



Cloud unter Kontrolle

Verwaltung und Integration:

Managementwerkzeuge

Neue Rollen in der IT

Abrechnungsverfahren

Cloud-Dienste nutzen

Mobile Integration:

Administration per iPhone

Apps aus der Cloud

Sicherheit und Recht:

Angriff auf WPA2

Rechtslage international

Cloud nutzen

Tutorial: Windows Azure



PRIVATE CLOUD ohne Risiko



60% WENIGER KOSTEN
durch optimalsten Ressourceneinsatz

MAXIMALE SICHERHEIT
durch selbstheilendes System

MAXIMALE SKALIERBARKEIT
durch flexibles 128-bit Dateisystem

Egal ob zentraler Speicher oder private cloud:
mit transtec Provigo Speichersystemen skalieren Sie Ihre Infrastruktur schnell, nahtlos und effizient über all Ihre Standorte hinweg.

Mehr: www.transtec.de/provigo



Turbulenzen

Gute zwei Jahre ist es her, dass „Cloud“ das erste Mal Thema eines Sonderheftes der *iX* war. Auf den ersten Blick scheint sich wenig getan zu haben: Nach wie vor spielt das Systemmanagement eine wichtige Rolle, gibt es eine Palette von Software für die Cloud, ist Virtualisierung die zentrale Technik, gilt es rechtliche sowie Sicherheitsfragen zu beachten – und es existiert immer noch ein anderes „Netz“: das Grid, der Verbund von Hochleistungsrechnern, in dem Forscher auf der Jagd nach dem sind, was unsere Welt zusammenhält oder ins Wanken bringen kann.

Bei genauerem Hinsehen erkennt man, dass sich wichtige Akzente verschoben haben. Die Cloud ist de facto mächtig gewachsen – nahezu jedes größere IT-Unternehmen hat passende Produkte im Portfolio –, was die Frage nach der Verwaltbarkeit in den Mittelpunkt rückt. Vor allem ist die Systemadministration dem unterworfen. Dienste von draußen müssen mit denen im eigenen Haus zusammenpassen. In einigen Bereichen treten die IT-Abteilungen selbst als Provider auf, in anderen verlagern sie Teile des Managements in die Cloud.

Der Bedarf an Software zum Management in der Cloud und zum Aufbau solcher Systeme hat deshalb in den letzten zwei Jahren deutlich zugenommen. Damit haben sich die Aufgaben verlagert, teils gewandelt, und es entsteht ein Berufsbild, das ständigen Änderungen unterworfen ist. Dazu kann es hilfreich sein, anhand von Tutorials praktische Erfahrungen zu sammeln, ohne die eigene Systemlandschaft damit belasten zu müssen.

Zwar hat die Virtualisierung in der IT nach wie vor eine Schlüsselrolle, ist aber im Bereich der Server fast schon wie eine Selbstverständlichkeit in den Hintergrund getreten. Vor der Tür steht die Virtual Desktop Infrastructure (VDI). Am Horizont tauchen unter Distributed Computing Infrastructure (DCI) Techniken auf, die über die Cloud hinausgehen.

Als stärkster Motor für Entwicklungen in den letzten Jahren darf die Mobilität gelten. Schließlich liefert die Cloud vom Konzept her eine hervorragende Plattform, jeden jederzeit wo auch immer mit Informationen und Anwendungen gezielt zu versorgen. Und umgekehrt kann sie IT-Verantwortlichen die Freiheit geben, Systeme etwa im Rechenzentrum unterwegs im Auge zu behalten, ja sogar fernzusteuern.

Bis in die Massenmedien sind die Diskussionen über Sicherheit und Rechtslage im Zusammenhang mit der Cloud vordringen. Neue Techniken, Verordnungen und der internationale Datenverkehr werfen Fragen über Fragen auf und drohen die Sicherheit zu gefährden.

Im Bereich Forschung und Wissenschaft gehen die Untersuchungen weit darüber hinaus. Auf der einen Seite beginnen die Verbundnetze der Supercomputer im High Performance Computing von der Cloud zu profitieren, andererseits gibt es jenseits aller Technik Fragen, die soziologische und psychologische Aspekte betreffen.

Sicherlich ließe sich der Bogen noch weiter spannen und es ist zu erwarten, dass in absehbarer Zeit die Verwendung von Cloud-Diensten so selbstverständlich sein wird, wie die Virtualisierung: Man nutzt sie, hat aber mit der Technik nichts zu tun – bis auf diejenigen, die dafür verantwortlich sind.

RALPH HÜLSENBUSCH



IT-Management in der Cloud

Nach wie vor steht Cloud unter Verdacht, kaum mehr als ein Schlagwort zu sein, mit dem Firmen ihre Produkte an den Mann bringen wollen. Allerdings haben sich unter dem Aspekt „Dienste auf Bestellung nach Bedarf“ inzwischen konkrete Angebote entwickelt, von denen die IT profitieren kann – nur dann müssen die auch in den Griff zu kriegen sein, wie zu lesen

ab Seite 7



Management-Systeme

Cloud Computing Das Open-Source-Cloud-Schichtenmodell	8
Einbinden in die IT Integration von Cloud-Diensten in bestehende Systeme und Migration	22
Neue Rolle Der „Chief Cloud Officer“ (CCO)	27
Dienstleister Cloud stellt neue Anforderungen an das Service-Management	30
Ausbildung Cloud-Berufe: Ausbildungsgänge in der IT	33
Kostenrechnung Nutzungsabhängige Abrechnung von Cloud-Leistungen	36
Business-to-Business B2B-Infrastrukturintegration per Cloud Service Bus	48
Cloud-Überwachung Managementdienste und -werkzeuge	54

Cloud

Bürosoftware Microsoft verlegt Office-Infrastruktur in die Cloud	60
Cloud-Sicherheit Sicherheitsaspekte bei Cloud-Diensten	64

Windows Azure Tutorial Von der Migration bis zur Cloud-Applikation	68
Private Cloud Leitstand mit VMwares vCloud Director 1.5	92
OpenStack Open-Source-Software zur Cloud-Steuerung	68

Virtualisierung

Distributed Computing Infrastruktur-Management in verteilten Umgebungen	100
Desktop in der Cloud Aktuelle Angebote zur Virtual Desktop Infrastructure	104

Mobile Integration

Cloud-Broker Dynamisches Orchestrieren von Cloud-Diensten für Smart Mobile Apps	116
Applikationen Smart Apps aus der Cloud	124
Smart-Management Administrationswerkzeuge für das iPad	128

Recht + Sicherheit

WLAN WPA2 Angriffe aufs drahtlose Netz	134
--	-----

Cloud

In vielen Fällen, in denen die Cloud-Techniken in Betracht kommen, geht es darum, Techniken und Verfahren kennen- und beherrschen zu lernen, mit denen man solche Systeme aufbauen, nutzen und steuern kann.

Ein dazu passendes Spektrum gibt es

ab Seite 59



Mobile Integration

Einer der wesentlichen Aspekte neuer IT-Techniken ist die Mobilität. Das beginnt bei der allorts verfügbaren Arbeitsumgebung, der zentralen Versorgung von mobilen Geräten mit Software

bis hin zum Fernsteuern der IT vom Tablet aus – mit Beispielen

ab Seite 115

IPv6-Sicherheit

Herausforderungen für Sicherheitsverantwortliche 138

ISO 27003

Baukastensystem für Informationssicherheit 141

Internationales Recht

Patriot Act und Cloud Computing 144

Rechtsgebrauch

Cloud-Strategien entwickeln und erfolgreich umsetzen 148

Forschung + Wissenschaft

Business-Web

Cloud-basierte Flexibilisierung und Mobilisierung von Geschäftsprozessen 152

Grid vs. Cloud

Rechnen im Netz: Grid versus Cloud 160

Virtualisierung und Cloud

Chancen und Risiken für die RZ-Infrastruktur 164

Zugangsregelung

Sicherheit im Wissenschafts-Grid 168

Soziologie

Cloud Computing aus Sicht der Vertrauensforschung 175

Sonstiges

Editorial 3

Inserentenverzeichnis 6

Impressum 6

Die Software zum Heft

Sponsored Software

HP Operations Orchestration: Software zum Automatisieren von Aufgaben und Prozessen im RZ

SDKs und IDEs

Microsoft Azure: Die Azure-SDKs für Windows, Mac OS X und Linux

Tools und Frameworks

OCS Inventory Next Generation: Katalogisierung und Package-Deployment für Windows und Linux

VirtualBox: Oracles Virtualisierungssoftware für Linux, Mac OS X, Solaris und Windows; inklusive SDK und Extension Pack

Xen 4.1.2: Der freie Hypervisor der Universität Cambridge

Tutorials und Whitepapers

Einführung in Azure: 21 Video-Tutorials – abspielbar unter anderem mit VLC, Versionen für Windows und Mac OS X hier im Verzeichnis, andere unter www.videolan.org

Azure Whitepapers: Grundlegender Überblick

Azure von Anfang an: Web-Tutorial

Listings und Lizenzen

zu den Heftartikeln und Softwarepaketen

Hinweis für Käufer

PDF- und iPad-Version: In der iX-App finden Sie einen Button zum Download des DVD-Images.

