

# **iX** *extra* Mai 2023 **Hosting**

Eine Sonderveröffentlichung der Heise Medien GmbH & Co. KG

## **Cloud-Migration als Providerservice**

### **Migration von Anwendungen in die Cloud**

Seite 110

### **Cloud-Schnittstellen gegen den Vendor Lock-in**

Seite 111

### **Automatisierung: Ansible versus Terraform**

Seite 114

### **Betriebsmodelle für Private Clouds**

Seite 115

### **Marktübersicht Hosting-Provider**

Seite 117



iX extra zum Nachschlagen:  
[www.ix.de/extra](http://www.ix.de/extra)

# Migration von Anwendungen in die Cloud

Hosting-Provider bieten zum Teil nicht nur ähnliche Services wie die Public Clouds von Amazon, Google und Microsoft, sondern nutzen sogar selbst die Plattformen der Hyperscaler. Unternehmen, die ihre Anwendungen in die Cloud bringen, können daher bei den Hostern für alle Varianten bis hin zur Multi-Cloud mit guter Unterstützung rechnen.

■ Wer externe Cloud-Services nutzen will, sollte stets mehrere Anbieter in Betracht ziehen: Manche Anwendungen sind bei AWS, andere bei Microsoft Azure besser aufgehoben – und es kann auch Vorteile bringen, Instanzen einer Applikation auf beiden Infrastrukturen zu nutzen. Neben den Hyperscalern locken nahezu alle Softwarehersteller ihre Kunden in den eigenen Cloud-Dienst. Zwar gibt es Schnittstellen zwischen den Diensten verschiedener Hersteller, aber allzu leicht wollen es die Softwarehäuser ihren Kunden dennoch nicht machen, sich mit der Konkurrenz zu verbinden oder gar dorthin zu migrieren.

Zudem gibt es Anwendungen, die sich nicht für den Einsatz in der Public Cloud eignen, sei es aus technischen Gründen oder aufgrund nicht erfüllbarer Compliance- oder Datenschutzerfordernungen. Sie bleiben on

Premises oder in einer Colocation, sollen aber mit Daten aus anderen Applikationen zusammenarbeiten. Nicht zuletzt bestimmen Anforderungen an Redundanz und Kundennähe den Standort der Speicher- und Computing-Ressourcen. Sie sprechen oft dafür, Anwendungen an mehreren Standorten zu betreiben.

So kommen zwangsläufig mehrere unterschiedliche Cloud-Modelle zusammen. Unternehmen werden selbst zu Systemintegratoren. Ziele sind performante Verbindungen und ein einheitliches Look-and-Feel über alle genutzten Plattformen. Hierzu gehören drei wesentliche Elemente. Ein Orchestrierungstool verbindet mehrere Hyperscaler mit den Private Clouds eines Hosters und Anwendungen im Unternehmensrechenzentrum. Da sich die Daten über mehrere Standorte verteilen, ist eine möglichst direkte physische

Verbindung zwischen den Rechenzentren und den großen Internetknoten wie DE-CIX oder BCIX erforderlich. Und schließlich kann nur ein herstellerunabhängiger Dienstleister Migrationen und Optimierungen so planen, dass ein Vendor Lock-in verhindert wird. Prädestiniert hierfür sind klassische Serviceprovider mit ihren Peering- und IP-Transit-Knoten, Hosters mit Colocations und Systemintegratoren mit Anwendungs-Know-how.

Wer wenig Erfahrung damit hat, Applikationen zu migrieren, kann Beratungsdienste der Serviceprovider dafür nutzen, aus einer Dokumentation des Istzustands eine Entscheidungsvorlage zu erstellen. Bei Bedarf können die Dienstleister auch Feinplanung und Ausführung übernehmen (siehe Abbildung 1).

## Im Zweifel besser grunderneuern

Wer plant, Applikationen in die Cloud zu verlagern, beginnt mit der Bestandsaufnahme der Anwendungen. Dazu gehört die Analyse, ob es sich um ein selbst geschriebenes Programm handelt, der Quellcode vorhanden ist und welche Programmiersprache und Frameworks verwendet werden. Auf der anderen Seite stehen die Anforderungen, notwendige neue Schnittstellen oder externe Zugriffe und mobile Endgeräte. Von diesen beiden Faktoren hängt ab, ob eine Cloud-Migration mit wenig Aufwand stattfinden kann – oder ob besser die Gelegenheit genutzt werden sollte, die Softwarearchitektur auf den Stand der Technik zu bringen (siehe Abbildung 2).

### Container-Clouds der Hyperscaler im Vergleich zu einem Hoster am Beispiel IONOS

Kriterium	Amazon	Google	Microsoft	IONOS
Container as a Service (CaaS)	Amazon EC2 Container Service (ECS)	Google Container Engine (GKE)	Microsoft Azure Container Service (ACS)	eigene Containercluster
Rechenleistung auf Basis von	EC2-Instanzen	Google Compute Engine (GCE)	virtuellen Maschinen und Skalierungsgruppen	VMs der eigenen IaaS-Plattform
Objektspeicher auf Basis von	Amazon S3 (Simple Storage Service)	Google Cloud Storage	Blob Storage	–
Orchestrierungstool	Eigenentwicklung	Kubernetes	wahlweise Mesosphere DC/OS, Docker Swarm, Kubernetes	Kubernetes
Management der Plattform	ECS-GUI und CLI	Kubernetes-Dashboard (Containermanagement), Google Cloud (Clustermanagement)	Docker-Tools (Containermanagement), Azure (Clustermanagement)	Cloud Panel
Containerformat	Docker	Docker	Docker	Docker
Netzwerkfunktionen	keine Unterstützung für Overlay-Networking via libnetwork	Networking auf Basis von Kubernetes	Overlay-Networking via libnetwork und Container Network Model (CNM)	Networking auf Basis von Kubernetes
Schnittstelle zu externen Speichersystemen	Docker-Volume-Support	Kubernetes Persistent Volume	Docker Volume Driver via Azure File Storage	–
Registry	Docker Registry, Amazon EC2 Container Registry	Docker Registry, Google Container Registry	Docker Registry, Azure Container Registry	Docker Registry
Schnittstellen zu anderen Cloud-Diensten	Elastic Load Balancing, Elastic Block Store, Virtual Private Cloud, AWS IAM, AWS CloudTrail, AWS CloudFormation	Cloud IAM, Stackdriver Monitoring, Stackdriver Logging, Container Builder	Azure-Portal, Azure Resource Manager (ARM), Azure Active Directory, Azure Stack, Microsoft Operations Management Suite (OMS)	Integration in die eigene IaaS-Plattform, zentrale Steuerung über eigenes Cloud-Panel

Quelle: IONOS

## Cloud-Schnittstellen gegen den Vendor Lock-in

**Cloud Application Management for Platforms (CAMP):** Spezifikation für das Applikationsmanagement in PaaS-Umgebungen auf Basis einer REST-API. Sie definiert Schnittstellen zum automatisierten Verteilen von Software (Self-Service Provisioning) und zu deren Überwachung und Steuerung. Darüber hinaus erlaubt sie die Einbindung herstellereinspezifischer Bibliotheken, Plug-ins und Tools mit dem Ziel, Applikationen zwischen unterschiedlichen Clouds zu portieren.

