

Bausteine für Infrastructure as a Service (IaaS) Clouds

Constantin Gonzalez
Oracle Deutschland B.V. & Co. KG
München

Schlüsselworte: Cloud Computing, Clouds, IaaS, Hardware, Virtualisierung, Konsolidierung, Effizienz, Rechenzentrum, Oracle VM, Oracle Virtual Assembly Builder, Oracle Sun Blade Systeme, Oracle Sun SPARC T3 Systeme, Oracle Sun ZFS Storage Appliance, Oracle Solaris, Oracle Exadata Database Machine, Oracle Exadata Elastic Cloud.

Einleitung

„Cloud Computing“ ist ein viel diskutierter Begriff in der IT-Welt. In diesem Papier konzentrieren wir uns auf „Infrastructure as a Service“ (IaaS) Clouds im Unternehmens-Rechenzentrum (bekannt als „private Clouds“) und betrachten ein Architektur-Modell dazu. Dabei fällt auf, dass sie als eine natürliche Weiterentwicklung von Konsolidierungs-Projekten gesehen werden können.

Ausgehend von den 5 Grundeigenschaften von Clouds nach NIST betrachten wir drei Ebenen, die eine IaaS Cloud ausmachen: Ressourcen-Pools, Management von Ressourcen und schließlich den Zugang dazu.

Für die Implementierung solcher Clouds können wir heute aus einer Fülle von Bausteinen auswählen. Ein wichtiges Werkzeug dafür ist die Virtualisierung, gekoppelt mit einer Management-Infrastruktur, die die Bereitstellung von standardisierten Ressourcen (Virtuelle Maschinen, Service-Ablaufumgebungen, Speicher-Platz) regelt, sowie deren Integration in die Unternehmens-Infrastruktur im Sinne eines mess- und abrechenbaren Self-Service-Modells.

Betrachtungen zur optimalen Hardware-Auswahl sowie zu neuen, integrierten Systemen wie die Oracle Sun ZFS Storage Appliances, die Oracle Exadata Database Machine und natürlich die Oracle Exalogic Elastic Cloud runden das Bild ab.

Cloud Computing Definition nach NIST

Das amerikanische „National Institute of Standards and Technology“ (NIST) hat eine Definition von Cloud Computing¹ herausgebracht, die angesichts der aktuell eher komplizierten Diskussion dieses Themas in den Medien sehr hilfreich ist. Dabei werden 5 Eigenschaften von Clouds als wesentliche Merkmale hervorgehoben:

- *On-demand self-service:* Nutzer können selbständig und automatisiert IT-Ressourcen bereitgestellt erhalten, ohne dass es dafür einer Interaktion mit menschlichem Personal bedarf.
- *Broad network access:* IT-Ressourcen sind über das Netzwerk zugänglich und weitgehend unabhängig vom Endgerät (PC, Mobiltelefon, Web-Interface, etc.).
- *Resource pooling:* Kapazitäten des IT-Anbieters werden dynamisch und unabhängig von physischen Grenzen im Sinne eines „Multi-Tenancy“-Modells (vergleichbar einem Miet-Modell) den Nutzern zugewiesen. Es entsteht der Eindruck einer Ortsunabhängigkeit von Ressourcen im Sinne dessen, dass Nutzer keinen direkten Einfluss auf die Lokalität „ihrer“ Ressourcen haben (bis auf grobe Klassifikationen, etwa nach Ländern, Art oder Standorten).
- *Rapid Elasticity:* IT-Kapazitäten können bei Bedarf und ggf. automatisch schnell erhöht werden, und bei verringerter Nachfrage ebenso schnell wieder reduziert werden. Der Nutzer

1 „The NIST Definition of Cloud Computing“, Peter Mell und Tim Grance,
<http://csrc.nist.gov/groups/SNS/cloud-computing/cloud-def-v15.doc>

erhält die Illusion eines „unendlichen Rechenzentrums“, das sich flexibel dem eigenen Bedarf anpasst.

- *Measured Service*: Cloud-Infrastrukturen messen ihre Nutzung je nach Service-Typ (GB/h, CPU-Zeit, etc.) und kontrollieren, optimieren und rechnen diese mit ihren Nutzern ab.

Bei der Betrachtung von Cloud Computing Projekten ist es nützlich, diese Eigenschaften im Hinterkopf zu haben, wobei nicht alles, was eine „Cloud“ ist, notwendigerweise alle Merkmale erfüllen muss. Allerdings gilt auch: Je besser wir diese fünf Prinzipien im Rechenzentrum implementieren können, umso mehr können wir die sich daraus ergebenden Cloud-Vorteile nutzen.

Vorteile von Cloud Computing im Unternehmens-Rechenzentrum

Aus den oben beschriebenen Eigenschaften von Clouds lassen sich direkt die folgenden Vorteile ableiten:

- Ein automatisiertes, „Self-Service“-orientiertes IT-Modell **verkürzt dramatisch die Zeit für das Ausrollen neuer IT-Dienste**, da Zeiten für Planung, Genehmigung, Koordinierung, Provisionierung und Übergabe von Ressourcen dramatisch verkürzt oder eliminiert werden können.
- Der breite Zugang zu Ressourcen über das Netzwerk **erhöht die Reichweite und damit die Nutzbarkeit von Ressourcen** im Unternehmen und darüber hinaus.
- Das Resource-Pooling ermöglicht eine **stärkere Effizienz und höhere Auslastung** von IT-Kapazitäten, die zu einer erheblichen Kostensenkung bei höherem Nutzen führen können.
- Elastizität in der IT **verbessert die Reaktionsfähigkeit von Geschäftsprozessen**. Chancen können schneller genutzt werden, trotzdem können Ressourcen bei Flaute schneller in andere Projekte umverteilt werden.
- Messbare IT-Dienste ermöglichen eine **bessere Abbildung von Geschäftsprozessen auf die Kostenstruktur im IT-Bereich**, so dass Prioritäten im Unternehmen schneller und genauer umgesetzt werden können.

Zusammenfassend führt die Implementation von Private Clouds im Unternehmen durch die hohe **Automatisierung, Flexibilisierung und Entzerrung** von Prozessen zwischen IT-Anbietern und IT-Nutzern zu einer starken Effizienzsteigerung und zu einer schnelleren Reaktionsfähigkeit für das ganze Unternehmen: Aus der **Automatisierung** ergibt sich eine **Standardisierung**, die wiederum eine **Fehlerminimierung** zur Folge hat und dadurch zu einer **Reduzierung von Ausfällen** und **höherer Effizienz** führt.