Adobe-Digital-Editions-Version: Das Image finden Sie unter dem Link <http://download.heise.de/images/ix/ixsp1216.image.iso>





Software-
QS-TAG
2012

Software-QS-Tag 2012

08. bis 09. November, Nürnberg

Testing in a Mobile World

Always on – Everywhere. Per Smartphone, Tablet oder Entertainment System im KFZ – der moderne Anwender erwartet heute Zugriff auf alle für ihn relevanten IT-Systeme per Internet.

Das gilt sowohl für den privaten Lebensbereich als auch für beruflich genutzte Anwendungen bzw. für den sicheren, mobilen Zugriff auf die Firmen-IT. Letzteres ist ein derzeit immens stark wachsendes Feld und wichtiger Treiber der IT-Entwicklung der nächsten Jahre.

Der Software-QS-Tag 2012 zeigt auf, wie Qualitätssicherung und Test auf diese Herausforderungen reagieren müssen. Vortragende und Teilnehmer diskutieren, mit welchen Techniken, Tools und Methoden Projektteams sicherstellen können, dass IT-Systeme auch in der mobilen Welt sicher, performant, zuverlässig und korrekt funktionieren.

Der Software-QS-Tag ist seit 20 Jahren DIE Konferenz für Software-Qualitätssicherung und -Test auf hohem fachlichen Niveau. Der Mehrwert gegenüber anderen Fachtagungen besteht in der Fokussierung auf ein anspruchsvolles Themengebiet.

Die beiden Konferenztage bieten eine Keynote, Fachvorträge, Tutorials, Workshops sowie eine Tool-Ausstellung und dazugehörige Produktvorträge.

Buchen Sie zwei Tage „Testing in A Mobile World“ und profitieren Sie von der konzentrierten Aufbereitung des Themas.



Mehr Infos und Anmeldung unter
www.ix-konferenz.de

Zielgruppe der Konferenz

- IT-Leiter
- Software-Entwicklungsleiter
- Testkoordinatoren
- Testleiter
- Testmanager
- Projektleiter
- Product-Owner
- erfahrene Softwaretester

Sie möchten Ihre Produkte und Dienstleistungen im Umfeld der Software-Qualitätssicherung und -Test einer qualifizierten Zielgruppe präsentieren? Dann fordern Sie die Ausstellerunterlagen unter qs-tag@imbus.de an.

Eine Veranstaltung von

in Zusammenarbeit mit



SERVICE

Impressum/Inserenten

MAGAZIN FÜR PROFESSIONELLE
INFORMATIONSTECHNIK

iX Kompakt 4/2012 – IT-Management in der Cloud

Postfach 61 04 07, 30604 Hannover;
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover

Redaktion

Telefon: 05 11/53 52-387, Fax: 05 11/53 52-361, E-Mail: post@ix.de

Chefredakteur: Jürgen Seeger (JS) -386

Konzeption und redaktionelle Leitung: Ralf Hülsenbusch (rh) -373, E-Mail: rh@ix.de

Autoren dieser Ausgabe:

Ralf Ackermann, Michael Ameling, Christian Baun, Rüdiger Berlich, Arnd Böken, Matthias Bonn, Vitalian A. Danciu, Nils gentschen Felde, Stefan Freitag, Till Haselmann, Thomas Hoeren, Nils Kaczinski, Frank Koch, Danilo Kardel, Dieter Kranzlmüller, Uwe Kubach, Marcel Kunze, Tobias Kurze, Barbara Lange, Volkmart Lotz, Viktor Mauch, Guido Möllering, Jens Nimis, Daniel Oberle, Andrej Radonic, Jörg Riether, Michael Schiffers, Vasco Alexander Schmidt, Holger Schwichtenberg, Holger Sirtl, Jens-Hendrik Söndner, Manfred Steyer, Stefan Tai, Volker Tanger, Kornel Terplan, Christian Voigt, Gottfried Vossen, Johannes R. Watzl, Marc Wilkens

Redaktionsassistent: Carmen Lehmann (cle) -387, Michael Mentzel (mm) -153

Korrektur: Wiebke Preuß, Hinstorff Verlag; Anja Fischer, Heise Zeitschriften Verlag

Layout und Satz: Enrico Eisert, Matthias Timm, Hinstorff Verlag, Rostock

Titelidee: iX

Fotografie: Martin Klauss Fotografie, Despetal/Barfelde

Aufmachergestaltung: Martin Klauss

Verlag: Heise Zeitschriften Verlag GmbH & Co. KG, Postfach 61 04 07, 30604 Hannover; Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover; Telefon: 05 11/53 52-0, Telefax: 05 11/53 52-129

Geschäftsführer: Ansgar Heise, Dr. Alfons Schröder

Mitglied der Geschäftsleitung: Beate Gerold

Verlagsleiter: Dr. Alfons Schröder

Anzeigenleitung: Michael Hanke (-167), E-Mail: michael.hanke@heise.de

Leiter Vertrieb und Marketing: André Lux (-299)

Teamleitung Herstellung: Bianca Nagel (-456)

Druck: Dierichs Druck + Media GmbH, Kassel

DVD-Herstellungsleitung: Klaus Ditze

Verantwortlich: Textteil: Jürgen Seeger; Anzeigenteil: Michael Hanke

iX Kompakt 4/2012 – IT-Management in der Cloud: Einzelpreis € 12,90, Österreich € 14,20, Schweiz sfr 25,80, BeNeLux: € 14,80, Italien: € 16,80

Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann trotz sorgfältiger Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber nicht übernommen werden. Kein Teil dieser Publikation darf ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung des Verlages verbreitet werden; das schließt ausdrücklich auch die Veröffentlichung auf Websites ein.

Printed in Germany

© Copyright by Heise Zeitschriften Verlag GmbH & Co. KG

Die Inserenten

ANK	www.try-office365.eu	65
Applied Security	www.apsec.de	39
B1 Systems	www.b1-systems.de	25
BCC	www.icyteas.de	41
bytec	www.bytec.de	180
dpunkt	www.dpunkt.de	57
Dt. Telekom	www.telekom.de	20, 21
Faden.it	www.cloudworx4u.com	71
Fiberlink	www.maas360.com	47, 49
GAB	www.gab-net.com	19
Galileo Press	www.galileo-press.de	31
GK Software	www.gk-software.com	37
Hewlett-Packard	www.hp.com	11
InSys	www.insys.de	65
IPResearch	www.ipresearch.de	51
Messe Nürnberg	www.it-sa.de	179
ProfitBricks	www.profitbricks.com	52, 53
Storage Network Industries	www.snia-europe.org	43
tecRacer	www.tecracer.de	13
Thomas Krenn	www.thomas-krenn.de	15
Transtec	www.transtec.de	2
VMware	www.vmware.com	9, 17

Die hier abgedruckten Seitenzahlen sind nicht verbindlich. Redaktionelle Gründe können Änderungen erforderlich machen.



Management: Kosten, Rollen und Strukturen

Wer Cloud-Systeme nutzt oder in Betrieb nimmt, muss sie im Blick behalten. Das kann auf der einen Seite bedeuten, die neue Technik in die vorhandenen Strukturen zu integrieren, auf der anderen sie zu verwenden, um Administrationsdienste auszulagern. Das betrifft nicht allein die technischen Bereiche wie Hard- und Software, sondern auch das Abrechnungswesen, und zieht Veränderungen in der Ausbildung sowie der Rollenverteilung der IT-Verantwortlichen nach sich.