**Cloud Data Management Interface (CDMI):** Schnittstelle zur einheitlichen Verwaltung von Daten in Private und Public Clouds. Sie definiert, wie Elemente angelegt, aktualisiert, abgerufen und gelöscht werden. Außerdem kann sie für das Management von Containern und die Zuordnung von Metadaten verwendet werden. Applikationen erhalten damit Zugriff auf Accounts, Nutzungs- und Abrechnungsinformationen für Cloud-Storage, auch wenn sie andere Protokolle verwenden.

**Cloud Infrastructure Management Interface (CIMI):** REST-API für das providerunabhängige Lifecycle-Management von Cloud-Ressourcen. Hierfür definiert es Basistypen wie Prozessoren, Speicher oder Netzwerkschnittstellen, wobei der Fokus auf (virtualisierten) Hardwareressourcen (IaaS) liegt. CIMI verwendet HTTP für den Nachrichtenaustausch und beherrscht die Formate JSON und XML. Darüber hinaus bietet es den Import und Export im Open Virtualization Format (OMF), um Workloads von einer Cloud in eine andere zu verschieben.

**Open Cloud Computing Interface (OCCI):** REST-API für allgemeine Managementaufgaben. Sie wurde ursprünglich für die automatisierte Einrichtung, Überwachung und Skalierung von IaaS spezifiziert und hat sich zu einer flexiblen Managementschnittstelle mit Fokus auf Interoperabilität und einfache Erweiterung entwickelt, die sich auch für PaaS und SaaS eignet.

**Open Virtualization Format (OVF):** Metadatenformat für virtuelle Maschinen. Es ist unabhängig vom Hypervisor und der darunterliegenden Hardwarearchitektur. Eine oder mehrere virtuelle Maschinen lassen sich in ein OVF-Package verpacken und können so transferiert oder archiviert werden. Damit ist es auf einfache Weise möglich, Workloads von einer Cloud in eine andere zu verlagern.

**Topology and Orchestration Specification for Cloud Applications (TOSCA):** Metamodell für die Definition von IT-Services. Mit ihm lassen sich Topologie, Komponenten, Beziehungen und Prozesse cloudbasierter Webservices beschreiben.

Daher werden verschiedene Migrationsszenarien unterschieden.

Laufen Anwendungen bereits in einer virtuellen Maschine oder einem Container, bietet sich ein einfaches Rehosting (Lift and Shift) an: das Transferieren der Softwareinstanzen von einem lokalen Hypervisor zu einem Host oder Hyperscaler. Dabei wird eine exakte Kopie der aktuellen Umgebung ohne Änderungen migriert. Kommen Orchestrierungswerkzeuge wie Kubernetes zum Einsatz, lassen sich Instanzen sogar im laufenden Betrieb verschieben. Nach Schätzung der AWS-Tochter CloudEndure folgt die Hälfte aller Cloud-Migrationen dem Lift-and-Shift-Prinzip.

Ist eine Anpassung an Private oder Hybrid Clouds erforderlich, so spricht man von Re-

factoring oder Lift and Extend. Ziel ist die Weiterentwicklung von Architektur und Code in Richtung von Cloud-native-Applikationen. Hierzu gehört die Virtualisierung bestehender Anwendungen. Häufig ist das mit der Aufteilung in einzelne Module verbunden. Statt Anwendungen physisch in die Cloud zu transferieren, können Unternehmen sie auch in die Cloud verlängern. Dabei bauen sie neue Funktionen in einer Cloud, während der Großteil der bestehenden Funktionen an seinem ursprünglichen Ort verbleibt.

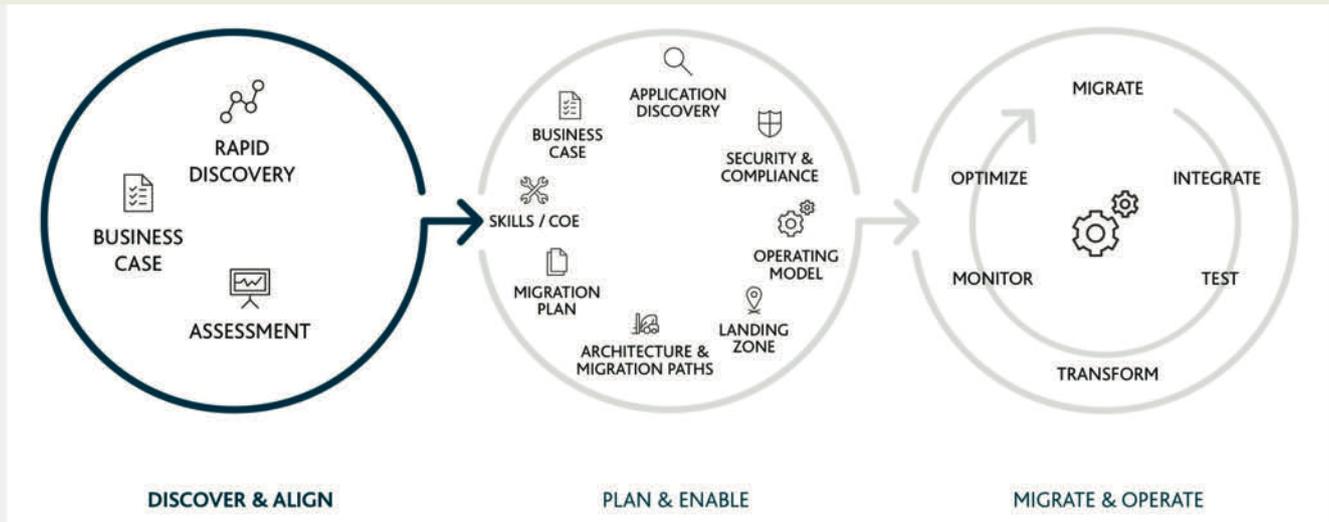
Beim Replatforming (auch Redesign genannt) erfolgt eine Umstellung der Software auf eine neue Plattform wie Linux oder der Wechsel auf eine Cloud-Datenbank (siehe Abbildung 3). Unter Rebuild (auch Rewrite oder Rearchitecting) wird die cloudfähige

Neuentwicklung einer Anwendung nach modernen Prinzipien der Softwareentwicklung (DevOps, Microservices) verstanden. Schließlich kann man eine Legacy-Anwendung auch durch eine andere Software oder einen Dienst aus der Cloud (SaaS) ersetzen.