Evolution: Von Silos über Konsolidierung zum Cloud-Rechenzentrum

Cloud Computing ist keine Entwicklung die für sich alleine steht. Vielmehr lässt sie sich in die aktuelle Entwicklungsgeschichte von Rechenzentren nahtlos als Konsequenz aus dem bisher aktuellen Trend zur Konsolidierung herleiten:

1. Ursprünglich waren Rechenzentren dominiert von **Insellösungen**: Jede IT-Anwendung griff dabei auf individuelle, eigens für sie beschaffte, entwickelte und verwaltete Ressourcen (Speicher, Netzwerk, Server, Middleware, etc.) zurück.
2. Im Zuge von Effizienz-Steigerungs- und Kostenspar-Maßnahmen wurden solche Insellösungen mit Hilfe von Virtualisierungs-Techniken aus Silos herausgetrennt und zusammen mit anderen Anwendungen in gemeinsame, geteilte Infrastrukturen **konsolidiert**.
3. Um die Entstehung neuer Insellösungen und die damit verbundenen Effizienz-Einbußen zu vermeiden ist es zweckmäßig, für jede neue IT-Anwendung zu verlangen, dass sie in einer virtualisierten Ablaufumgebung bei **höchstmöglicher Automatisierung** ausgerollt wird. Genau dies wird durch die Implementation von Cloud Computing Prinzipien erreicht.

Cloud Computing im Unternehmens-Rechenzentrum ist also keine Modeerscheinung, sondern sie stellt eine natürliche Entwicklungs-Stufe dar, die nach einer Konsolidierungs-Phase eine weitere, nachhaltige Effizienz-Steigerung für IT-Abteilungen ermöglicht.

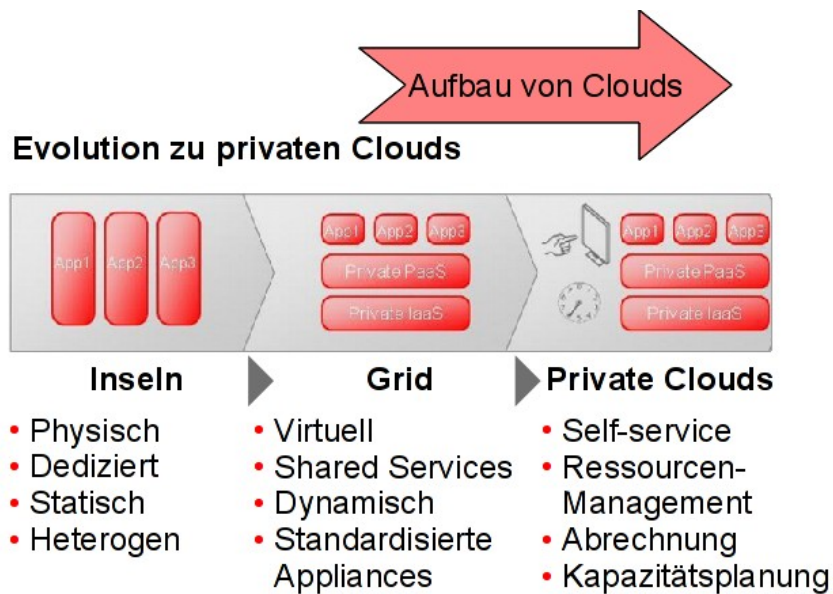


Abb. 1: Von Insellösungen zu konsolidierten Grid-Lösungen zu Private Clouds.

Von Privaten über Hybride zu Public Clouds

Parallel zu Entwicklungen in Unternehmens-Rechenzentren hat Cloud Computing jedoch seine Schlagzeilen eher der Entstehung von Public Clouds zu verdanken: Firmen wie Amazon oder Google bieten auf verschiedenen Ebenen Cloud-Computing-Kapazitäten für jedermann, „gegen Kreditkarte“ an.

Für das Ausrollen von klassischen Unternehmens-Applikationen sind diese Dienste alleine schon wegen der zahlreichen ungeklärten Sicherheits-, regulatorischen und juristischen Fragen, aber auch wegen der zumeist fehlenden Verfügbarkeits-Zusagen noch nicht ausgereift genug. Daher sollte Cloud Computing in Unternehmen zunächst grundsätzlich in Form von Private Clouds erfolgen, also in Form von eigenen, durch das Unternehmen kontrollierte Cloud-Infrastrukturen.

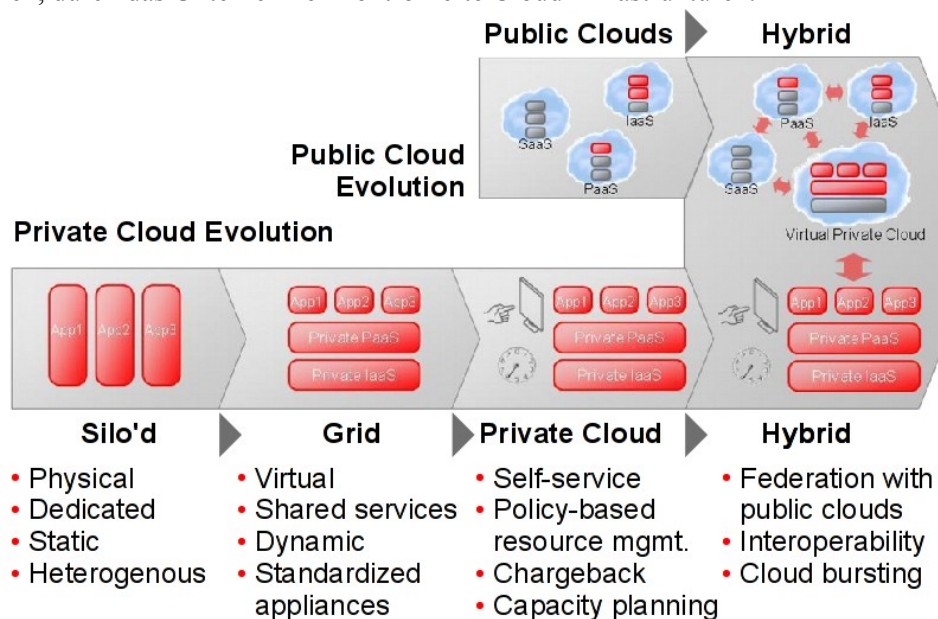


Abb. 2: Von Private Clouds und Public Clouds zu Hybrid Clouds

Jedoch ergeben sich mit der Zeit (und bei steigendem Erfahrungs-Grad mit Clouds in Unternehmen) einige Anwendungen, die für die Nutzung in Public Clouds unbedenklich sind (z.B. Test, Entwicklungs-Projekte oder Anwendungen mit nicht kritischen Daten, etc.). Durch die Einführung von Cloud-Konzepten in Unternehmens-Rechenzentren wird die Interoperabilität zwischen eigenen Unternehmens-Anwendungen und Public-Clouds ermöglicht, so dass gemischte Applikations-Modelle möglich werden.

Diese „Hybrid Cloud“ Konzepte ermöglichen es dann, bei Lastspitzen die Unternehmens-Ressourcen durch Public-Cloud-Ressourcen zu ergänzen. So könnte etwa ein Ressourcen-intensiver Data-Analytics-Lauf oder eine nur selten auftretende aber intensive Berechnungs-Phase auf einen Public-Cloud-Anbieter zeitweise ausgelagert werden.