Das Open-Source-Cloud-Schichtenmodell	8
Integration von Cloud-Diensten in bestehende Systeme und Migration	22
Der „Chief Cloud Officer“ (CCO)	27
Cloud stellt neue Anforderungen an das Service-Management	30
Cloud-Berufe: Ausbildungsgänge in der IT	33
Nutzungsabhängige Abrechnung von Cloud-Leistungen	36
B2B-Infrastrukturintegration per Cloud Service Bus	48
Managementdienste und -werkzeuge	54

Das Open-Source-Cloud-Schichtenmodell

Freier Blick auf die Quelle

Christian Baun, Marcel Kunze, Jens Nimis, Stefan Tai



Im Rahmen der Initiative Open Cirrus bauen Forschungseinrichtungen und Unternehmen gemeinsam ein Testbed für das Cloud Computing auf, um unter anderem damit das Schichtenmodell für Open Source weiterzuentwickeln. Denn neben den kommerziellen Produkten für Cloud-Systeme stellt die freie Software eine Alternative dar.

Komponenten aus dem Open-Source-Bereich für das Cloud Computing haben sich recht früh entwickelt. Nach einigen Jahren bedarf es aber einer kritischen Betrachtung und einer Einordnung in ein geeignetes Modell.

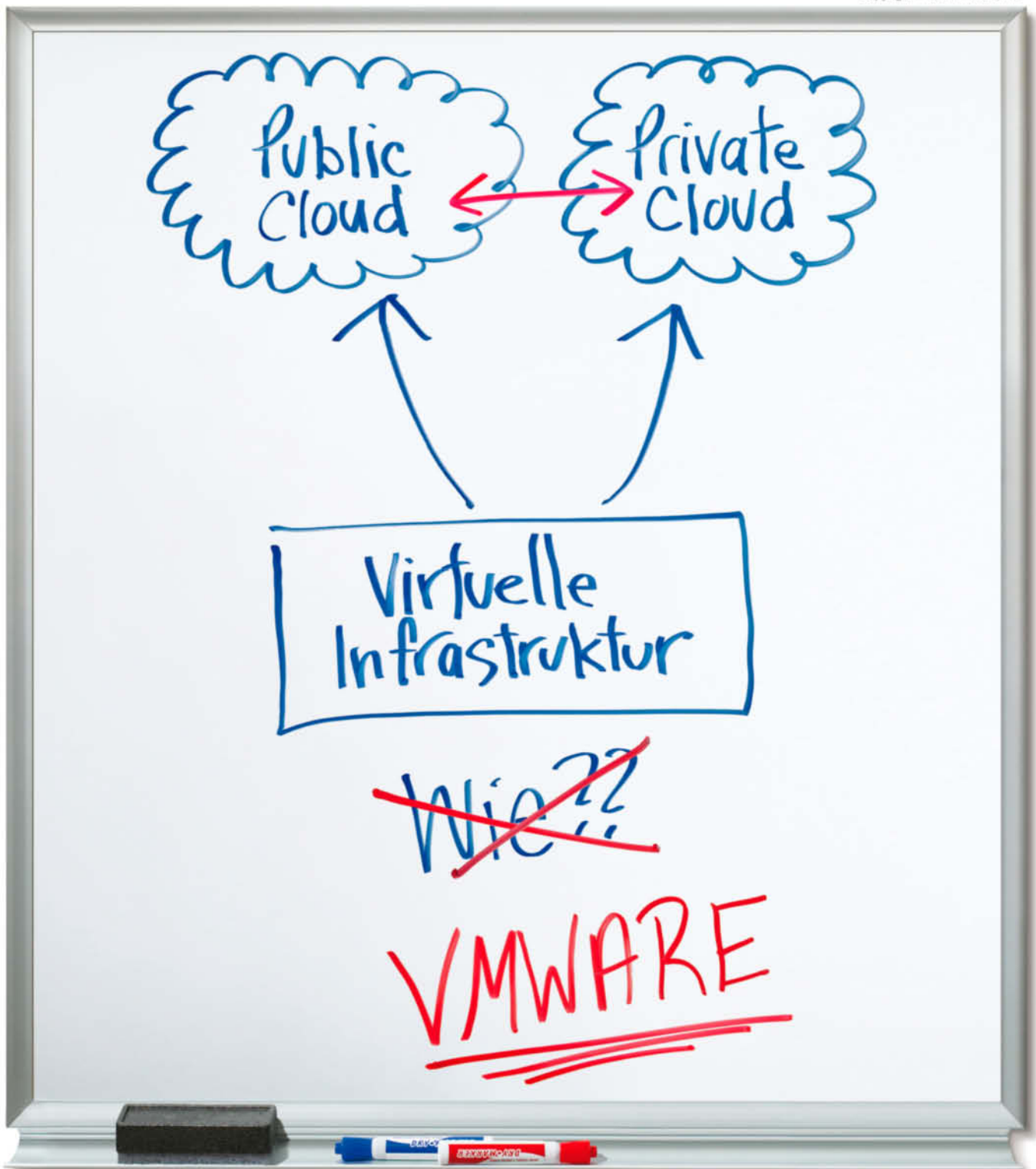
Eingeführte Komponenten einer Infrastructure as a Service (IaaS) sind durch die Physical Resource Sets (PRS) zur Partitionierung der Infrastruktur repräsentiert, die Software-Infrastruktur umfasst Komponenten zum Verwalten virtueller Maschinen (VMs) und des Speichers sowie Verfahren zum Überwachen und Steuern der Infrastruktur. Die Schicht beinhaltet darüber hinaus Komponenten zur Job-Steuerung und für das Erfassen des Verbrauchs (engl. Accounting) und das Abrechnen (engl. Billing). Die PaaS-Komponenten bilden die Framework-Schicht, die SaaS-Komponenten sind auf der Anwendungsebene zu finden.

Physische und virtuelle Ressourcen

Die Wurzeln der IaaS-Komponenten liegen im Emulab-Projekt, bei dem Mini-Rechenzentren für Systementwicklung

zur Verfügung gestellt werden können [1]. Auf der untersten Ebene organisiert man die Infrastruktur in Form von PRS, das die für die Umsetzung einer Aufgabe nötigen Ressourcen wie CPUs, Speicher und Netzwerke beinhaltet. Ein virtuelles LAN verknüpft diese in einer gemeinsamen Domäne. Das Management der Domänen erfolgt über einen speziellen PRS-Dienst. Dieser kann die Ressourcen über das Netzwerk verwalten und gestattet es, Komponenten ein- und auszuschalten, System-Images auszurollen und die Infrastruktur zu überwachen. Ein Beispiel mit vier verschiedenen Domänen ist in Abbildung 3 zu sehen: Es gibt hier eine Domäne für Systemforschung, eine für das Management der VMs sowie Domänen für Speicherdienste und Überwachung. Anwendungen, die auf virtuellen Clustern der zweiten Domäne laufen, nutzen diese Dienste.

Die virtuellen Cluster bilden Virtual Resource Sets (VRS). Beim Beispiel in der Abbildung 3 handelt es sich um die Management-Suite Tashi [a], die Intel und Yahoo zurzeit gemeinsam entwickeln. Tashi ist eine Lösung speziell für Cloud-Rechenzentren, die massive Datenbestände im Internet bearbeiten müssen. Die grundlegende Idee ist, dass hier-



97% der Fortune Global 500-Unternehmen setzen bereits auf VMware®, den weltweit führenden Anbieter im Bereich Virtualisierung. Diese Unternehmen sind mit unserer Hilfe cloudfähig geworden. Jetzt folgt der nächste Schritt und mit uns sind Sie auf dem besten Weg zu einer sicheren, zentral verwalteten und kontrollierten Umgebung. Denn schließlich geht es nicht um *irgendeine* Cloud. Sondern um *Ihre* Cloud.

vmware®
The power behind your cloud.

