb einer konsolidierten und kostengünstigen IT-Umgebung und schließlich preisgünstige Angebote für Cloud Services.

33. Server-Virtualisierung, Leitfaden und Glossar, BITKOM, April 2009, [http://www.bitkom.org/files/documents/BITKOM\\_Server-Virtualisierung\\_Leitfaden\(1\).pdf](http://www.bitkom.org/files/documents/BITKOM_Server-Virtualisierung_Leitfaden(1).pdf)

34. Gesteigerte Flexibilität und verminderte Kosten werden auf drei Wegen bewirkt: Erstens ermöglicht die Zuordnung von neuen Instanzen an bereits existierende, aber virtualisierte Hardware eine schnelle Reaktion der IT auf Nutzeranforderungen. Zweitens kann Virtualisierung dazu beitragen, Wartungsfenster zu reduzieren bzw. Ausfallzeiten zu minimieren. Und drittens kann durch die dynamische Zuordnung von Ressourcen auf Lastsituationen besser reagiert werden.

Virtualisierung wird häufig einseitig mit Hardware, Servern und Storage in Verbindung gebracht. Für das Cloud Computing umfasst Virtualisierung darüber hinaus z.B. auch Anwendungen und Client-Dienste.

Zusammenfassend bilden Virtualisierung und Konsolidierung zentrale Technologien aller Cloud-Architekturen und die Grundlage für die dynamische Allokation von benötigten Ressourcen. Virtualisierung im Cloud Computing entkoppelt Dienste wie Betriebssysteme und Anwendungen von Hardware; sie ermöglicht Flexibilität und neue Betriebsmodelle.

Virtualisierung ermöglicht im Cloud Computing einen effizienten und kostengünstigen Betrieb von hochskalierbaren Rechnerarchitekturen:

- höhere Auslastung der Ressourcen,
- niedrigere Kosten der Infrastruktur (Platz, Strom Klima),
- höhere Verfügbarkeit von Diensten,
- niedrigere Kosten des Betriebs.

## 6.2.4 Re-Zentralisierung und Cloud Computing

Für einen effizienten Betrieb von Cloud Services sind optimierte Technologien und Prozesse sowie umfangreiche Erfahrungen notwendig – Voraussetzungen, die sich nur durch zentralisierte Infrastrukturen erreichen lassen. Verteilte IT-Infrastrukturen, wie sie für Niederlassungen von Unternehmen typisch sind, lassen nur schwer in ein Gesamtkonzept einbinden, und deren Ressourcen lassen sich auch nur eingeschränkt für zusätzliche Anforderungen variabel nutzen. Es ist daher speziell für die Entwicklung von Cloud-Konzepten zu empfehlen, möglichst alle IT-Ressourcen in wenigen Rechenzentren zu zentralisieren. Die Re-Zentralisierung von IT-Ressourcen verleiht der Automatisierung und Standardisierung und somit der Industrialisierung in der IT neue Impulse und ermöglicht Qualitätsmerkmale bei Elastizität oder Verfügbarkeit usw. und Skaleneffekte, die nur in größeren Umgebungen zu

erreichen sind. Darüber hinaus korreliert Cloud Computing mit anderen Entwicklungen zur Re-Zentralisierung von IT-Infrastrukturen, wie z.B. das Thin Client/Virtual Desktop Computing.

## ■ 6.3 On demand-Technologien

On demand („auf Anforderung/Abruf“) bezeichnet die flexible Bereitstellung von Service-Modulen für den Nutzer. Entstanden ist der Begriff vor allem auf Grundlage von Service-Modulen im Bereich von Infrastruktur-Angeboten (Server, Storage, Backup, Netzwerk etc.), bezieht heute aber ebenso Middleware, Anwendungen bzw. Services ein.

Die Bereitstellung geschieht in der Regel durch einen Dienstleister, wobei der Begriff nicht das Sourcing-Modell beschreibt. Im Zusammenhang mit „on demand“ entstand die Version von der „IT aus der Steckdose“.

Eine enge Verknüpfung des Begriffes ergibt sich mit den „As a Service“-Angeboten – vor allem im Bereich Infrastructure as a Service.

Motor ist die Idee, die Ressourcennutzung flexibel an die Business-Anforderungen anzupassen. Für den Nutzer werden Services attraktiv, wenn es keine oder nur geringe

- Vorlaufzeiten zur Bereitstellung der Servicemodule
- Kündigungsfristen bei geringeren Abnahmemengen gibt. Während die Nutzer ein Interesse an unbegrenzter Flexibilität haben, ist die Sicht des Dienstleisters etwas anders: Er benötigt Vorlaufzeiten zum Ausbau von Infrastruktur. Für bestimmte Bindungszeiten sprechen auch kommerzielle Gründe.