Fokus auf Infrastructure as a Service (IaaS)

Die NIST-Definition von Cloud Computing unterscheidet zwischen drei Service-Modellen, die sich durch die Ebene der **Schnittstelle zwischen Nutzer und Dienste-Anbieter** definieren:

- *Software as a Service (SaaS)*: Die gesamte Applikation wird als Cloud-Dienst angeboten, die Schnittstelle ist der Zugang zur Applikation, der typischerweise über ein Web-Interface oder eine API erfolgt.
- *Platform as a Service (PaaS)*: Hier erhält der Nutzer die Möglichkeit, eigene Applikationen in die Cloud-Infrastruktur hochzuladen. Die Schnittstelle hier ist auf der Ebene der Programmiersprache und derer APIs. Oft wird auch die Kombination aus IaaS („Hardware“, s.u.), Betriebssystem und Middleware (Software mit APIs) als PaaS bezeichnet, vor allem in Test- und Entwicklungs-Szenarien, wo direkter Zugang zu allen Software-Schichten nötig sind..
- *Infrastructure as a Service (IaaS)*: Hierbei bietet das Cloud-RZ einen sehr generischen Dienst in Form einer virtuellen Maschine, Speicher- oder Netzwerk-Kapazität an. Die Schnittstelle beschränkt sich auf den Management-Zugang zu den Ressourcen (z.B. SSH-Login in einen virtuellen Server) und die Schnittstellen, die Ressourcen-Spezifisch sind (z.B. NFS, iSCSI oder Netzwerk-Interfaces eines virtuellen Servers).

Für die Konsolidierung von bestehenden und das Ausrollen neuer Unternehmens-Applikationen sind primär **IaaS-Clouds** interessant, die wir im Folgenden näher betrachten wollen.

Spezielle Vorteile von IaaS-Clouds

Bezogen auf IaaS-Dienste ergeben sich spezifische, zusätzliche Vorteile von Private IaaS-Clouds in Unternehmen:

- *Standardisierte Applikations-Umgebungen*: Durch Bereitstellung von standardisierten Applikations-Umgebungen (z.B. VM-Templates, Solaris-Container, etc.) können die Schnittstellen und Zuständigkeiten zwischen IT-Abteilung und Fachabteilungen genau geregelt werden. Jede Seite weiß, woran sie ist und der IT-Betreiber kann sich darauf hin auf die Effizienz-Steigerung im Betrieb konzentrieren, ohne auf individuelle Merkmale der Applikation Rücksicht nehmen zu müssen, die jenseits der Schnittstelle „OS-Version“ oder „Virtuelle Maschine“ liegt. Entsprechend ist jetzt die Fachabteilung frei in der Auswahl von OS- oder Middleware-Komponenten, unabhängig vom IT-Betrieb, was ihr höhere Flexibilität und kürzere Implementationszeiten durch stärkere Unabhängigkeit verspricht.
- *Katalog von zertifizierten Standard-Anwendungen*: Komplexe Anwendungen, die aus einem oder mehreren Server-Systemen bestehen, können nun als Ganzes vom IT-Betreiber getestet, zertifiziert und als Template bereit gestellt werden. Das verringert die Zeit, die früher für individuelles Testen, Provisionierung und für Anpassungen aufgewendet werden musste.
- *Integration in bestehende Management- und Portal-Infrastrukturen*: IaaS-Dienste in Unternehmen können in die restliche IT-Infrastruktur, speziell im Management und in der

Portal-Infrastruktur integriert werden, um ein schnelleres Ausrollen von neuen Anwendungen zu begünstigen und den Aufwand für den Betrieb solcher Applikationen gering zu halten.

Die Bedeutung der Abstraktions-Schnittstelle

Die wesentliche Eigenschaft von Clouds, die die versprochenen Effizienz-Gewinne erst ermöglicht ist die Einführung einer Abstraktions-Schnittstelle zwischen Cloud-Anbieter und Cloud-Nutzer: Die strikte Definition und Einhaltung der Schnittstelle erlaubt dem Anbieter, alles nötige zu tun, um seine Infrastruktur so effizient wie möglich zu gestalten und einen höheren Mehrwert zu schaffen, unabhängig von seinen Nutzern:

- Abstraktions-Schnittstellen erlauben den Austausch von Infrastruktur-Komponenten im laufenden Betrieb und ohne Absprachen mit dem Nutzer, wenn der Austausch für den Nutzer transparent erfolgen kann. So kann z.B. ein Cloud-Anbieter, der virtuelle Maschinen anbietet die Migrations-Möglichkeiten seiner Virtualisierungs-Lösung nutzen, um im laufenden Betrieb alte, ineffiziente Hardware durch neue auszutauschen oder Lasten auf bestimmte Teile seiner Infrastruktur zu konzentrieren, um andere zu entlasten (oder abzuschalten) und dabei gleichzeitig seine Verfügbarkeits-Zusagen einhalten.
- Wohldefinierte Abstraktions-Schnittstellen erlauben auch eine höhere Standardisierung von typischen Infrastruktur-Aufgaben wie Hochverfügbarkeit, Monitoring, Wartung, etc., so dass diese Leistungen standardmäßig für alle Nutzer zur Verfügung gestellt werden können.
- Schließlich erlauben einheitliche Standard-Schnittstellen eine schnellere und besser automatisierbare Implementation von IT-Prozessen wie Entwicklung, Tests, Implementation, Ausrollen von Diensten, Provisionierung, Snapshotting, Backup, Restore, Disaster Recovery, etc.

Typische Abstraktions-Schnittstellen in IaaS-Clouds sind: Virtuelle Maschinen, Oracle Solaris Container, NFS, WebDAV, iSCSI, etc.

Virtualisierung ist nicht gleich Cloud Computing

Die Bereitstellung einer virtuellen Maschine (z.B. mit Oracle VM für x86 oder für SPARC oder als Oracle Solaris Container) ist sicher die häufigst diskutierte Schnittstelle für IaaS Services. Dennoch soll an dieser Stelle gewarnt werden, dass ein RZ, das virtualisierte Maschinen als Dienst liefert deswegen noch nicht ein Cloud-Computing-RZ sein muss. Hier sind die anderen Aspekte nach NIST noch zu überprüfen, insbesondere der Self-Service-Gedanke, die Abrechnung und die Kontrolle von Ressourcen-Nutzung, Elastizität usw.

Auch wenn Virtualisierung als eine der zentralen Technologien angesehen werden kann, die die Entwicklung von Cloud Computing erst möglich gemacht hat – zusammen mit anderen RZ-Automatisierungs-Technologien – so ist sie hier nur als Werkzeug zu betrachten. Der aktuelle Fokus der Industrie auf Virtualisierungs-Techniken, -Anbieter und Werkzeuge ist seiner Aktualität geschuldet, dennoch werden Virtualisierungs-Technologien mittelfristig als Standard-Merkmale in Betriebssysteme einfließen, ähnlich wie die Diskussion um Volume-Manager Anfang der 90er Jahre sich heute erübrigt, da Volumen Management zum Standard-Feature eines jeden OS geworden ist.

Virtualisierung dient in IaaS-Clouds der Bereitstellung einer einheitlichen Schnittstelle zum Nutzer: Er bekommt eine VM nach bestimmten Standards (CPU, RAM, Netzwerk-Interfaces, Disk-Speicher, etc.) und kann auf dieser Basis seine Anwendung (inkl. OS, Middleware, etc.) selber installieren.