AWS nennt noch zwei weitere Alternativen: alles beim Alten zu belassen (Retain) und zu prüfen, ob die Anwendung überhaupt noch benötigt wird (Retire, siehe Abbildung 4). Gerade in größeren Unternehmen entsteht über längere Zeit oft ein Applikationswildwuchs, der eine grundsätzliche Analyse erfordert. Die Firma ServiceNow – seit einigen Jahren unter der Führung des Ex-SAP-Chefs Bill McDermott – bietet hierfür ein Application Portfolio Management an: Indem sie funktionale Schnittmengen diverser Applika-

### Migrationstools der Hyperscaler

Funktion	AWS	Microsoft Azure	Google Cloud
Datenbankmigration	AWS Database Migration Service	Azure Database Migration Service	Database Migration Service
Datentransfer Appliance	Snow Family (Snowball, Snowcone, Snowmobile)	Data Box	Transfer Appliance
Onlinedatentransfer	AWS DataSync, AWS Transfer Family	Azure File Sync	BigQuery Data Transfer Service, Cloud Data Transfer
weitere Datentransferoptionen	Snow Family	Azure Import/Export	Storage Transfer Service
Disaster Recovery	CloudEndure Disaster Recovery	Azure Site Recovery	–
On-Premises-Applikationsanalyse	AWS Application Discovery Service, Migration Evaluator	Azure Migrate, Movere, Azure Resource Mover	–
On-Premises- und Cloud-Storage-Integration	Storage Gateway	StorSimple	über Technikpartner Cloudian
Migration Tracker	AWS Migration Hub	Azure Migrate	–
Servermigration	AWS App2Container, AWS Server Migration Service, CloudEndure Migration	Azure Migrate	Migrate for Anthos, Migrate for Compute Engine, VM Migration



Vor der Migrationsplanung stehen Bestandsaufnahme und Zieldefinition (Abb. 1).

tionen findet und konsolidiert, will sie zu Einsparungen in den Unternehmen beitragen.

Auch Werkzeuge für das Application Performance Monitoring (APM) wie AppDynamics, SolarWinds oder Splunk können Licht ins Dunkel bringen. Die Firma CAST bietet Software für automatisierte Code Reviews an, die die Cloudfähigkeit von Anwendungen ermitteln.

### Migration braucht gründliche Planung

Bevor es an den Umzug in die Cloud geht, sind drei wesentliche Bausteine zu erarbeiten: eine Strategie für Funktions-, Performance- und Stresstests, ein neues Securitykonzept und eine Zusammenstellung aller nötigen neuen Tools, Programmiersprachen et cetera.

Der Planungsaufwand hängt vom Migrationsszenario ab. Die Entscheidung für Ver-

lagerungen in die Cloud hat nicht nur technische Aspekte, sondern auch finanzielle. Beim On-Premises-Betrieb fallen Einmalkosten für die Anschaffung von Hardware, Software und Implementierung an. In einem Cloud-Modell entfallen sie, was für Unternehmen meist vorteilhaft ist, da weder eine Kapitalbildung noch Abschreibungen noch Kredite notwendig sind. Die laufenden Kosten entsprechen einem Pay-per-Use (auch Pay-as-you-go). Die Cloudifizierung führt kurzfristig zu Einsparungen, birgt aber auch ihre Tücken bezüglich der Finanzplanung. So kann der Preis nicht dauerhaft abgesichert werden und die Kosten steigender Anforderungen (mehr Performance, neue Sicherheitsfunktionen, erhöhte Verfügbarkeit) lassen sich im Vorhinein nicht genau berechnen.

Auch machen es insbesondere die Hyperscaler den Mitarbeitern in den Unternehmen leicht, Ressourcen ad hoc auf bestehende

Rahmenverträge zu buchen, die sich erst bei der nächsten Abrechnung finanziell bemerkbar machen. Des Weiteren ist zu bedenken, dass sich die Skalierungs- und Preismodelle verschiedener Cloud-Services unterschiedlich gut für stark schwankende Bedarfe oder eine hohe Grundlast eignen. Deshalb bieten Provider zunehmend Hybridmodelle an. Eine Grundlast mit Abnahmeverpflichtung (auch Reserved Instances, Saving Plans oder Committed-Use Discount) wird günstig angeboten, darüber hinausgehende On-Demand-Ressourcen sind deutlich teurer. Auch hier liegt das Risiko beim Kunden, zu viel oder zu wenig Grundlastressourcen einzukaufen. Im Vergleich zum Unterhalt eines eigenen Rechenzentrums ist diese Elastizität aber von Vorteil. Technische und wirtschaftliche Parameter sind in der Cloud oft gegenläufig. So ist Autoscaling für viele Anwendungen eine ausgezeichnete Funktion, kann sich jedoch zum Kostentreiber entwickeln.

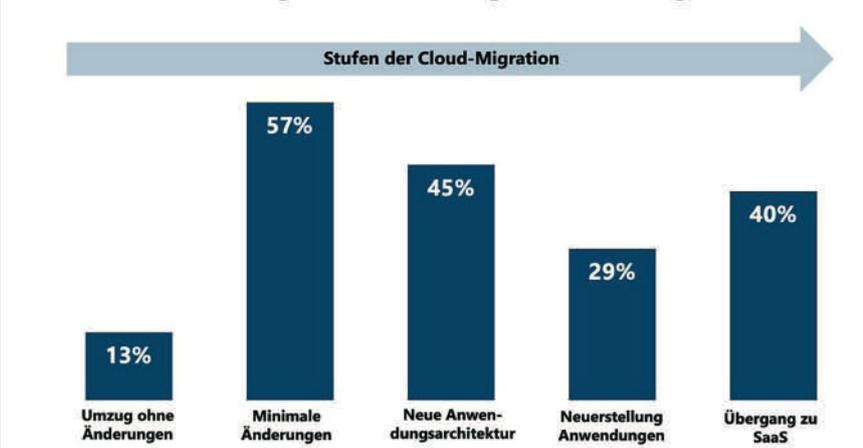
Finanzielle Auswirkungen hat darüber hinaus die Entscheidung, ob nur Basisdienste genutzt und Management- und Orchestrierungstools selbst betrieben werden oder eine verteilte Umgebung des Providers hierfür zur Verfügung stehen soll. Unternehmen wie AllCloud, Flexera und Virtana bieten eine toolgestützte Kostenoptimierung für Cloud-Services an.