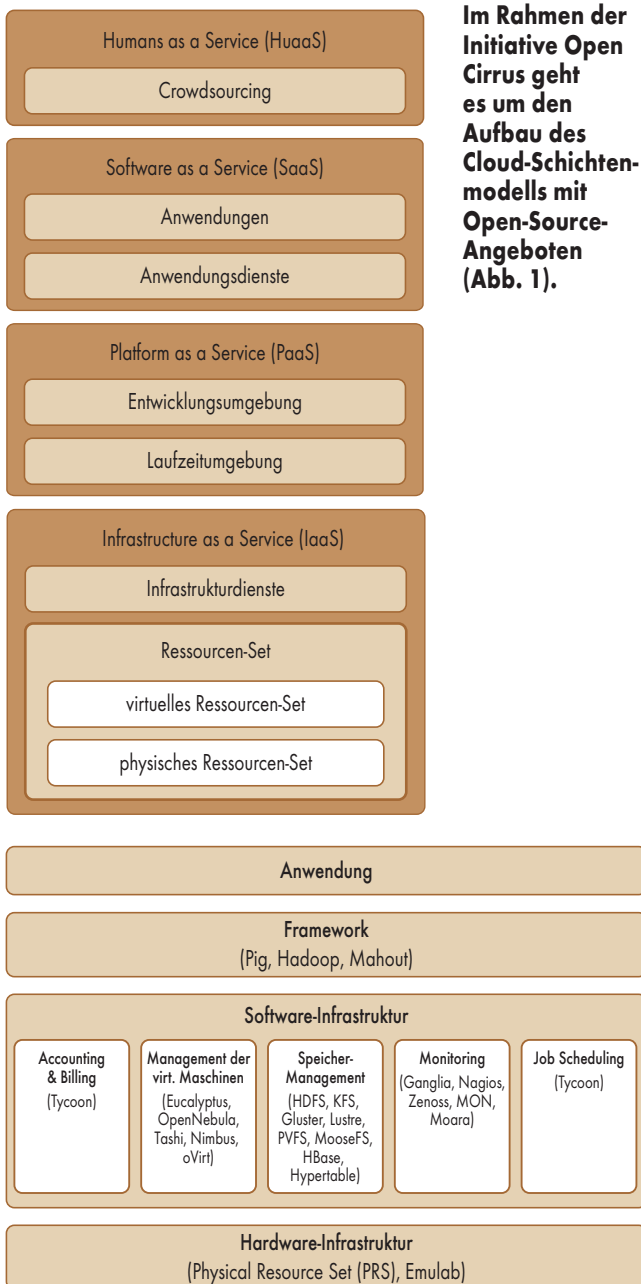
Besuchen Sie vmware.com/de/whiteboard

bei nicht nur CPU-Ressourcen einem Planungsprozess unterworfen sind, sondern darüber hinaus auch die verteilten Speicherressourcen. Das gemeinsame Scheduling von CPU und Datenspeicher erlaubt die Optimierung des Systems unter der Berücksichtigung des Energieverbrauchs.

Ein weiteres sehr populäres Managementsystem für virtuelle Ressourcen ist Eucalyptus, das im Folgenden beschrieben wird.

Eucalyptus

Cloud-Infrastrukturen kommerzieller Anbieter wie Amazons EC2 und S3 oder PaaS-Angebote wie Googles App Engine bieten einen hohen Grad an Benutzbarkeit und sind zu geringen Kosten (teilweise sogar kostenfrei) nutzbar. In einigen



Die Cloud-Architektur selbst ist in Schichten aufgebaut (Abb. 2).

Fällen ist es aber wünschenswert, eine private Cloud-Infrastruktur aufzubauen. Aspekte, bei denen eine private Cloud einer öffentlichen Cloud vorzuziehen ist, können spezielle Sicherheitsanforderungen oder das Speichern kritischer Unternehmensdaten sein. Auch der Aufbau eines internen Datenspiegels (RAID-0) ist denkbar, um die Verfügbarkeit einer Cloud-Infrastruktur bei einem kommerziellen Anbieter zu erhöhen.

Eucalyptus [b] ist eine Abkürzung für „Elastic Utility Computing Architecture for Linking Your Programs To Useful System“. Entstanden ist das System an der University of California in Santa Barbara (UCSB). Die Weiterentwicklung erfolgt durch das Unternehmen Eucalyptus Systems. Das Produkt ermöglicht den Aufbau und Betrieb einer eigenen IaaS-Cloud-Infrastruktur. Die API ist kompatibel zu Amazons EC2, S3 und EBS [2]. Die Softwareentwicklung steht unter der BSD-Lizenz und ist damit im Sinne der Open Source verfügbar. Im Gegensatz zu Amazons EC2, das zur Virtualisierung ausschließlich Xen nutzt, kann Eucalyptus mit Xen und KVM (Kernel-based Virtual Machine) zusammenarbeiten. Voraussetzung für Letztere ist, dass eine CPU mit Hardwarevirtualisierung (AMD-V/Intel VT-x) vorhanden ist. Eine Unterstützung für VMwares vSphere Hypervisor und ESXi bietet die kommerziell verfügbare Enterprise-Version, die Eucalyptus Systems anbietet. Die Integration der VMware-Unterstützung in die freie Version von Eucalyptus ist nicht geplant.

Architektur mit drei Komponenten

Die Eucalyptus-Infrastruktur besteht aus drei Komponenten (siehe Abbildung 4): Cloud Controller (CLC), Cluster Controller (CC) und Node Controller (NC) [3]. Alle drei Komponenten sind als Web-Services realisiert.

Auf jedem Knoten in der Cloud, auf dem virtuelle Instanzen laufen sollen, muss der NC installiert sein. Voraussetzung hierfür ist ein funktionierender Xen Hypervisor oder KVM. Jeder NC sendet Informationen über den aktuellen Zustand der eigenen Ressourcen an den CC. Dieses sind Informationen über die Anzahl der virtuellen Prozessoren, den freien Hauptspeicher und den freien Festplattenpeicher.

In jedem Cluster kümmert sich ein CC um die lastabhängige Verteilung (Scheduling) der VMs auf die NCs. Dieses geschieht mithilfe der Ressourceninformationen, die die NCs an den CC übermitteln. Eine weitere Aufgabe eines CC ist das Steuern des privaten Netzwerks, über das der CC mit den NCs kommuniziert. Jeder CC sendet Informationen über den aktuellen Zustand der Ressourcen im eigenen Cluster. Für das Meta-Scheduling, also das Verteilen der VMs zwischen den verbundenen Clustern, ist der CLC zuständig. Hierfür sammelt er die Ressourceninformationen, die die CCs an den CLC übermitteln. In jeder Eucalyptus-Infrastruktur muss exakt ein CLC aktiv sein. Der CLC ist der Zugriffspunkt in der Cloud, sowohl für die Anwender als auch für die Administratoren.

Bei Eucalyptus-Infrastrukturen mit einer geringen Anzahl an physischen Servern bietet es sich an, CLC und CC auf einem Server zu konsolidieren. Es ist notfalls auch möglich, alle drei Komponenten auf einem physischen Server zu betreiben. Zusätzlich enthält Eucalyptus zwei Speicherdienste: Walrus ist ein Speicherdienst für Web-Objekte, der kompatibel zur REST API von Amazons S3 ist. Zusätzlich existiert



Wie würde Ihnen der Titel „Cloud-Master“ gefallen?

HP hilft Ihnen, die Herausforderungen im Cloud Computing zu meistern – wie, erfahren Sie hier.

Mit der **HP Converged Cloud** können Sie Cloud-Services einfach und schnell erstellen, verwalten, schützen und nutzen. Dieser branchenweit einzigartige Cloud-Ansatz basiert auf einer einheitlichen Cloud-Architektur. Das HP CloudSystem nutzt diese Architektur und ist damit das branchenweit am umfassendsten integrierte, offene System zur Bereitstellung von Cloud-Services.

Die Power der HP Converged Cloud.

Erfahren Sie mehr unter www.hp.com/de/cloud



Vergleich der quelloffenen VRS							
Name	Lizenz	Schnittstelle	EC2	S3	EBS	Hypervisor	Enterprise
Eucalyptus	GPLv3	AWS	ja	ja	ja	KVM, Xen, VMware	ja
OpenNebula	Apache v2.0	OCCI, AWS	teilweise	nein	nein	KVM, Xen, VMware, VirtualBox	nein
Nimbus	Apache v2.0	WSRF, AWS	teilweise	teilweise	nein	KVM, Xen	nein
CloudStack	GPLv3	CloudStack, AWS	teilweise	nein	nein	KVM, Xen, VMware	ja
OpenStack	Apache v2.0	OpenStack, AWS	ja	nein	nein	KVM, Xen, VirtualBox, UML	nein

ein Speicherdienst mit der Bezeichnung Storage Controller (SC), dessen Funktionsumfang und API mit dem Dienst Amazon EBS identisch sind. Walrus und der SC können auf beliebigen Rechnern im Cluster ausgeführt werden. Eine Positionierung von Walrus und SC auf dem CLC ist bei kleineren und mittleren Installationen üblich.