Solaris Container als Virtualisierungs-Schnittstelle

Klassische Virtualisierung im Sinne von virtuellen Maschinen, die eine oder mehrere Server auf einer x86-Maschine emulieren ist mit Effizienz-Verlusten auf verschiedenen Ebenen belastet:

- CPU-Kapazitäten müssen durch einen Hypervisor auf die darauf laufenden virtuellen Maschinen aufgeteilt werden. Diese Aufteilung kostet wiederum CPU-Zeit für den Wechsel zwischen VMs und deren Verwaltung. Anfänglich war der Verlust hier mit über 10% sehr

hoch, doch neuere CPU-Technologien helfen, diese Verluste klein zu halten (wenige Prozent pro VM). Trotzdem sollten solche Virtualisierungs-Verluste bei der Planung von Cloud-Infrastrukturen berücksichtigt werden.

- I/O zu den virtuellen Maschinen muss ebenfalls durch die Virtualisierungs-Infrastruktur bereit gestellt werden, was oft mit Umwegen im System verbunden ist, die pro VM nicht die volle Leistung der Hardware weitergeben kann.
- Schließlich braucht jede einzelne VM ein eigenes Betriebssystem, bevor darauf Anwendungen installiert werden können. Das bedeutet, dass jede VM zusätzlich Speicher und andere Ressourcen alleine für das darauf laufende OS benötigt, die unabhängig vom darauf laufenden Service bereit gestellt werden müssen.

Eine elegantere Lösung für die Bereitstellung von Service-Ablaufumgebung stellen die **Oracle Solaris Container** dar: Oracle Solaris Container sind vollwertige Ablaufumgebungen für das Oracle Solaris Betriebssystem und Anwendungen. Oracle Solaris Container beanspruchen dabei keine eigenen virtuellen Maschinen. Vielmehr erzeugt jeder Container die Illusion einer exklusiven Solaris-Installation für die Anwendung inklusive eigenem Root-Zugang, eigenen Netzwerk-Interfaces, eigenem Storage und eigenem Root-Filesystem. Auf einem einzigen Server unter Oracle Solaris 10 können daher beliebig viele Solaris Container konfiguriert werden, die jeweils vollwertige Solaris 8, 9 oder 10 konforme Ablaufumgebungen bereit stellen, ohne übermäßig Ressourcen zu beanspruchen. Dabei bieten sie im Vergleich zu klassischer Virtualisierung wesentliche Vorteile:

- Die Aufteilung von System-Ressourcen auf Container geschieht durch den Solaris-Kernel und nicht durch einen Hypervisor. Container werden alleine durch die Nicht-Sichtbarkeit untereinander getrennt und es bedarf keiner zusätzlichen Scheduling-Schicht: Zwei Prozesse in zwei Containern werden genauso durch den Solaris Kernel gescheduled wie zwei Prozesse im selben Container oder auf einer normalen Solaris-Installation. Dadurch gibt es keinen zusätzlichen CPU-Overhead für den Betrieb von Containern, da es keinen Hypervisor gibt. In der Praxis wurden auf einer einzigen Maschine bereits tausende von Solaris Containern ohne messbarem Overhead betrieben.
- Ebenso geschieht die Versorgung von Containern mit I/O über das Betriebssystem, ohne zusätzliche Aufwände betreiben zu müssen: I/O-Kapazitäten zu Solaris Containern können daher die volle Leistung der Hardware liefern.
- Da alle Container auf einem Solaris-System sich denselben Kernel teilen, wird auch kein zusätzlicher Speicher (RAM oder Festplatte) für die Installation und den Betrieb mehrerer voller Betriebssysteme benötigt. Pro Container fällt daher nur der Speicherbedarf an, der für den Betrieb seiner Anwendung benötigt wird, plus einem geringen Teil für die diese Anwendung unterstützenden Betriebssystem-Komponenten. Gerade diese Eigenschaft von Containern hilft, viel Geld bei der Anschaffung von Servern einzusparen, da RAM oft einen wesentlichen Anteil der Hardware-Kosten ausmacht.
- Auch der Aufwand für die System-Administration von Containern verringert sich im Vergleich zu virtuellen Maschinen: Container können leicht automatisiert werden und es muss nur ein OS pro Hardware-Maschine administriert werden, auch wenn viele Container darauf installiert sind.

Oracle Solaris Container sollten daher bei der Planung von Cloud IaaS-Infrastrukturen bevorzugt im Vordergrund stehen, da hier wesentliche Einsparungs- und Effizienzsteigerungs-Potenziale genutzt werden können. Ein detailliertes Papier zu Oracle Solaris Containern führt weiter in das Thema anhand von Funktionsweisen, Anwendungsfällen, Best Practices und Beispiel-Skripten ein²

Das Cloud Architektur-Modell

Das folgende Schaubild illustriert die verschiedenen Komponenten einer Cloud-Infrastruktur:

2 Detlef Drewanz, Ulrich Gräf, „Solaris Container Leitfaden 3.0“, http://blogs.sun.com/solarium/entry/der_solaris_container_leitfaden_3

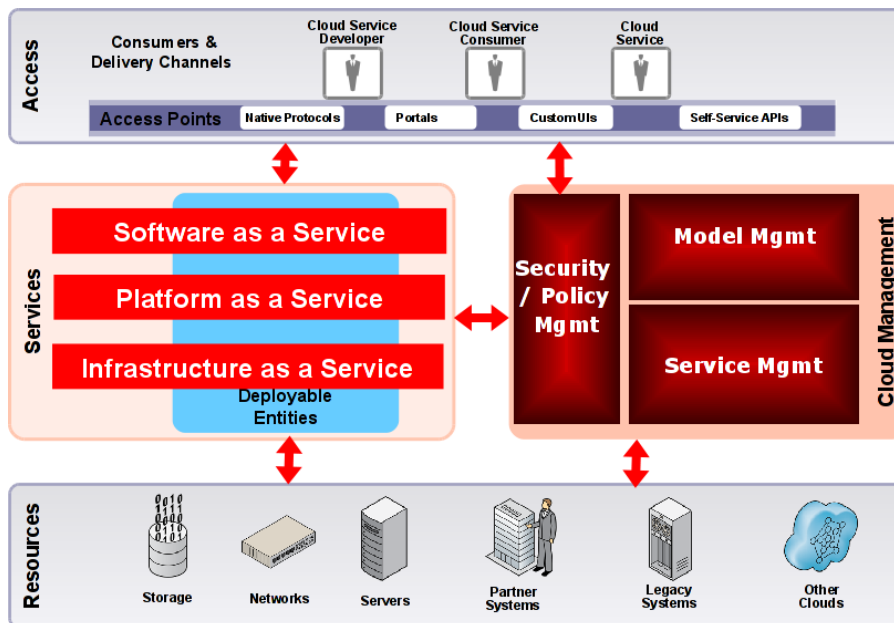


Abb. 3: Konzeptuelles Modell einer Cloud-Infrastruktur

Auf der untersten Ebene sehen wir die bereitgestellten, virtualisierten Ressourcen: Speicher, Netzwerke, Server aber auch Ressourcen die von außerhalb über Partner oder andere Clouds bereit gestellt werden. Auch traditionelle Systeme („Legacy Systems“) können als Ressource gesehen werden.