### Risiken erkennen und Aufwand senken

Nicht nur Spezialisten, sondern auch AWS und Microsoft haben umfangreiche Werkzeuge im Programm, mit denen sich Aufwand und Risiken einer Migration reduzieren lassen (siehe Abbildung 5). Für Unternehmen bieten sie die Möglichkeit, Anwendungen auch ohne externen Dienstleister zu überfüh-

### Welchen Ansatz bevorzugen Sie beim Umzug von Anwendungen in die Cloud?

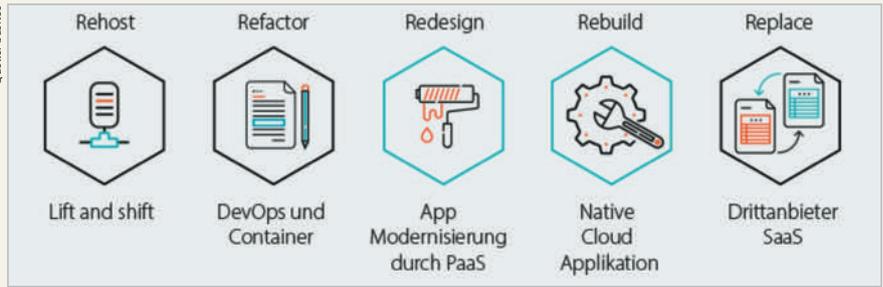
Quelle: ISG



Möglichst wenig Aufwand wünschen sich Unternehmen bei der Cloud-Migration (Mehrfachnennungen möglich) (Abb. 2).

**Am Anfang einer Cloud-Migration steht eine Bestandsaufnahme und die Diskussion der Alternativen (Abb. 3).**

Quelle: busi.tic

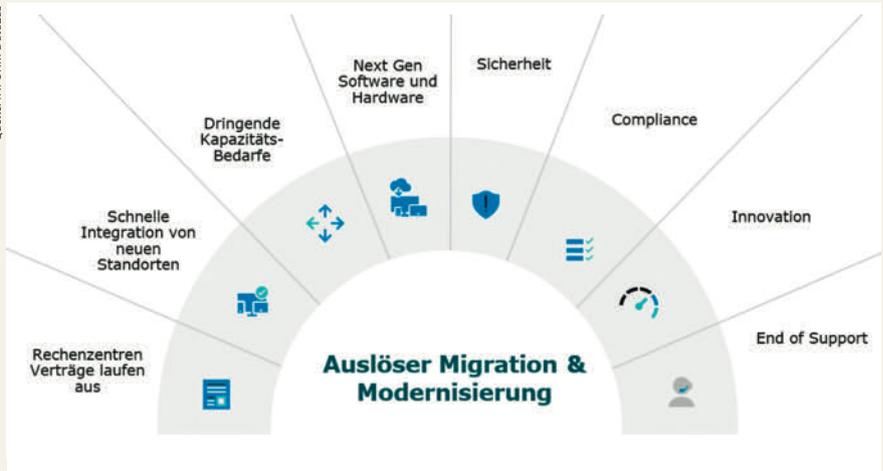


ren. Kommen allerdings mehrere Clouds zum Einsatz, kann ein Provider das Management aus einem Guss anbieten.

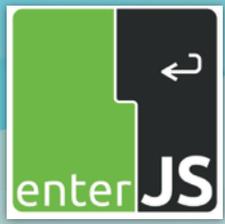
Die Hyperscaler vereinfachen mit ihren Tools nicht nur den Wechsel aus dem Unternehmensrechenzentrum, sondern verständlicherweise auch den Umstieg weg von der Konkurrenz. So zeigt Microsoft, wie sich mit Azure Migrate AWS-Instanzen in die Azure-Cloud verlagern lassen. Umgekehrt unterstützt Amazon die einfache Migration von anderen Clouds zu AWS (siehe Abbildung 6).

Da die Migrations- und Managementtools recht komplex sind, gibt es immer mehr Angebote für Managed AWS und Managed Azure. Hyperscaler-Ressourcen von einem Hoster managen zu lassen, bringt einen weiteren Vorteil: So sind transparente Multi-Cloud-Projekte möglich. PlusServer kann Workloads über AWS, Azure, GCP und die hauseigene pluscloud verteilen. Insbesondere unter dem Aspekt der Hochverfügbarkeit lassen sich damit nicht nur georedundante Set-ups realisieren, sondern

Quelle: INFORM DataLab



Der Wechsel in eine Cloud wird in der Regel durch neue Anforderungen ausgelöst (Abb. 4).



# Die Konferenz für Enterprise-JavaScript

21. und 22. Juni 2023 · Darmstadt

[www.enterjs.de](http://www.enterjs.de)



+++ Workshops vor Ort und online: Svelte + Nuxt + React + Web Components + Allly +++

Veranstalter



Silbersponsoren



## Cloud-Automatisierung

Ein wesentlicher Erfolgsfaktor für die Cloud-Nutzung ist die Automatisierung. Die beiden am weitesten verbreiteten Frameworks dafür sind Ansible und Terraform, moderne Tools für Infrastructure as Code (IaC) nach dem DevOps-Prinzip. Beide arbeiten herstellerübergreifend und sind quelloffen verfügbar. Es sind weder Agenten auf der verwalteten Infrastruktur nötig noch Management-Appliances. Stattdessen stellen sie eine direkte Verbindung zu den jeweiligen Plattform-APIs her und verwenden standardisierte Methoden wie SSH oder Skripte, um die erforderlichen Konfigurationen vorzunehmen.

Programmierer diskutieren mit nahezu religiösem Eifer, welches Tool das bessere ist. Beide überschneiden sich in einigen Funktionen, besitzen aber auch spezifische Vorteile für unterschiedliche Anwen-

dungsszenarien. So handelt es sich bei Ansible primär um ein Konfigurationsmanagementtool, bei Terraform eher um ein Orchestrierungstool (siehe Tabelle).

Ansible nutzt Python, ist universell einsetzbar und mit anderen Tools kombinierbar. Hierfür spricht auch die Speicherung der Aktionen in YAML-Dateien – den Playbooks.

Terraform eignet sich besonders für das Provisionieren und Verwalten großer Datacenter-Infrastrukturen unter Einbeziehung mehrerer Cloud-Provider. Das Werkzeug definiert die Schritte, eine Infrastruktur vom aktuellen in einen gewünschten Zustand zu überführen.

Der wesentliche Unterschied zu Ansible besteht darin, dass Terraform mit Zuständen arbeitet und diese dauerhaft speichert. So ist nicht nur ein einfaches Rollback möglich, es erfolgt auch eine Dokumentation aller Softwareänderungen in einzelnen Schritten (Code-repository). Der Preis dafür ist die nicht leicht zu erlernende deklarative Sprache ohne grafische Oberfläche. Eine weitere Stärke ist ein Simulationsmodus für geplante Änderungen. So kann ohne Auswirkungen im Livemodus geprüft werden, ob die Änderungen dem Plan entsprechen und ob der gewünschte Endzustand erreicht wird.