Mit dieser flexiblen Nutzung von Servicemodulen gehen ebenso dynamische Abrechnungsmodelle nach dem Pay per use-Prinzip einher (vgl. Abschnitt 3.7).

Wichtiges Kennzeichen von On demand-Nutzung ist die Verlagerung von Kapitalaufwendungen z.B. für Infra-

struktur in monatliche Betriebsausgaben auf Basis einer nutzungsabhängigen Abrechnung.

Die geringe bzw. nicht notwendige Kapitalbindung ist gerade für kleine und mittelständische Unternehmen ein Grund, warum On demand-Modelle hoch im Kurs stehen. Aber auch größere Unternehmen nutzen die Vorteile von flexiblen Kostenstrukturen. Vor allem bei schwankenden Anforderungsprofilen oder zyklischen Business-Anforderungen kann die Nutzung von On demand-Service-Modulen ein großer Gewinn sein.

Wichtige Voraussetzungen für On demand-Angebote sind die fortschreitende Industrialisierung und damit einhergehend Standardisierung der IT sowie dynamische Skalierbarkeit, wie sie durch Virtualisierung erreicht werden kann.

## ■ 6.4 Service-oriented Architecture

Ein Versprechen von Cloud Computing besteht in der erhöhten Flexibilität und Agilität, die sich durch die verschiedenen Möglichkeiten ergibt, Dienstleistungen in der Cloud zu nutzen bzw. mit Hilfe der Cloud zu realisieren. Mit dem gleichen Anspruch und dem Ziel, die IT-Welt zu revolutionieren, ist vor Jahren das Paradigma der service-orientierten Architektur (SOA) angetreten. Viele Anwender haben begonnen, SOA-Initiativen zu realisieren und sind jetzt verunsichert, wie SOA im Cloud-Kontext einzuordnen ist.

Es ist notwendig, die Begriffe zu präzisieren und unter dem Gesichtspunkt von Architektur zu betrachten. Eine stringent implementierte service-orientierte Architektur schafft erst die Voraussetzung dafür, verteilte, lose gekoppelte Dienste von Cloud Anbietern zu nutzen und

zu orchestrieren, insbesondere über Abteilungs- und Unternehmensgrenzen hinweg oder wenn Private Clouds mit Public Clouds oder klassische IT-Infrastruktur im Unternehmen kombiniert werden sollen (hybride Architekturen). Ohne die Modularisierung und Kapselung von Technologie, die durch eine SOA geschaffen wird, können höherwertige Cloud-Dienstleistungen nicht genutzt werden, sondern lediglich Infrastruktur-Dienstleistungen also Infrastructure as a Service (vgl. Abschnitt 1.6.2).

Wenn Cloud Computing über Infrastructure as a Service hinausgehen will, dann ist das Architekturkonzept einer SOA als Grundlage unverzichtbar, denn SOA erlaubt es Unternehmen, Applikationen in einzelne Dienste (Services) zu zerlegen, die jeweils einen realen Geschäftsvorgang abbilden und auf Basis standardisierter Schnittstellen interoperabel eingesetzt werden können. Eine SOA ermöglicht es, diese Dienste auf einfache Weise zu kombinieren, so dass Veränderungen in Geschäftsprozessen softwareseitig schnell nachvollzogen werden können. Dies bedeutet, dass die IT-Strategie schneller an eine veränderte Geschäftsstrategie eines Unternehmens angepasst werden kann und somit zu mehr Flexibilität, Agilität und gesteigerter Wettbewerbsfähigkeit beitragen kann<sup>35</sup>.

Insofern stehen SOA und Cloud Computing nicht in Konkurrenz zueinander. Cloud Computing ist nicht die nächste Evolutionsstufe von SOA, sondern es handelt sich um zwei einander ergänzende, orthogonale Konzepte. Beide Konzepte zusammen werden in den nächsten Jahren die Business- und IT-Anforderungen, also den Austausch und die verteilte Verarbeitung von Unternehmensinformationen in globalen Wertschöpfungsnetzen, beeinflussen.

35. Weitere Informationen: vgl. SOA-Leitfaden der BITKOM-Arbeitsgruppe SOA, <http://www.soa-know-how.de>