Aus Ressourcen können Services erzeugt werden (Mitte links), die entweder als IaaS (rohe Ressource) oder als PaaS oder SaaS geliefert werden (hierbei werden Ressourcen geeignet aufbereitet, z.B. mit OS, Middleware und Applikationen versehen).

Die Bereitstellung der *aaS-Dienste wird durch eine geeignete Management-Lösung hergestellt, überwacht und geregelt (Mitte rechts), dabei spielen Aspekte wie Kapazität, Modellierung, Regelwerk und Sicherheit zentrale Rollen.

Schließlich beschäftigt sich die oberste Schicht mit dem Zugang zu den Cloud-Diensten. Diese werden über APIs, Web-Interfaces, native Protokolle (SSH, NFS, iSCSI, etc.) oder speziell entwickelte User Interfaces zur Verfügung gestellt.

Bausteine für die Cloud-Ressourcen-Schicht

Die Basis für Cloud-Infrastrukturen wird sicher durch die geeignete Hardware und deren Virtualisierung bereitgestellt. Hierbei steht Effizienz im Betrieb und in der Administration im Vordergrund:

- Die **Oracle Sun Blade 6000 Systeme**³ sind für den Aufbau effizienter RZ-Server-Infrastrukturen erste Wahl: Das 10RU hohe Blade 6000 Gehäuse bietet eine leistungsfähige und in Anschaffung und Betrieb kosteneffiziente Umgebung für bis zu 10 Blades pro Gehäuse. Blades können beliebig aus Storage, x86- und SPARC-Server-Blades ausgewählt und gemischt werden. Auch im I/O sind die Blade-6000-Server sehr flexibel, hier stehen alle Schnittstellen wie GBE, 10GBE, FC und Infiniband zur Verfügung, bei voller Unterstützung der I/O-Kapazitäten in den einzelnen Blades. Das effiziente Blade-Konzept reduziert hier den Stromverbrauch und die Wärmeabgabe im Vergleich zu herkömmlichen Rackmount-Servern. Durch das innovative I/O-Konzept können zusätzlich alle Verkabelungen zwischen den Servern in einem Blade-Gehäuse komplett eingespart werden, was die Komplexität im Betrieb

3 <http://www.oracle.com/us/products/servers-storage/servers/blades/index.html>

senkt, die Zuverlässigkeit des Systems steigert und zusätzlich Kosten spart. Dies hat sich bei zahlreichen Kundeninstallationen und nicht zuletzt auch beim Aufbau von Oracle-eigenen Cloud-Infrastrukturen gezeigt.

- Ebenso lässt sich auf der Storage-Seite ein hoher Effizienz-Gewinn durch den Einsatz von **Oracle Sun ZFS Storage Appliance 7000**⁴ Systemen erreichen: Diese kombinieren die Vorteile von Solaris ZFS, Flash-Memory und SAS2 Technologien intelligent zu einem leistungsfähigen Gesamt-Paket für NAS-Storage. Auch hier gibt es schon zahlreiche gute Erfahrungen aus Cloud-Installationen mit diesen Systemen.
- Für Cloud-Infrastrukturen, die auf Solaris Container setzen sind **Oracle Sun SPARC T3 Server**⁵ ideal: Pro SPARC T3 CPU werden 128 Threads in Hardware realisiert. Dies kommt speziell dem Einsatz von vielen Diensten, Containern und virtuellen Maschinen (auf Basis von Oracle VM for SPARC) entgegen, da diese Parallelität in der Prozessor-Architektur ohne Reibungsverluste durch traditionelle Hypervisor-Technologien zur Verfügung steht. Auch bieten die direkt auf Prozessor-Ebene zugänglichen 2 x 10 GBE Netzwerk-Anbindungen eine ideale Grundlage für die Bereitstellung von Compute-Ressourcen im Netz. Wahlweise kann die gesamte Netzwerk-Leistung ohne Performance-Verluste durch in den Prozessor-Cores integrierte Crypto-Engines verschlüsselt werden, was erhöhten Cloud-Sicherheits-Anforderungen entgegen kommt. SPARC T3 Systeme sind sowohl als Blades für die Blade 6000 Chassis erhältlich, als auch als eigenständige Rackmount-Server.

Für das Management und die Virtualisierung der Hardware stehen inzwischen leistungsfähige Komponenten zur Verfügung:

- **Oracle Enterprise Manager Grid Control** und **Oracle Enterprise Manager Ops Center**⁶ bilden die Management-Grundlage für Oracle's Cloud Software-Produkte. Hiermit kann der gesamte Lebenszyklus von Hardware, Firmware, Virtualisierung und OS im Rechenzentrum skalierbar verwaltet und effizient überwacht werden. Zusätzlich integriert sich Ops Center nahtlos mit anderen Enterprise Manager Komponenten, so dass auch die Verwaltung von Middleware und höherer Schichten im Cloud Rechenzentrum erleichtert wird.
- **Oracle VM Server for x86**⁷ ist eine komplette und offene Virtualisierungs-Lösung für x86-Systeme auf Basis des Xen-Hypervisors. Zusätzlich bietet das Produkt eine komplette Management-Lösung inklusive moderner Hochverfügbarkeits- und Migrations-Funktionen. Besonders für Cloud Computing Installationen nützlich sind die zahlreichen verfügbaren Templates (= vorkonfigurierte virtuelle Maschinen) sowie der dazu passende Template Builder. Damit können standardisierte virtuelle Maschinen entwickelt und verwaltet werden, die Cloud-Rechenzentren ihren Anwendern komfortabel zur Verfügung stellen können.

Einen Schritt weiter geht der Oracle Virtual Assembly Builder: Dieser kombiniert mehrere Templates miteinander zu vollwertigen Service-Stacks, die als Kombination verschiedener virtueller Maschinen mit darin installierten Software-Komponenten komplexere Services realisieren können. Diese „Assemblies“ können dann effizient als Ganzes verwaltet und dem Nutzer angeboten werden.

Mit Hilfe des Oracle Virtual Assembly Builders können also ganze Applikations-Stacks, bestehend aus mehreren virtuellen Maschinen inklusive OS, Middleware und Applikationen als gemeinsame Einheit aufgebaut und standardisiert werden. Dadurch verkürzt sich die Zeit für das Ausrollen solcher Applikations-Stacks dramatisch. Kombiniert man eine Bibliothek von standardisierten Assemblies mit einem Self-Service-Portal, dann reduziert sich der administrative Aufwand für das Beantragen, Genehmigen, Abrechnen, Provisionieren und zur Verfügung Stellen eines Applikations-Stacks auf nahe Null.

4 <http://www.oracle.com/us/products/servers-storage/storage/unified-storage/index.html>

5 <http://www.oracle.com/us/products/servers-storage/servers/sparc-enterprise/t-series/index.html>

6 <http://www.oracle.com/us/products/enterprise-manager/index.html>

7 <http://www.oracle.com/us/technologies/virtualization/oraclevm/index.html>

OVN Assembly Builder erlaubt daher, mit einer IaaS-Lösung auch PaaS und SaaS-Dienste effizient aufzubauen und die Grenzen dazwischen elegant zu überbrücken.