Zu den spezialisierteren Automatisierungstools gehören Vagrant für das Betreiben virtueller Maschinen sowie Puppet und Chef für das Managen von Servern.

### Wesentliche Funktionen der Automatisierungsframeworks

Ansible	Terraform
Provisioning	externes Ressourcenmanagement
Konfigurationsmanagement	Multi-Cloud-Bereitstellung
App-Deployment	Bereitstellen, Skalieren und Überwachen von Anwendungsinfrastrukturen
Continuous Delivery	Self-Service-Cluster
Sicherheitsautomatisierung	Richtlinienmanagement und -überwachung

auch systematische Fehler in Tools und Prozessen vermeiden.

Die Begrifflichkeiten von Cloud-Services sind bei den Hosting-Providern heute klar gefasst. Wurde vor einigen Jahren jede virtuelle Ressource (etwa Virtual Private Server oder auch nur virtuelle Maschinen) als Cloud-Server apostrophiert, so erscheinen sie nun überwiegend wieder als das, was sie wirklich sind: virtuelle Ressourcen.

Hintergrund der klareren Definitionen dürfte vor allem sein, dass Hoster mehr anbieten als nur Virtualisierung. Ihre Cloud-

Services ähneln denen der Hyperscaler. Immer uniformere Produkte führen dazu, dass sich die Anbieter immer schwerer voneinander abgrenzen können. Erfolgversprechende Wege sehen die Großen der Branche in immer neuen Funktionen auf Anwendungsebene. So erstellt AWS mit Amazon Analytics Business-Intelligence-Analysen anhand der Kundendaten. Google fokussiert sich auf das Auswerten der Nutzung von Webseiten und Microsoft auf Big-Data-Analysen und Business Intelligence. Hoster und Systemhäuser sehen ihre Alleinstellungsmerkmale hinge-

gen vor allem in Kundennähe und kundenspezifischen Dienstleistungen.

## Kubernetes als allgegenwärtige Steuerzentrale

Während bei Hybrid Clouds meist dieselbe Virtualisierungssoftware im Unternehmensrechenzentrum und bei Providern zum Einsatz kommt, sollen Multi-Clouds unterschiedliche Virtualisierer und Cloud-Modelle (IaaS, PaaS) vereinen (siehe Abbildung 7).

### Industriestandard versus Open Source am Beispiel PlusServer

Cloud-Stack	pluscloud v	pluscloud open
typische Anwendungsszenarien	überwiegend beständige Umgebungen wie ERP-Systeme oder Windows-Workloads	Cloud-native/Containeranwendungen, Scale-out-Systeme oder dynamische Webservices wie Hadoop, Spark, Elasticsearch
Virtualisierer	VMware vSphere	OpenStack
quelloffene Software	+	-
Basis für Containerdienste	Managed Kubernetes	Managed Kubernetes und Selfservice
föderiertes Identity-Management	-	Mitentwicklung im Gaia-X-Ökosystem
granulares Rollen-/Rechte-Konzept im Account	+	in Entwicklung
automatischer Hostfailover	+	in Entwicklung
Livemigration	+	+
integriertes Loadbalancing	+	+
integriertes VPN	+	per Appliance
integriertes Backup	Backup-and-Restore-Portal	Einzelbackups pro Volume
Steuerung per API/GUI	+ / am besten geeignet	am besten geeignet / +
Framework-Support	Terraform	Terraform, Heat, Pulumi

## Betriebsmodelle für Private Clouds

**Unternehmensinterne Private Cloud:** Cloud-Ressourcen (VMs, Container, Datenbanken, Storage) werden im unternehmenseigenen Rechenzentrum von eigenen Mitarbeitern produziert. Dieser Ansatz bietet die größtmögliche Kontrolle über Infrastruktur und Daten, und die Nutzer können Ressourcen ähnlich einfach konsumieren wie von einem Hyperscaler.

**Gehostete Private Cloud:** Das Unternehmen implementiert eine Cloud-Umgebung auf dedizierten Servern bei einem Serviceprovider, der auch für den Betrieb der Hardware zuständig ist. Eine Variante ist Colocation mit eigener Hardware in einem externen Rechenzentrum.

**Managed Private Cloud:** Das Unternehmen stellt die Infrastruktur bereit; Monitoring und Management übernimmt aber ein externer Dienstleister. Der kann auch weitere Services anbieten, etwa im Securitybereich.

**Virtual Private Cloud:** In der Public Cloud werden für einzelne Kunden separate virtuelle Cloud-Umgebungen bereitgestellt. Dieses Modell wird von Cloud-Service-Providern forciert, weil es sich kostengünstig anbieten lässt. Aus Kundensicht handelt es sich aber um eine dedizierte Cloud. Der Provider ist auch für den Schutz und die Verfügbarkeit verantwortlich – mit allen Vor- und Nachteilen.

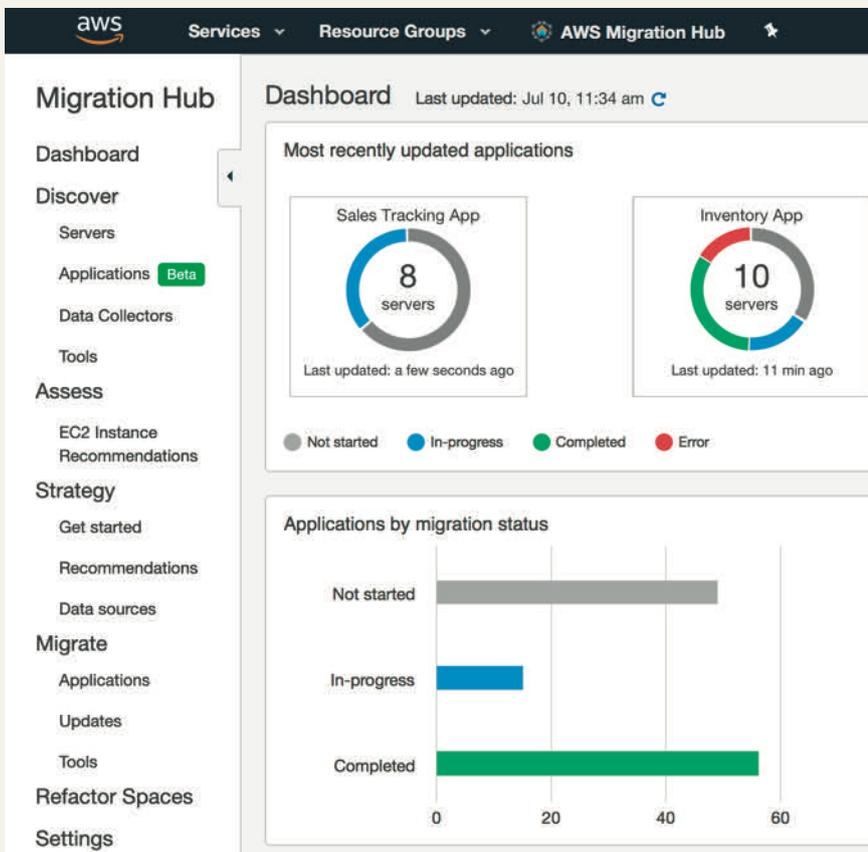
**Private Community Cloud:** Eine geschlossene Benutzergruppe teilt sich eine Cloud-Umgebung. Dem Vorteil geringer Kosten steht ein niedriges Sicherheitsniveau gegenüber.