Eucalyptus verwendet Walrus, um die Images abzulegen. Es ist darüber hinaus auch möglich, Walrus als eigenständigen Dienst unabhängig von Eucalyptus zu installieren und zu nutzen.

Virtual Distributed Ethernet (VDE) erzeugt das private Netzwerk. Auf den Eucalyptus-Komponenten läuft hierfür ein virtueller VDE-Switch. Die Verbindungen zwischen den Switches sind mit virtuellen VDE-Kabeln realisiert. Durch das virtuelle Netzwerk ist garantiert, dass den VMs innerhalb eines Clusters in der Cloud ein einheitliches Subnetz zur Verfügung steht [4].

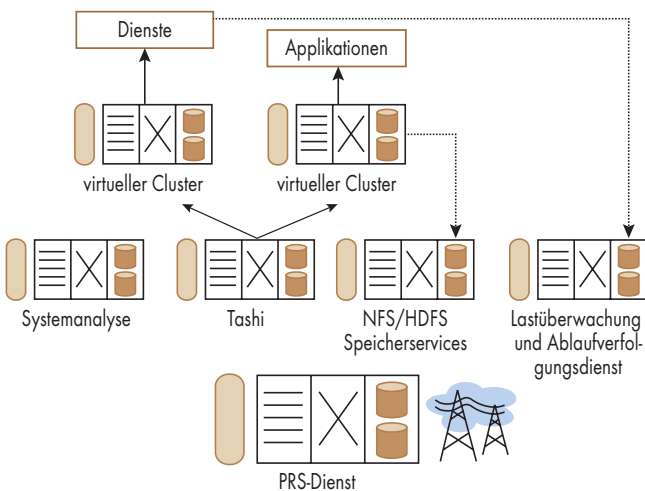
In einer Private Cloud mit Eucalyptus sind die Bezeichnung der Instanzklassen zu Amazons EC2 identisch. Unterschiede bestehen aber bei den standardmäßig zugewiesenen Ressourcen. Es ist aber nicht vorgesehen, zusätzliche Instanzklassen zu definieren oder deren Namen zu ändern.

Die neuen Instanzklassen bei Amazons Web Services (dazu gehören die High-Memory Instances *m2.2xlarge*, *m2.4xlarge* und *m2.xlarge* sowie die Micro Instances *t1.micro*) haben bei Eucalyptus noch keinen Eingang gefunden. In einer Eucalyptus-Cloud können alle Instanzklassen auf allen Knoten platziert werden. Folglich ist auch keine Ausprägung der Instanzklassen nach Architekturen möglich, so wie es Amazon bei EC2 handhabt. Dort stehen den beiden Instanzklassen *m1.small* und *c1.medium* ausschließlich Instanzen mit einer 32-Bit-Architektur zur Verfügung, während alle anderen Instanzen auf der 64-Bit-Architektur basieren. Eine Ausnahme bildet die Instanzklasse *t1.micro*. Sie kann sowohl

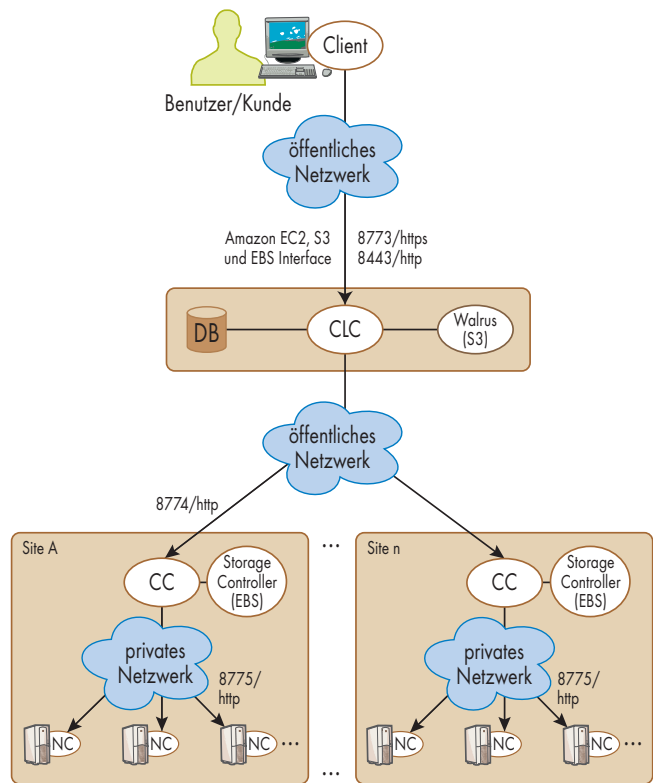
mit 32-Bit- als auch 64-Bit-Instanzen verwendet werden. In einer Eucalyptus-Cloud ist im Gegensatz dazu die Architektur aller Instanzklassen identisch.

Ein weiterer Unterschied zwischen Amazons Web Services und Eucalyptus betrifft die Leistungsfähigkeit der angebotenen CPU-Cores. Amazon verwendet bei der Definition der Rechenleistung die Metrik EC2 Compute Units (ECU). Eine solche Einheit ist bezüglich Rechenleistung vergleichbar mit einem 1,0 bis 1,2 GHz schnellen Opteron oder Xeon aus dem Jahr 2007 oder mit einem 1,7 GHz getakteten Xeon-Prozessor aus dem Frühjahr 2006 [c].

Bei Amazons Web Services besitzen die virtuellen CPU-Cores bezüglich der verwendeten Instanzklasse eine unterschiedliche Leistungsfähigkeit. Das ist darauf zurückzuführen, dass Amazon für das Provisionieren in den verschiedenen Instanzklassen unterschiedliche physische Hardware vorhält. Während in EC2 bei der Instanzklasse *m1.small* die Rechenleistung eines virtuellen CPU-Cores einer ECU entspricht, hat bei den übrigen Standard-Instanzen *m1.small* und *m1.large* jeder virtuelle Core die Rechenleistung von zwei ECU. Bei den High-Memory Instances *m2.xlarge*, *m2.2xlarge* und *m2.4xlarge* besitzt jeder virtuelle Core die Rechenleistung von 3,25 ECU und bei den High-CPU Instances *c1.medium* und *c1.xlarge* sind es 2,5 ECU. Die Cluster-Compute-Instan-



Verschiedene Domänen nutzen die Betriebsmittel eines Physical Resource Set (Abb. 3).



Architektur und Komponenten von Eucalyptus sind übersichtlich strukturiert (Abb. 4).

zen verfügen über je zwei Quad-Core-CPUs vom Typ Xeon-X5570 (Nehalem).

OpenNebula

OpenNebula [d] ist ebenso wie Eucalyptus eine IaaS zum Konstruieren einer Private Cloud. Als Virtualisierungsansätze werden der Xen Hypervisor, KVM und VMware vSphere unterstützt. OpenNebula ermöglicht es im Gegensatz zu Eucalyptus, Instanzen auf den angeschlossenen Knoten im laufenden Betrieb zu verschieben. In OpenNebula ist allerdings bislang nur eine rudimentäre Unterstützung für die EC2 SOAP und EC2 Query API integriert. Es ist möglich, eine Liste der Images und Instanzen auszugeben, sowie Instanzen zu starten, neu zu starten und zu beenden. Es besteht ferner die Möglichkeit, Ressourcen in Amazons EC2 über OpenNebula zu steuern.

Ein Alleinstellungsmerkmal von OpenNebula ist die Option, Knoten zu gruppieren. Somit wird der Aufbau des Hochleistungsrechnens als Dienst – High Performance Computing as a Service (HPCaaS) – ermöglicht. Im Gegensatz zu Eucalyptus und Nimbus enthält OpenNebula keinen zur API von S3 oder EBS kompatiblen Speicherdienst. OpenNebula ist unter einer Open-Source-Lizenz verfügbar.