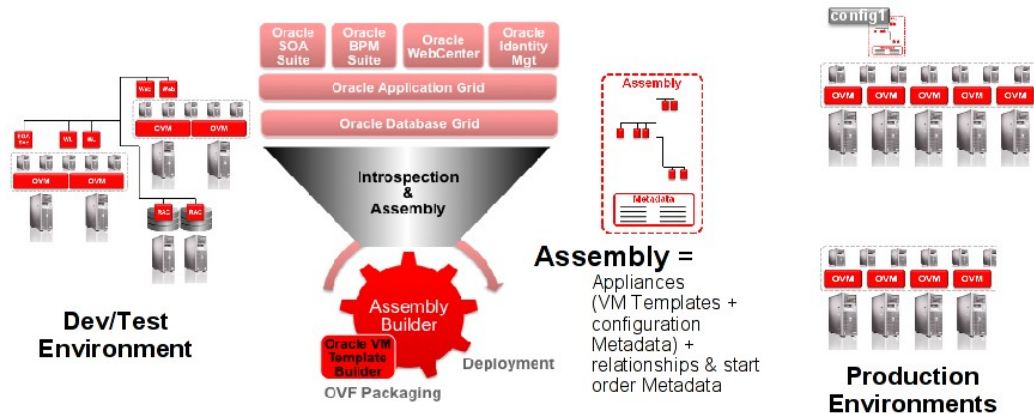


Abb. 4: Oracle Virtual Assembly Builder Funktionsweise

- **Oracle Solaris 10 und Oracle Solaris 11⁸** (demnächst als Oracle Solaris 11 Express verfügbar) liefern wie schon erwähnt mit dem Container-Konzept eine effizientere Grundlage für den Ablauf von Services in Clouds. Zusätzlich gibt es im Solaris OS zahlreiche Funktionen, die die Sicherheit (z.B.: Role-based Access Control), Fehlertoleranz (Fault Management Architecture, Service Management Framework) und Überwachung (DTrace) des Systems im Vergleich zu anderen Betriebssystemen entscheidend verbessern.

Netzwerk-Überlegungen

Beim Aufbau von Cloud-Infrastrukturen kommt dem Netzwerk besondere Bedeutung zu. Je nach anvisierter Größe, Flexibilität und Performance-Anforderung sollten folgende Aspekte in Betracht gezogen werden:

- Ein **großes, gemeinsames und geteiltes Netz** zwischen allen Hardware-Komponenten (Server und Storage) ist für kleine Installationen und für den Anfang sicher die einfachste Lösung. Schnell können jedoch Sicherheits- und Performance-Anforderungen eine aufwändigere Infrastruktur nötig machen.
- **Speicher-Provisionierung über iSCSI oder NFS** ermöglicht die Konsolidierung von Speicher- und Netzwerk-Verkehr über die selbe Leitung (Gigabit Ethernet oder 10 Gigabit Ethernet) und vereinfacht damit den Gesamtaufwand bei der Vernetzung, jedoch ist die Speicher-Performance (im Sinne von IOPS) hier durch die Latenzzeit der Protokolle begrenzt. Auf der anderen Seite ist der Aufbau eines eigenständigen FC-SANs getrennt vom Netzwerk der Cloud-Server oft mit hohen Kosten verbunden..
- Neuere Netzwerk-Technologien wie **Infiniband oder 10 Gigabit Ethernet⁹** mit Datacenter Bridging¹⁰ erlauben den schnellen und sicheren Transport von Speicher-Daten mit ähnlicher oder besserer Performance wie traditionelle FC-Netze, bei gleichzeitiger Konsolidierung der Netzwerk-Infrastruktur auf nur eine gemeinsame Technologie (entweder IB oder 10GBE). Dadurch lässt sich in großen Cloud-Installationen die Netzwerk-Komplexität drastisch vereinfachen, da nunmehr nur ein gemeinsames Netz für alles gebraucht wird, statt zwei oder drei völlig Unterschiedliche. Dadurch erhöht sich die Zuverlässigkeit weiter bei gleichzeitiger Reduktion von Komplexität und Kosten.

8 <http://www.oracle.com/us/products/servers-storage/solaris/index.html>

9 <http://www.oracle.com/us/products/servers-storage/networking/index.html>

10 http://de.wikipedia.org/wiki/Fibre_Channel_over_Ethernet

Management-Schicht

Neben dem grundlegendem Management von Hardware, Virtualisierung und Betriebssystem gibt es eine Reihe von Unternehmens-spezifischen Aspekten, für die lokale Lösungen entwickelt oder integriert werden müssen. Die folgenden Cloud Management Funktionen können auf Basis der APIs in Oracle Enterprise Manager Grid Control, Oracle Enterprise Manager Ops Center und in Oracle VM sowie auf Basis von Solaris 10 und Solaris 11 implementiert werden:

- *Modell-Management*: Wie sieht das Service-Modell des Cloud-Rechenzentrums genau aus? Welche Ressourcen werden zu welchem Service gebündelt und wie werden sie präsentiert? Als Beispiel könnten hier verschiedene Konfigurationen von virtuellen Maschinen als Standard spezifiziert werden und als Oracle VM Templates vorgehalten werden. Diese würden dann in einem internen Katalog dem Cloud-Nutzer angeboten werden. Ebenso können hier Standard-Applikationen in Templates oder Assemblies abgelegt werden und als fertige Service-Bausteine angeboten werden.
- *Service-Management*: Welche SLAs bietet das Cloud-Rechenzentrum und wie werden diese überwacht und eingehalten? Hier geht es um die Abbildung des Service-Lebenszyklus aus Sicht des Cloud-Anwenders auf Management-Prozesse auf der Seite des Cloud-Rechenzentrums. Diese Funktionen können oft 1:1 auf VM-Management-Funktionen wie HA und Live Migration von Oracle VM abgebildet werden.
- *Kapazitäts-Management*: Welche Service-Instanz läuft auf welchem Server? Wie lange reichen Server-Kapazitäten noch aus? Müssen virtuelle Maschinen auf andere Server verlagert werden, um SLAs weiter einhalten zu können? Diese Fragen können mit einer Kombination aus Monitoring und Management-Funktionen der Oracle Enterprise Manager und Oracle VM Produkte adressiert werden.
- *Policy-Management*: Welcher Cloud-Nutzer hat Anrecht auf welche Ressourcen? Wie stark darf ein einzelner User, eine Abteilung oder eine Anwendung den Ressourcen-Pool beanspruchen? Auch diese Fragen fallen stark in den Bereich des Monitorings und stellen Aufgaben für den Betrieb von Cloud-Rechenzentren dar, die individuell pro Installation implementiert werden müssen.
- *Mediation und Orchestrierung*: Mit dem Oracle Virtual Assembly Builder können komplexe Konstrukte aus mehreren virtuellen Maschinen automatisch aufeinander abgestimmt und als Ganzes verwaltet werden. Dabei werden die einzelnen Komponenten eines Assemblys automatisch miteinander verbunden und gemeinsam konfiguriert, wobei auch skalierbare Assemblies gebildet werden können. Auf dieser Grundlage können flexible Services gebildet werden, die dynamisch dem Elastizitätsanspruch von Clouds gerecht werden.
- *Customer Management*: Je nach interner Struktur im Unternehmen brauchen Cloud-Infrastrukturen auch eine Anbindung an interne Kundenverwaltungssysteme. Dies könnte im einfachsten Fall ein LDAP-Server für die Mitarbeiter-Verwaltung sein, oder auch ein internes eCommerce-System, das die Buchung und Abrechnung von Cloud-Services innerhalb des Unternehmens übernimmt. Hierbei können auch die Oracle Middleware-Produkte hilfreich eingesetzt werden.
- *Security*: Schließlich erhöhen sich Anforderungen an die Sicherheit im RZ durch den Einsatz von Cloud-Computing, da durch die größere Aggregation von Unternehmens-Diensten und -infrastruktur die Zielscheibe für Attacken größer wird. Andererseits bietet die Vereinheitlichung von IT-Prozessen und -komponenten, die mit der Einführung von Cloud-Computing einhergeht auch die Chance, Security-Konzepte zu überarbeiten oder neu aufzulegen und damit die Sicherheit im RZ zu verbessern.