**Clouds für geschlossene Nutzergruppen** lassen sich aber auch mit einem besonders hohen Sicherheitsniveau bauen. Ein Beispiel ist die Bundescloud, die in einem geschlossenen Netzwerk Cloud-Ressourcen ausschließlich für Bundesbehörden zur Verfügung stellt.

Hieraus ergeben sich aber auch ganz neue Herausforderungen. Eine Hybrid Cloud als homogenes System mit verteilten Daten lässt sich mit nur einem Managementtool zentral verwalten. Anders bei Multi-Clouds: Unterschiedliche Cloud-Modelle, Software-

stacks und Provider schaffen Inselösungen, die sich nur mit komplexen Orchestrierungswerkzeugen zusammenführen lassen. Die Antwort des Marktes hierauf heißt Containertechnik und Kubernetes. Das mächtige Orchestrierungstool erlaubt es, Instanzen

Quelle: AWS



Damit die Migration kein Blindflug wird, stellt AWS das Migration Dashboard zur Verfügung (Abb. 5).

# Wir schreiben Zukunft.



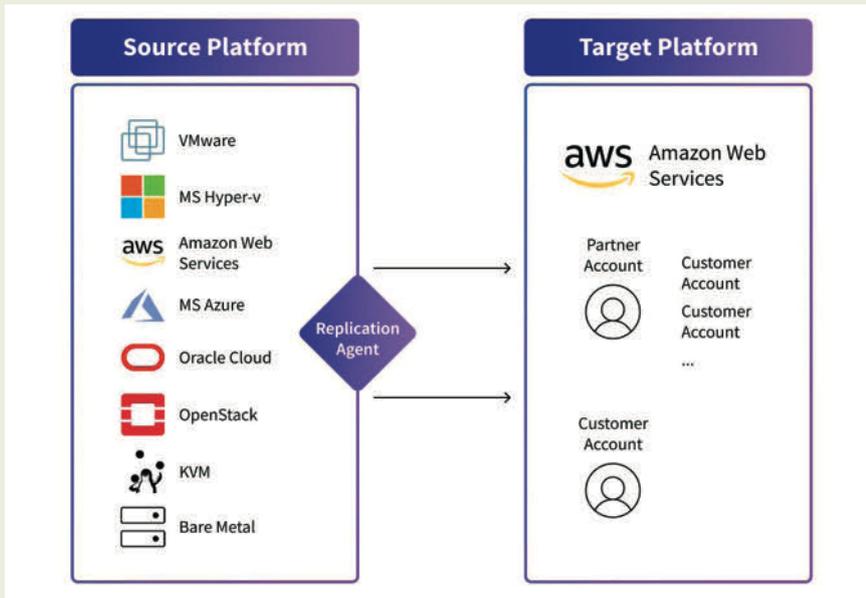
2 Ausgaben  
MIT Technology Review  
als Heft oder digital  
inklusive Prämie nach Wahl

[mit-tr.de/testen](https://mit-tr.de/testen)

[mit-tr.de/testen](https://mit-tr.de/testen)

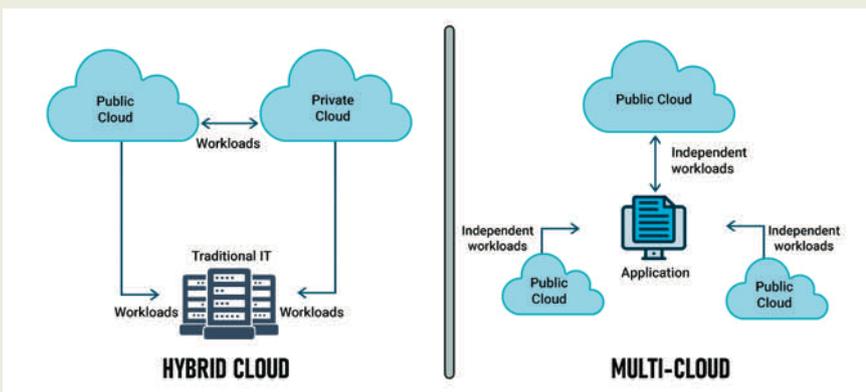
[leserservice@heise.de](mailto:leserservice@heise.de)

+49 541/80 009 120



Quelle: IT Outposts

Die Hyperscaler vereinfachen bevorzugt die Migration von konkurrierenden Plattformen auf die eigene (Abb. 6).



Quelle: IEEE ComSoc

Hybrid oder Multi-Cloud: ähnliche Namen, aber unterschiedliche Konzepte (Abb. 7).

von Applikationen auf nahezu jeder Infrastruktur verteilt zu betreiben, aber als eine Installation zu managen. Das ursprünglich von Google entwickelte Tool wird von der Cloud Native Computing Foundation (CNCF) unter einer Open-Source-Lizenz weiterentwickelt. Es ist sowohl über die grafische Web-Oberfläche zu bedienen als auch über Skripte, sodass Aufgaben gut automatisiert werden können (siehe Abbildung 8).

Kubernetes ist auf die Orchestrierung sehr vieler Container ausgerichtet. Hierzu werden sie in Pods zusammengefasst. Unter einem Pod versteht man eine Gruppe eng gekoppelter Container, die auf derselben Hardware laufen und direkt auf dieselben Ressourcen zugreifen. Mit dieser zusätzlichen Abstraktionsebene lassen sich Container übersichtlich auf mehrere Infrastrukturen verteilen. Der Vergleichbarkeit kommt es zugute, dass Kubernetes alle anderen Containerplattformen vom Markt verdrängt hat. So gibt es eine breite Auswahl an Providern, die Kubernetes als Service anbieten. Neben den Diensten der Hyperscaler (Amazon Elastic Kubernetes Service, Microsoft Azure Kubernetes Service, Google Kubernetes Engine) bieten viele Hoster Kubernetes als Shared-Plattform. Darüber hinaus stellen sie dedizierte Containerlaufzeitumgebungen für einzelne Kunden zur Verfügung. Noris lässt den Kunden die Wahl, Managed-Kubernetes-Cluster als Public Infrastructure in den Noris-Rechenzentren zu nutzen oder eine kundenspezifische Plattform mit eigenen Servern aufzubauen.