Nimbus

Nimbus [5] ist ein Private Cloud Infrastructure as a Service, der von der Globus Alliance entwickelt wird. Nimbus unterstützt die Hypervisoren Xen und KVM. Für das Scheduling der VMs kann das Produkt auf Systeme wie das Portable Batch System (PBS) oder die Sun Grid Engine (SGE) zurückgreifen. Es ist eine rudimentäre Unterstützung für die Amazons EC2 SOAP und EC2 Query API integriert. Benutzer können sich damit eine Liste der Images und Instanzen ausgeben lassen. Sie können Instanzen starten, neu starten und beenden. Es ist auch möglich, Schlüsselpaare zu erzeugen und über ein Backend Ressourcen der Web Services von Amazon anzusprechen.

Seit Version 2.5 enthält Nimbus den Speicherdienst Cumulus, dessen Schnittstelle zur S3 REST API (Representational State Transfer, Application Programming Interface) ist. Nimbus verwendet Cumulus, um die Images abzulegen. Es ist möglich, Cumulus separat ohne Nimbus zu installieren und zu betreiben. Einen zu EBS kompatiblen Speicherdienst enthält Nimbus nicht. Es ist unter einer Open-Source-Lizenz verfügbar.

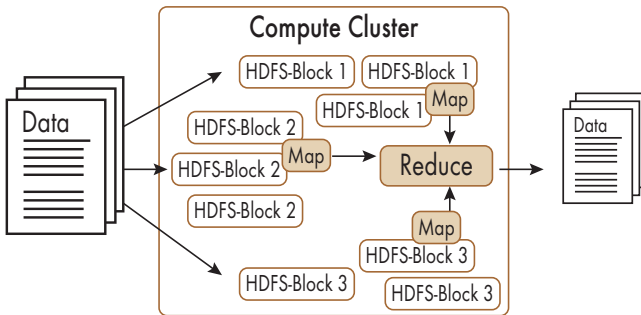
CloudStack

Ein weiterer Private Cloud IaaS ist CloudStack [e], eine Entwicklung des Unternehmens Cloud.com in Zusammenarbeit mit Rackspace. Das Produkt arbeitet mit Xen, KVM und VMwares vSphere zusammen. Die Architektur umfasst zwei Komponenten, den Management-Server und die Rechenknoten (engl. Compute-Nodes). Ersterer stellt den Administratoren und Benutzern eine Web-Oberfläche zur Verfügung. Weitere Aufgaben des Management-Servers sind das Steuern und Verwalten der Ressourcen beim Verteilen der Instanzen auf die Rechenknoten. Die Software existiert in einer Community Version, Enterprise Edition und Service Provider



→ www.tecracer.de
→ www.aws-blog.de

tecRacer bietet Dienstleistungen im Bereich des Cloud Computings. Neben der Entwicklung von Anwendungen, die Vorteile einer Cloud nutzen, bietet tecRacer auch Knowhow in den Bereichen Plattform und Infrastruktur einer Cloud. Um unser Ziel – Kompetenz und Langfristigkeit – zu erreichen, sind wir „Amazon Web Services“ Solution Provider. Mit diesem starken Partner bieten wir unseren Kunden neben der agilen Aufbauphase einen stabilen und kostengünstigen Betrieb.



MapReduce-Programmiermodell auf der Basis eines verteilten Dateisystems (HDFS) (Abb. 5)

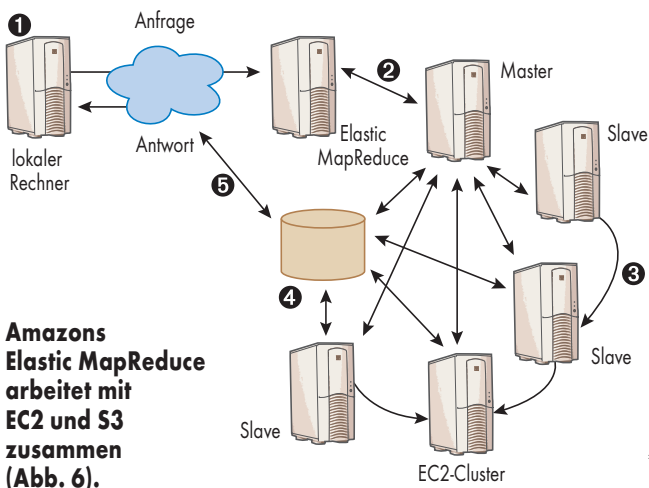
Edition. Ausschließlich die Community Version ist unter einer Open-Source-Lizenz verfügbar. Tabelle „Vergleich der quelloffenen VRS“ zeigt eine Übersicht über die bekanntesten Open-Source-Produkte zum Realisieren von VRS.

OpenStack

Die NASA und Rackspace etablierten im Sommer 2010 das Open-Source-Projekt OpenStack [f]. Viele Unternehmen wie AMD, Intel, Dell und Cloud.com unterstützen es. OpenStack stellt auf der Basis von CloudStack die Komponenten Compute und Object Storage bereit. Der Compute-Dienst erlaubt das Verwalten großer Gruppen virtueller Server; der Objektspeicher stellt redundante, skalierbare Speicher zur Verfügung. Microsoft hat angekündigt, die Software an Hyper-V anzupassen. Dabei ist das Ziel, in Cloud-Systemen Windows- und Open-Source-Programme parallel nutzen zu können.

AppScale

AppScale [6] bietet eine Re-Implementierung der Funktionen und der Schnittstellen der App Engine von Google als Open Source. Die Entwicklung erfolgt an der University of California in Santa Barbara. Zu Googles App Engine kompatible Anwendungen können mit AppScale innerhalb einer Private Cloud (Eucalyptus) oder innerhalb einer Public Cloud (EC2) betrieben und getestet werden. AppScale kann auch direkt auf dem Xen-Hypervisor ohne Zuhilfenahme einer IaaS zum Einsatz kommen. AppScale unterstützt Py-



Amazons Elastic MapReduce arbeitet mit EC2 und S3 zusammen (Abb. 6).

Quelle: Amazon

thon- und Java-Anwendungen und emuliert die Google-Infrastrukturdienste Datastore, Memcache, XMPP, Mail und Authentifizierung.

TyphoonAE

Eine weitere als Open Source veröffentlichte Re-Implementierung der Google App Engine ist TyphoonAE [g]. Auch hier können Entwickler dazu kompatible Anwendungen lokal ausführen. Im Gegensatz zu AppScale harmonisiert es mit jeder Linux-Umgebung sowie mit Mac OS X. Somit ist die Verwendung nicht nur in Private und Public Clouds, sondern auch in VMs möglich.

Ein weiterer Unterschied zu AppScale ist, dass TyphoonAE ausschließlich in Python entwickelte Anwendungen unterstützt. Die Software basiert auf dem App Engine SDK sowie populären Open-Source-Paketen wie NGINX, Apache2, MySQL, memcached und RabbitMQ. Diese bilden die Basis zur Emulation der Google-Infrastruktur-Dienste.

Apache Hadoop

Hadoop ist eine Open-Source-Software-Plattform, mit der sich in einfacher Weise sehr große Datenmengen in einem Rechnernetz verarbeiten und analysieren lassen. Mögliche Einsatzfelder von Hadoop sind zum Beispiel Web-Indexierung, Data Mining, Logdaten-Analysen, maschinelles Lernen, Finanzanalysen, wissenschaftliche Simulationen oder Forschung im Bereich der Bioinformatik.

Das Hadoop-System besitzt die folgenden Eigenschaften:

- Skalierbarkeit: Datenmengen im Umfang von mehreren Petabytes können verarbeitet werden, verteilt auf mehrere Tausend Knoten eines Rechnernetzes.
- Effizienz: Parallele Datenverarbeitung erlaubt die schnelle Prozessierung auf Basis eines verteilten Dateisystems.
- Zuverlässigkeit: Es können mehrere Kopien der Daten angelegt und verwaltet werden. Bei Ausfall eines Cluster-Knotens wird der Workflow selbstständig neu organisiert. Dies ermöglicht eine automatische Korrektur bei Störungen.

Beim Design von Hadoop steht die Skalierbarkeit zu Cluster-Größen von bis zu 10 000 Knoten im Vordergrund. Das größte Hadoop-Cluster bei Yahoo umfasst zurzeit 32 000 Cores in 4000 Knoten, und es werden dort 16 Petabytes an Daten gespeichert und verarbeitet. Die Analyse und das Sortieren eines ein Petabyte großen Datensatzes dauert auf diesem Cluster etwa 16 Stunden.

Die Firma Cloudera (www.cloudera.com) paketiert das Hadoop-System und es stehen verschiedene Hadoop-Distributionen im Internet als Download bereit.