Integrierte Lösungen als Cloud-Bausteine: Exadata und Exalogic

Die Vielzahl an Hardware- und Software-Komponenten, die in Rechenzentren zum Einsatz kommen und die Komplexität ihrer Integration ist ein immer größer werdendes Problem. Daher ist es oft hilfreich, die Granularität von Lösungen für's RZ zu verringern und weiter gefaßte Bausteine zu verwenden.

Im Storage-Bereich geschieht das seit längerem durch die Nutzung von NAS-Appliances, die im Grunde aus Server, Storage und Betriebssystem zusammen mit einer darauf abgestimmten Anwendersoftware bestehen. Die Oracle Sun ZFS Storage 7000 Appliances sind hierfür ein erfolgreiches Beispiel. Oracle setzt diesen Trend seit einiger Zeit erfolgreich auch im Server/Applikations-Bereich um:

- Die **Oracle Exadata Database Machine**¹¹ ist ein integriertes Datenbank-System, das Storage-, Server-, Netzwerk- und Datenbank-Software zu einem Hochleistungssystem vereint. Durch die Möglichkeit, mehrere Datenbank-Instanzen darauf zu verwirklichen und durch die modernen Administrations-Möglichkeiten kann man hierbei auch von einer Datenbank-Cloud in einem Rack sprechen, die für Rechenzentren mit hohem Bedarf an Datenbank-Leistung oder mit einem hohen Potenzial für Datenbank-Konsolidierung interessant ist.
- Noch näher am Cloud-Konzept ist die **Oracle Exalogic Elastic Cloud**¹², die eine voll integrierte Infrastruktur für Java-Anwendungen bereitstellt: Server, Storage, Netzwerk und Software-Komponenten sind hierbei optimal aufeinander abgestimmt. Das System kommt in verschiedenen Ausbaustufen und ist komplett vorintegriert, so dass die Zeit für die Installation und die Integration in das RZ minimiert wird. Zukünftig sollen auch beliebige weitere Anwendungen unter Oracle Enterprise Linux oder Oracle Solaris in der Oracle Exalogic Elastic Cloud Infrastruktur ablauffähig sein.

Die Vorteile solcher vorintegrierter Systeme sind:

- Kürzere Zeit für Installation und Betrieb, da das System bereits vorintegriert und vorkonfiguriert ist.
- Höhere Applikations-Performance, da alle Komponenten bereits optimal aufeinander abgestimmt sind.
- Geringere Kosten pro laufender Anwendung, da die vorintegrierte Lösung effizienter ist, als eine aus individuellen Komponenten bestehende.
- Höhere Zuverlässigkeit, da alle Komponenten von vorne herein für höchste Zuverlässigkeit aufeinander abgestimmt, getestet und zertifiziert wurden.
- Einfachere und kostengünstigere Administration und Wartung: Das System wird als Ganzes verwaltet und gewartet, und nicht als Menge einzelner Sub-Systeme.

RZ-Betreiber sollten daher auf jeden Fall die Möglichkeiten, die Exadata und Exalogic beinhalten genauer untersuchen und diese Systeme als vorintegrierte und vorkonfigurierte, große Bausteine für eigene Cloud-Infrastrukturen in Betracht ziehen.

Zugangs-Schicht

Zum Schluß bleibt noch der Blick auf die Zugangs-Schicht, die die Schnittstelle zwischen Cloud-Anbieter und Cloud-Nutzer darstellt. Dies geht über den Fokus dieses Papiers hinaus, jedoch ist es nützlich, folgende Punkte zu beachten:

- *Schnittstellen für Self-Service*: Die bisher besprochenen Komponenten legen die Grundlage für den Aufbau und das Management von Cloud-IaaS-Infrastrukturen. Auf dieser Basis können durch Integration mit Web-Interfaces und Web-Portalen Selbstbedienungs-Systeme mit wenig Aufwand aufgebaut werden. Diese Systeme ermöglichen dem Nutzer, selbständig Ressourcen

11 <http://www.oracle.com/us/products/database/database-machine/index.html>

12 <http://www.oracle.com/us/products/middleware/exalogic/index.html>

anzufordern, zu konfigurieren, zu nutzen und wieder zurück zu geben. Dabei kann man auch auf die gesamte Produkt-Palette von Oracle Middleware-Produkten zurückgegriffen werden.

- *Schnittstellen für Messung und Abrechnung*: Die automatische Nutzung von Ressourcen bringt schnell den Bedarf, diese an Unternehmens-Vorgaben orientiert zu messen und nach Unternehmens-Richtlinien abzurechnen oder zu buchen. Da dies oft sehr von bereits im Unternehmen etablierten Systemen abhängt, gibt es noch keine einheitlichen Schnittstellen oder Produkte. Hier gibt es die Möglichkeit, anknüpfend an das Monitoring im System-Management und in Verbindung mit existierenden Abrechnungsmodellen im Unternehmen eigene Lösungen oder Integrations-Projekte zu erarbeiten.
- *Schnittstellen für den Ressourcen-Zugang*: Schließlich bleibt der Zugang zu den eigentlichen Cloud-Ressourcen. Hier kommen Standard-Schnittstellen wie iSCSI für Storage, SSH für die Administration von virtuellen Maschinen oder Container bzw. IP-Subnetze für die zwischen den virtuellen Maschinen existierenden Netzwerke zum Einsatz.