Dank des hohen Automatisierungsgrades einer Containerumgebung können gerade kleine Hosters schnell darauf basierende Services entwickeln. So etablieren sich Dienstleister, die ganz auf Kubernetes-Hosting spezialisiert sind, aber keine eigene Infrastruktur besitzen. Darunter sind mit Giant Swarm, Kubermatic (vormals Loodse) und sloppy.io auch Unternehmen aus Deutschland. Kubermatic veranschaulicht, wie sich die Arbeitsteilung der Hosters neu justiert. Die Kubernetes-Cluster verwenden neben den Infrastrukturen der Hyperscaler auch Clouds deutscher Provider (Hetzner Cloud,

### Vom Systemhaus zum Cloud-Hoster

IT-Systemhaus/Systemintegrator	Public-Cloud-Provider
Projektgeschäft	Geschäftsprozesse
9 to 5	24/7
lokales Rechenzentrum	globale Rechenzentrumsplattform
manuelle Administration	Infrastructure as Code
Tagessätze unter Druck	hohe Nachfrage nach Experten
einmalige Hard- und Softwareumsätze	kontinuierliche Serviceeinnahmen

### Cloud-Services überregionaler Systemintegratoren

Systemhaus	Website	Services
Arvato Systems	www.arvato-systems.de	Datacenter in der Cloud, Data Management on Cloud, AWS Cloud Migration
Atos	atos.net	Atos OneCloud
Axians	www.axians.de	Private-, Hybrid- und Multi-Cloud-Betrieb, Multi-Cloud-Kopplung, Cloud-Service-Monitoring
Bechtle	www.bechtle.com	Multi-Cloud, Cloud-Services, Cloud-Beratung und -Implementierung
Computacenter	www.computacenter.com	Cloud- und Datacenter-Services
Controlware	www.controlware.de	Public-Cloud-Services
Dimension Data (Marke von NTT)	www.dimensiondata.com	Multi-Cloud as a Service
NTT	services.global.ntt	Cloud-Consulting und Advisory-Services, Managed-Cloud-Services, Cloud-Transformation-Services
T-Systems	www.t-systems.com	Cloud-Platform-Services, Cloud-Migration-Services, Cloud-Application-Services