MapReduce

Hadoop implementiert das MapReduce-Programmiermodell, das auch in der Suchmaschine und den Anwendungen von Google eine große Rolle spielt. Obwohl es auf der massiv parallelen Verarbeitung von Daten aufsetzt, hat es funktionale Wurzeln. Es sind prinzipiell zwei Funktionen zu implementieren:

- Map-Funktion: Sie liest Schlüssel/Wert-Paare ein und generiert daraus in der Ausgabe als Zwischenergebnis jeweils neue Schlüssel/Wert-Paare.

Thomas Krenn Virtual Cluster Storage powered by NetApp



Ihr individuelles High-End Storage ohne Vertragslaufzeit!

Ihre Vorteile auf einen Blick:

- Ab 1 GB buchbar und jederzeit skalierbar
- Höchste Performance durch Einsatz von SAS HDDs und FlexCache
- Keine Downtime bei Wartungsfenster
- Optimale Integration in VMware [VAAI]
- NFS, iSCSI

Durch die neue Cluster-Mode-Technologie von NetApp können auch Sie jetzt bei der Thomas-Krenn.AG - www.thomas-krenn.com/vcs - kostengünstig performanten Storage nutzen. Mit dem Thomas Krenn Virtual Cluster Storage, kurz VCS, bekommen Sie neben höchster Performance auch direkten Zugriff auf bewährte NetApp-Technologien wie FlexCache, Deduplizierung und Snapshots. Bezahlen Sie nur die GB, die Sie auch tatsächlich jetzt benötigen. Eine Erweiterung ist natürlich jederzeit möglich.

Alle Informationen zum VCS unter: www.thomas-krenn.com/hosting-vcs

powered by:



DE: +49 (0) 8551 / 9150 - 170
24/7: +49 (0) 8551 / 9150 - 50



- Reduce-Funktion: Sie liest alle Zwischenergebnisse, gruppiert sie nach Schlüsseln und generiert daraus jeweils eine aggregierte Ausgabe für jeden Schlüssel.

Üblicherweise speichern die Prozeduren dabei die Ergebnisse der einzelnen Schritte in Listen oder Warteschlangen. Als Beispiel möge das Erfassen des Wortschatzes in einer Sammlung von Texten dienen: Die Map-Funktion extrahiert die einzelnen Wörter aus den Texten, die Reduce-Funktion liest sie ein, zählt das Auftreten der Wörter und legt das Ergebnis in einer Liste ab. Bei der Parallelverarbeitung verteilt Hadoop die Texte oder Textfragmente auf die Knoten eines Rechnerverbunds. Die Map-Knoten verarbeiten die ihnen zugeordneten Fragmente und geben jeweils die einzelnen Wörter aus. Diese Ausgaben stehen über ein verteiltes Dateisystem allen Knoten zur Verfügung. Die Reduce-Knoten lesen anschließend die Wortlisten ein und zählen die Wörter. Da das Zählen erst beginnen kann, wenn alle Wörter durch die Map-Funktion verarbeitet sind, kann hier ein Engpass entstehen. Der Ablauf von MapReduce in einem Hadoop-Cluster ist schematisch in Abbildung 5 gezeigt.

Hadoop Distributed File System

Um die MapReduce-Funktionen robust und skalierbar zu implementieren, ist ein hochverfügbares und leistungsfähiges Dateisystem nötig. Hadoop verwendet zum Verarbeiten der Daten ein spezielles verteiltes Dateisystem, das Hadoop Distributed File System (HDFS). Die Architektur basiert auf einem Masterknoten (Namenode), der eine große Zahl von Datenknoten verwaltet. Der Masterknoten bearbeitet externe Datenanfragen, organisiert die Ablage von Dateien und speichert alle Metadaten zum Beschreiben des Systemstatus. Die Zahl der Dateien, die man im HDFS ablegen kann, ist in der Praxis durch die Hauptspeicherausstattung des Masterknotens limitiert, da sich aus Gründen der Performance alle Daten im Speichercache befinden sollten. Systeme mit mehrern Hundert Millionen Dateien sollten mit aktueller Hardware zu realisieren sein.

Hadoop splittet die Dateien und verteilt die Fragmente auf mehrere Datenblöcke im Cluster, wodurch der parallele Zu-

griff möglich ist. Zusätzlich legt HDFS zur Steigerung der Zuverlässigkeit und der Zugriffsgeschwindigkeit mehrfache Kopien der Datenblöcke im Rechnerverbund ab. Eine optionale Prüfsummenbildung stellt dabei die Integrität der Daten sicher: Das Erkennen einer potenziellen Datenkorruption ist dadurch möglich, und ein Lesevorgang kann in diesem Fall auf einen alternativen, intakten Block umgeleitet werden. Da der Masterknoten einen Single-Point-of-Failure darstellt, ist es vorgesehen, diesen zu replizieren.

Im Unterschied zu den weit verbreiteten RAID-Systemen kommt bei HDFS ein flaches Speichermodell zum Einsatz. Das geschieht im Hinblick auf die Fehlertoleranz: Falls eine Speicherplatte ausfällt, findet ein Wiederherstellen (engl. Rebuild) statt, das neue verteilte Kopien der betroffenen Blöcke anlegt. Es ist wichtig, die Wiederherstellungszeit des Systems möglichst kurz zu halten, um das Risiko eines Datenverlusts aufgrund von Mehrfachfehlern auf ein Minimum zu reduzieren. HDFS benötigt bei Ausfall einer Terabyte-Festplatte nur circa eine halbe Stunde, um eine Wiederherstellung durchzuführen (zum Vergleich: Bei RAID kann dies systembedingt mehrere Tage dauern). Falls ein Datenknoten oder gar ein ganzes Rack ausfällt, delegiert der Masterknoten die entsprechenden Teilaufgaben sofort neu.

Aufgaben werden im Verbund möglichst immer dort ausgeführt, wo die Daten lokalisiert sind. Datenzugriffe über das Netzwerk werden aus Effizienzgründen nach Möglichkeit vermieden. Als Kriterium dafür gibt es eine Distanzfunktion, die die Kosten des Zugriffs beschreibt: Die Distanz ist bei Zugriffen auf demselben Knoten am geringsten, vergrößert sich bei Zugriffen im selben Rack und wächst entsprechend mit dem Abstand im Netzwerk.

Pig

Es gibt im Umfeld von Apache Hadoop eine Plattform mit dem Namen Pig. Es handelt sich dabei um eine spezielle High-Level-Programmierungsumgebung zum Formulieren von Datenanalysen (Pig Latin). Diese Umgebung ist mit einer passenden Infrastruktur zum Durchführen von Analysen gekoppelt. Pig-Programme zeichnen sich dadurch aus, dass sich ihre Struktur hervorragend zur Parallelisierung eignet. Die Plattform umfasst insbesondere auch einen Compiler, der Sequenzen von MapReduce-Programmen für Hadoop erstellt. Die Programmiersprache hat die folgenden Eigenschaften:

- Einfachheit: Sie unterstützt sowohl nebenläufige als auch parallele Anwendungen. Komplexe gekoppelte Systeme werden als Datenfluss-Sequenzen umgesetzt.
- Optimierung: Die Ausführung von Aufgaben wird automatisch optimiert. Der Programmierer kann sich auf die Semantik des Programms konzentrieren.
- Erweiterbarkeit: Benutzer können ihre eigenen Funktionen einbringen und damit domänenspezifische Vorhaben realisieren.

Der Einsatz von Pig lohnt sich vor allem dort, wo die Stapelverarbeitung großer Datenmengen eine Rolle spielt. Pig eignet sich weniger für Umgebungen, wo nur kleine Subsets von größeren Datenmengen zu verarbeiten sind.