Neue Prozesse und Rollen im Cloud-Rechenzentrum

Der Wandel von Komponenten-orientierter IT hin zur Bereitstellung fertiger Applikations-Stacks, bestehend aus (mehrerer) virtueller Hardware, OS, Middleware und Applikation bringt auch einen Wandel der Prozesse und Rollen in Rechenzentren mit sich:

- *Entwicklung und Aufbau von Cloud Services (Build Time)*: Ausgehend von verfügbaren Services, Entwickler-Bausteinen und selbst entwickelten Komponenten können IT-Mitarbeiter in der Rolle des *Service Entwicklers* Prozesse Modellieren, Simulieren und auf Anwendungen abbilden. Zusammen mit ihren Kollegen in der Rolle des *Cloud Builders* können diese Anwendungen auf Applikations-Stacks in IaaS-Clouds abgebildet werden, die dann als Ausrollbare Einheiten (z.B. in Form von Templates oder Virtual Assemblies) aufgebaut und katalogisiert werden.
- *Ausrollen und Betrieb von Cloud Services (Run Time)*: Die neue Rolle des *Service Deployers* ist dann für das Ausrollen und Anpassen von vorgefertigten Services verantwortlich. Diese werden dann von *Cloud Usern* genutzt und im Betrieb durch den *Cloud Operator* überwacht, der auf Basis von Monitoring Tools und service-spezifischen Metriken den ordnungsgemäßen Ablauf des Services einhält und abrechnet. Dieser kann Feedback von Nutzern gemeinsam mit Analyse-Daten aus dem Betrieb an den Cloud Builder bzw. Service Entwickler zurückgeben, die aufgrund dieser Informationen die Applikation schrittweise verbessern und an die Bedürfnisse der Benutzer und des Unternehmens weiter anpassen können.
- Entwicklung und Betrieb sind daher sauber voneinander getrennt und werden durch den *Anwendungs-Verantwortlichen* koordiniert, der den Lebenszyklus der Anwendung überwacht und koordiniert, die über verschiedenen Iterationen dieses Prozesses schrittweise immer besser und leistungsfähiger wird.

Das folgende Diagramm veranschaulicht diesen neuen Applikations-Lebenszyklus im Cloud-Rechenzentrum:

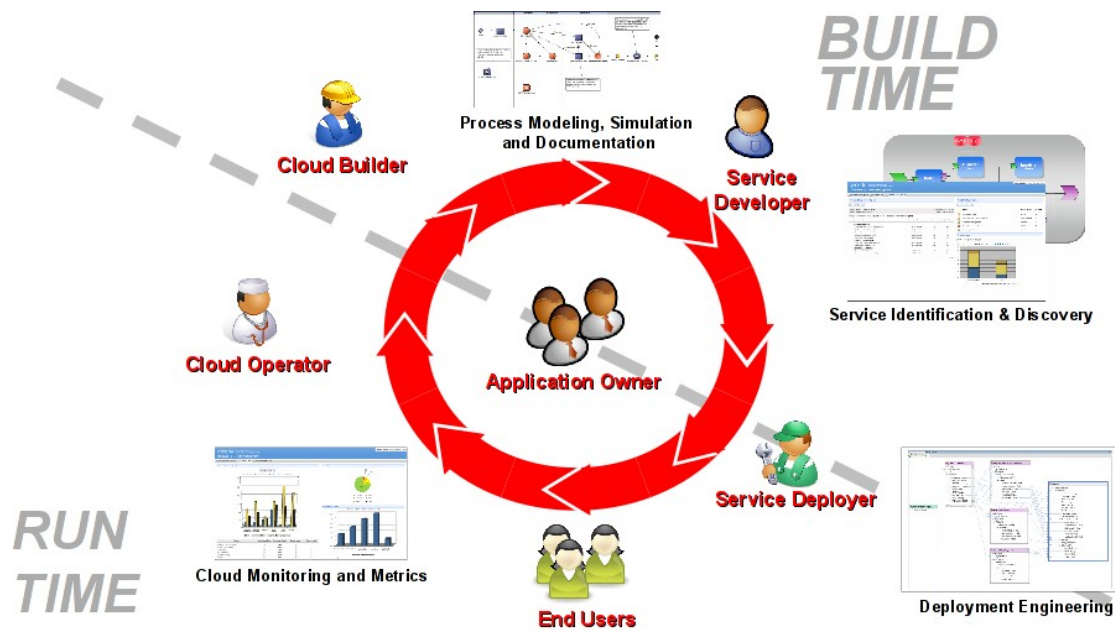


Abb. 5: Applikations-Lebenszyklus in einem Cloud-Rechenzentrum.

Die nächsten Schritte

Das vorliegende Modell und die besprochenen Bausteine stellen einen Baukasten für den Aufbau eigener Cloud-IaaS-Infrastrukturen dar. Jeder RZ-Betreiber kann daraus die für sich relevanten Teile übernehmen und Schritt für Schritt umsetzen, um die Effizienz im RZ zu steigern, Kosten zu senken und neue Cloud-Dienste anzubieten. Dafür bietet es sich an, Workshops in Zusammenarbeit mit Fachabteilungen, Herstellern und internen Kunden abzuhalten, die folgende Fragen klären helfen:

- Welche Erfahrungen existieren bereits im Unternehmen mit Cloud-Computing?
- Welche Anforderungen muss eine interne Anwendung erfüllen, um in einer virtualisierten oder einer Cloud-Infrastruktur ausgerollt oder in eine Solche migriert werden zu können?
- Welche Anwendungen könnten bereits jetzt auf eine internen Cloud-Infrastruktur migriert werden?
- Welche Einspar-Potenziale ergeben sich aus der Anwendung von Cloud-Konzepten im eigenen Unternehmen?
- Wo könnte man sinnvoll mit einer Cloud-Umgebung anfangen, um erste Erfahrungen mit eigenen Applikationen zu sammeln?

Rechenzentren und IT-Abteilungen, die bereits Virtualisierungs- und Konsolidierungs-Projekte planen oder unternommen haben können auf dieser Basis den nächsten Schritt gehen, und das Ausrollen von neuen Applikationen von vorne herein als virtuell verwaltete, Netzwerk-orientierte, durch die Fachabteilung selbst verwaltete und elastisch skalierbare Anwendung planen. So können Unternehmen das Beste aus Cloud-Computing für sich intern umsetzen.

Ausblick

Die aktuellen Modelle und Produkte stellen den Anfang in einer größeren Welle von Cloud-Computing-Produkten und Technologien für das RZ dar. Bereits Solaris 11 Express verspricht mit seinen weitreichenden Netzwerk-Virtualisierungs- (Projekt Crossbow) und Storage-Virtualisierungs- (COMSTAR) Projekten zum wahren „Cloud-OS“ zu werden, da es als einziges Betriebssystem auf jeder Ebene (Anwendung, Netzwerk, Storage) eine Fülle von Möglichkeiten für effiziente, leistungsfähige, sichere und zuverlässige Virtualisierung von RZ-Ressourcen beinhaltet.

Ebenso ergeben sich zahlreiche neue Möglichkeiten durch die Verfügbarkeit von neuen Produkten aus der Oracle VM und der Oracle Enterprise Manager Familie, sowie der Einführung von integrierten Systemen wie Oracle Exadata und Oracle Exalogic.

Daher ist jetzt der richtige Moment, um frühzeitig Erfahrungen mit Cloud-IaaS im Unternehmen zu sammeln und erste Pilotprojekte auszurollen.

Kontaktadresse:

Constantin Gonzalez

Oracle Deutschland BV & Co. KG

Sonnenallee 1

D-85551 Kirchheim-Heimstetten

Telefon: +49 (0) 89-4 60 08-25 91
E-Mail constantin.gonzalez@oracle.com
Internet: www.oracle.com
Blog: constantin.glez.de
Twitter: [@zalez](https://twitter.com/zalez)