Hive

Hive [h] ist eine Data-Warehouse-Anwendung (zentrales Datenlager), die auf Hadoop aufsetzt. Hive ermöglicht die Ana-

Onlinequellen

[a] Projekt Tashi	www.pittsburgh.intel-research.net/projects/tashi/
[b] Eucalyptus	open.eucalyptus.com
[c] Amazons Comput Units	aws.amazon.com/ec2/instance-types/
[d] OpenNebula	www.opennebula.org
[e] CloudStack	www.cloud.com
[f] OpenStack	www.openstack.org
[g] TyphoonAE	code.google.com/p/typhoonae/
[h] Hive	hadoop.apache.org/hive/
[i] Elastic MapReduce	aws.amazon.com/elasticmapreduce/
[j] Konsole zu Elastic MapReduce	console.aws.amazon.com
[k] Open-Cirrus-Portal	opencirrus.org
[l] Public-Key- Authentifizierung	www.openssh.com
[m] Ganglia	ganglia.info
[n] Global Monitoring	opencirrus.org/content/global-monitoring

VMWORLD® 2012

**RIGHT HERE
RIGHT
NOW**

OCTOBER 9-11 • BARCELONA, GRAN VIA BARCELONA

Navigating the new world of cloud computing can be daunting. Not only does it demand a new level of innovation and performance, it requires the confidence to push system and software delivery to the next level.

At VMworld 2012, we offer the tools and training you need to master this new cloud landscape, with the speed, security and control you have come to expect. We are ready. The technology is here. And the partners are in place. Move with the boldness of the industry that never sleeps — go with the power of VMware at your side.

**THIS IS VMWORLD 2012.
RIGHT HERE. RIGHT NOW.**

Register now at vmworld.com

vmware®

lyse von großen strukturierten Datensätzen im Hadoop-Datensystem auf der Basis einer Abfragesprache mit dem Namen QL. Sie ist von SQL abgeleitet und ermöglicht so das Übertragen existierender Datenbankanwendungen auf die Hadoop-Plattform. Interessant ist hier vor allem die Möglichkeit, Datenbankabfragen mit dem MapReduce-Programmiermodell zu kombinieren.

Hadoop as a Service

Das Installieren und der Betrieb eines Hadoop-Clusters sind mit einem nicht unerheblichen Aufwand verbunden, der sich unter Umständen bei sporadischer Nutzung nicht lohnt. Es gibt daher aktuell mehrere Ansätze, Hadoop als Cloud-Dienst anzubieten. Insbesondere ist Amazons Elastic MapReduce [i] hervorzuheben, das als Bestandteil der Amazon-Web-Services zur Verfügung steht. Es basiert auf EC2 und kann Cluster von nahezu beliebiger Größe nach aktuellem Bedarf bereitstellen. Das verteilte Dateisystem von Hadoop arbeitet mit dem S3-Service zusammen (siehe Abbildung 6). Der Dienst Elastic MapReduce funktioniert folgendermaßen:

1. Der Nutzer lädt seine Daten und das Map- und Reduce-Executable nach S3.
2. Elastic MapReduce generiert und startet ein EC2 Hadoop-Cluster (Master + Slaves).
3. Hadoop erzeugt einen Jobflow, der Daten von S3 aufs Cluster verteilt und prozessiert.
4. Die Ergebnisse werden nach dem Prozessieren nach S3 kopiert.
5. Benachrichtigung am Ende des Jobs: Der Nutzer holt die Ergebnisse von S3 ab.

Man kann Amazon Elastic MapReduce sowohl über die Kommandozeile steuern, als auch grafisch über eine Web-Konsole [j]. Es gibt neben Elastic MapReduce eine weitere Möglichkeit, Hadoop als flexiblen Dienst im Rahmen der Amazon Web Services zu nutzen: Es lässt sich in der Amazon-Infrastruktur ein eigenes Hadoop-Cluster in einer dem Problem angemessenen Größe instanzieren. Das kann auf der Basis eines vorgefertigten Machine Images für Hadoop von Amazon geschehen, das Cloudera als Public AMI bei Amazons Web Services bereitstellt.

Das Open-Cirrus-Projekt

Das Ziel, ein internationales Cloud-Computing-Testbett zur Unterstützung der Open-Source-Cloud-Systemforschung aufzubauen und zu betreiben, verfolgt das Open-Cirrus-Projekt. Die Firmen HP, Intel und Yahoo haben das Projekt im Juli 2008 gestartet, zusammen mit den akademischen Partnern IDA (Infocom Development Authority, Singapur), KIT (Karlsruhe Institute of Technology, Deutschland) und UIUC (University of Illinois Urbana Champaign, USA). Das Konsortium umfasst seit 2010 auch ETRI (Electronics and Telecommunications Research Institute, Südkorea), MIMOS (Malaysian Institute for Microelectronic Systems, Malaysia), RAS (Russian Academy of Sciences, Russland), CESGA (Centro de Supercomputacion Galicia, Spanien), CMU (Carnegie Mellon University, USA), CERCS (GeorgiaTech, USA) sowie China Mobile und China Telecom. Die Partner betreiben föderierte Ressourcenzentren und stellen jeweils bis zu 1024 CPU-Cores und bis zu 1 Petabyte Datenspeicher bereit. Die Aktivitäten umfassen sowohl Entwicklungen auf

der Infrastruktur-, der Plattform- als auch auf der Anwendungsebene.

Im Unterschied zu anderen Cloud-Umgebungen wie Googles App Engine oder Amazons Web Services gestattet Open Cirrus den Wissenschaftlern und Entwicklern vollen Zugriff auf alle Systemressourcen. Hierdurch ist die Weiterentwicklung des Open-Source-Cloud-Schichtenmodells möglich. Alle Nutzer des Systems müssen sich über das Open-Cirrus-Portal [k] des Projekts registrieren. Im Portal sind nicht nur generelle Informationen über das Projekt verfügbar, sondern man kann dort auch die Nutzung von Ressourcen zur Durchführung von Forschungsarbeiten beantragen.

Um ein über mehrere Standorte verteiltes Cloud-System zu betreiben, ist das Einrichten übergreifender gemeinsamer Dienste erforderlich. Diese globalen Basisdienste sind:

- **Identitätsmanagement:** Es bildet die Grundlage, alle Aktivitäten einem Benutzerprofil zuzuordnen. Es ist dabei wünschenswert, dass einheitliche Benutzerprofile bei den verteilten Standorten verfügbar sind (Single Sign-On). Dies geschieht auf der Basis der SSH per Public-Key-Authentifizierung [l]. Der öffentliche Schlüssel eines RSA-Schlüsselpaars verbleibt bei der Ressource, der Nutzer überträgt den privaten Schlüssel über eine sichere Verbindung. Unter Verwendung des privaten Schlüssels kann ein Client dann die verteilten Ressourcen ansprechen, nachdem der Betreiber am jeweiligen Standort den öffentlichen Schlüssel registriert hat. Das in Open Cirrus angewendete Verfahren kommt in ähnlicher Weise auch bei Amazons Web Services zum Einsatz.
- **Monitoring:** Die Überwachung der verteilten Ressourcen bildet als weiterer globaler Dienst die Basis für das Management der verteilten Infrastruktur und hilft beim Lokalisieren und Beheben von Störungen. Open Cirrus realisiert die Überwachung mit dem Open-Source-Produkt Ganglia [m]. Ganglia erhebt die Informationen über den Zustand und die Nutzung von Ressourcen für jede Komponente und führt sie hierarchisch zusammen. Die Betreiber installieren zu diesem Zweck einen Dämonprozess, der den Ressourcenstatus und die zugehörigen Informationen als XML-Streams an einen zentralen Web-Server weiterleitet, der diese sammelt und konsolidiert [n]. Ausgehend von dieser Grundlage steht die Entwicklung und Einführung weiterer globaler Dienste an: Es handelt sich hier um Dienste für die gemeinsame Datenhaltung und die verteilte Anwendungsentwicklung.

Die Partner betreiben im Projekt die Weiterentwicklung der zuvor diskutierten Open-Source-Komponenten wie PRS, VRS, Hadoop und Tashi. Es ist ein weiteres Ziel, offene Fragestellungen der Cloud-Systemforschung anzugehen, zum Beispiel die Standardisierung von Schnittstellen, Sicherheitstechniken, das dynamische Verlagern von Arbeitslasten (Cloud Bursting) und das Umsetzen der Dienstgütereinbarungen (Service Level Agreements).

Clouds fürs Hochleistungsrechnen

Damit lassen sich groß angelegte Skalierungstests durchzuführen und neue Cloud-Anwendungsbereiche zu erschließen. So untersucht man im KIT den Einsatz von Cloud-Techniken im Umfeld des Hochleistungsrechnens. Hier ist die Idee, einen entsprechenden elastischen Dienst zu entwerfen.

Die besondere Herausforderung besteht in der Bereitstellung von Ensembles eng gekoppelter CPU-Ressourcen sowie