## Hosting-Provider mit Dienstleistungen für Migration und Management von Cloud-Anwendungen

Hoster	Website	Services
3U Telecom	<a href="http://www.3utelecom.de">www.3utelecom.de</a>	Managed Private Cloud, Managed Public Cloud
Adacor	<a href="http://www.adacor.com">www.adacor.com</a>	Adacor Private Cloud, Cloud-Infrastruktur, Cloud-Migration, Cloud-Operations
AllCloud	<a href="http://allcloud.io">allcloud.io</a>	AWS, Data and Analytics
Anexia	<a href="http://www.anexia.com">www.anexia.com</a>	Self-managed Cloud-Services
Boreus	<a href="http://www.boreus.de">www.boreus.de</a>	Boreus Cloud
Bradler & Krantz	<a href="http://www.providerdienste.de">www.providerdienste.de</a>	Cloud-Server
Centron	<a href="http://ccloud.centron.de">ccloud.centron.de</a>	ccloud3, Managed vServer Cloud, S3 Storage, Container-Hosting
Claranet	<a href="http://www.claranet.de">www.claranet.de</a>	Cloud-Management, Cloud-Migration
Cloudpilots	<a href="http://cloudpilots.com">cloudpilots.com</a>	Google Workspace Managed Service, Cloud-Consulting, Cloud-Development
cloudshift	<a href="http://www.cloudshift.de">www.cloudshift.de</a>	Cloud Infrastructure, Managed Kubernetes
ColocationIX	<a href="http://www.colocationix.de">www.colocationix.de</a>	ESXi Private Cloud
Continum	<a href="http://www.continum.net">www.continum.net</a>	Managed-Cloud-Services, Cloud-Consulting, Hybrid Cloud
Cronon	<a href="http://www.cronon.net">www.cronon.net</a>	Managed Business Cloud, Managed Private Cloud, Cloud-Consulting
Datagroup	<a href="http://www.datagroup.de">www.datagroup.de</a>	Corbox Cloud Services
D2iQ	<a href="http://www.d2iq.com">www.d2iq.com</a>	D2iQ Kubernetes Platform
Demicon	<a href="http://www.demicon.de">www.demicon.de</a>	AWS-Cloud-Hosting
Dogado	<a href="http://www.dogado.de">www.dogado.de</a>	Managed Cloud
domainfactory	<a href="http://www.df.eu/de/cloud-hosting">www.df.eu/de/cloud-hosting</a>	JiffyBox Cloud Server
Dunkel	<a href="http://www.dunkel.de">www.dunkel.de</a>	Dunkel Cloud, Managed-Cloud-Services
DTS	<a href="http://www.dts.de">www.dts.de</a>	DTS Cloud, Cloud-Consulting-Services
Equinix	<a href="http://www.equinix.de">www.equinix.de</a>	Cloud-Services
Filoo	<a href="http://www.filoo.de">www.filoo.de</a>	VMware Cloud, Cloudeasy, Cloud vServer
First Colo	<a href="http://www.first-colo.net">www.first-colo.net</a>	VMware-Cloud-Services, Proxmox Private Cloud, firstcolo Cloud, Nextcloud als Managed Service
Fritz Managed IT	<a href="http://www.fritz.gmbh">www.fritz.gmbh</a>	FritzCloud SaaS
GermanVPS.com	<a href="http://www.germanvps.com">www.germanvps.com</a>	Linux Cloud VPS Server, Windows Cloud VPS Server
Giant Swarm	<a href="http://giantswarm.io">giantswarm.io</a>	Cloud-Migration, Cloud-Scaling, Cloud Optimization, Kubernetes Platform
Gridscale	<a href="http://gridscale.io">gridscale.io</a>	Cloud-Server, Cloud-Storage, Cloud-Loadbalancer, Private Cloud, Hybrid Cloud
Happy Cloud Solutions	<a href="http://www.happycloudsolutions.de">www.happycloudsolutions.de</a>	AWS, Microsoft Azure
Herbst Datentechnik	<a href="http://www.herbst.de">www.herbst.de</a>	Cloud-Hosting
Hetzner	<a href="http://www.hetzner.de">www.hetzner.de</a>	Hetzner Cloud
Host Europe	<a href="http://www.hosteurope.de">www.hosteurope.de</a>	Private Cloud-Server
hosting.de	<a href="http://www.hosting.de">www.hosting.de</a>	Cloud-Server, Managed Nextcloud
hostNET	<a href="http://www.hostnet.de">www.hostnet.de</a>	Managed-Root Cloud-Server, Baremetal Cloud
Hostserver	<a href="http://www.hostserver.de">www.hostserver.de</a>	Managed Cloud, OpenNebula, OpenStack
Hostway	<a href="http://www.hostway.de">www.hostway.de</a>	Public Cloud, Private Cloud, Hybrid Cloud
IDNT	<a href="http://www.idnt.net">www.idnt.net</a>	Managed Multi-Cloud
German Edge Cloud	<a href="http://gec.io">gec.io</a>	German Edge Cloud, Cloud Automation
InterNetX	<a href="http://www.internetx.com">www.internetx.com</a>	Cloud-Server, Reseller Cloud
Interxion	<a href="http://www.interxion.com">www.interxion.com</a>	Cloud Connect
IONOS	<a href="http://cloud.ionos.de">cloud.ionos.de</a>	Private und Public Cloud, Managed Kubernetes
Itenos	<a href="http://www.itenos.de">www.itenos.de</a>	Cloud Gateway
Kamp	<a href="http://www.kamp.de">www.kamp.de</a>	Cloud-Services, Dynamic Hardware Pool (KAMP DHP)
Kubernatic	<a href="http://www.kubernatic.com">www.kubernatic.com</a>	Kubernatic Kubernetes Platform
LeaseWeb	<a href="http://www.leaseweb.com">www.leaseweb.com</a>	Cloud Compute, Cloud-Storage, Hybrid Cloud, VPS
managedhosting.de	<a href="http://www.managedhosting.de">www.managedhosting.de</a>	Private und Hybrid Clouds
maxcluster	<a href="http://maxcluster.de">maxcluster.de</a>	Managed Center
myLoc	<a href="http://www.myloc.de">www.myloc.de</a>	SAP Cloud, Private Cloud
net.DE	<a href="http://www.net.de">www.net.de</a>	Andromeda OpenStack-Cloud, Nebula VMware Cloud
Netclusive	<a href="http://www.netclusive.de">www.netclusive.de</a>	VPS, Cloud-Backup
Netcup	<a href="http://www.netcup.de">www.netcup.de</a>	Managed-Cloud-Cluster
NETWAYS	<a href="http://www.netways.de">www.netways.de</a>	Cloud-Service
Noris Network	<a href="http://www.noris.cloud">www.noris.cloud</a>	Cloud-Services, Cloud-Punkte
Nordcloud (Marke von IBM)	<a href="http://nordcloud.com">nordcloud.com</a>	Managed Cloud Environment, Managed Cloud Applications, Managed Cloud Landing Zone
OVH	<a href="http://www.ovhcloud.com">www.ovhcloud.com</a>	Public Cloud, Hosted Private Cloud
PlusServer	<a href="http://www.plusserver.com">www.plusserver.com</a>	pluscloud open (OpenStack-basiert), pluscloud v (vSphere-basiert), Cloud-Consulting
ScaleUp	<a href="http://www.scaleuptech.com">www.scaleuptech.com</a>	Cloud-Hosting auf Basis von OpenStack
Schwarz IT	<a href="http://www.stackit.de">www.stackit.de</a>	Stackit Cloud
Servinga	<a href="http://www.servinga.com">www.servinga.com</a>	Servinga Cloud (OpenStack-basiert)
Skaylink	<a href="http://www.skaylink.com">www.skaylink.com</a>	Managed AWS Hosting, Azure Cloud Edge
Sloppy.io	<a href="http://sloppy.io">sloppy.io</a>	Managed Docker Hosting
Snafu	<a href="http://www.snafu.de">www.snafu.de</a>	Snafu-Cloud-Dienste
Strato	<a href="http://www.strato.de">www.strato.de</a>	ServerCloud, Cloud-Speicher
SysEleven	<a href="http://www.syseleven.de">www.syseleven.de</a>	OpenStack-Cloud, Managed Cloud
Uptime IT	<a href="http://www.uptime.de">www.uptime.de</a>	Uptime Cloud

Die Marktübersicht basiert auf Angaben der Anbieter und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

## Offen für Gaia-X und Sovereign Cloud Stack

Das europäische Projekt Gaia-X zur Sicherung der digitalen Souveränität ist noch keine Erfolgsgeschichte. Dennoch bewerben einige Hoster ihre Produkte als Teil des Sovereign Cloud Stack (SCS), eines der vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz geförderten Projekte von Gaia-X. Allerdings ist der Begriff nicht geschützt, sodass sich Unterschiedliches dahinter verbergen kann. Im weiteren Sinne bedeutet er zunächst einmal, dass die Softwarekomponenten aus der Open Source stammen, beispielsweise OpenStack.

IONOS produziert seine Sovereign Private Cloud hingegen auf Basis von VMware. Souveränität besteht hier insoweit, als dass es sich um einen Industriestandard handelt und die Kunden bestimmen können, wo ihre Applikationen laufen. Auch lassen sich Anwendungen vergleichsweise einfach wieder in ein eigenes Rechenzentrum oder zu einem anderen Provider transferieren. PlusServer lässt Kunden die Wahl zwischen vSphere-basierter und OpenStack-Cloud, denn auch für VMware gibt es eine Berechtigung – vor allem, wenn es im Unternehmen bereits im Einsatz ist.

Das Gaia-X-Projekt SCS soll aber deutlich mehr bedeuten, als nur Open-Source-Software zu verwenden. Im Mittelpunkt steht die Au-

tomatisierung des Lebenszyklusmanagements aller Komponenten. Die wesentlichen Elemente sind grundlegende Infrastrukturdienste, der Identitätsmanagement-Stack, die Basisvirtualisierungsschicht, die IaaS-Schicht und Kubernetes. Hierzu verwendet SCS eine containerisierte Bereitstellung mittels Ansible.

Das Ziel besteht darin, Software ohne Anpassungen auf unterschiedlichen SCS-Infrastrukturen einsetzen zu können. Dazu ist eine striktere Standardisierung nötig als heute an den Schnittstellen von Open-Source-Software üblich.

Darüber hinaus sollen Tests entwickelt werden, die die Konformität gegenüber Nutzern mithilfe einer weitgehend automatisierten Zertifizierung nachweisen. Die Grundlage für die Zertifizierung bilden hauptsächlich Konformitätstests gemäß den Standards der CNCF und der Open Infrastructure Foundation (OIF).

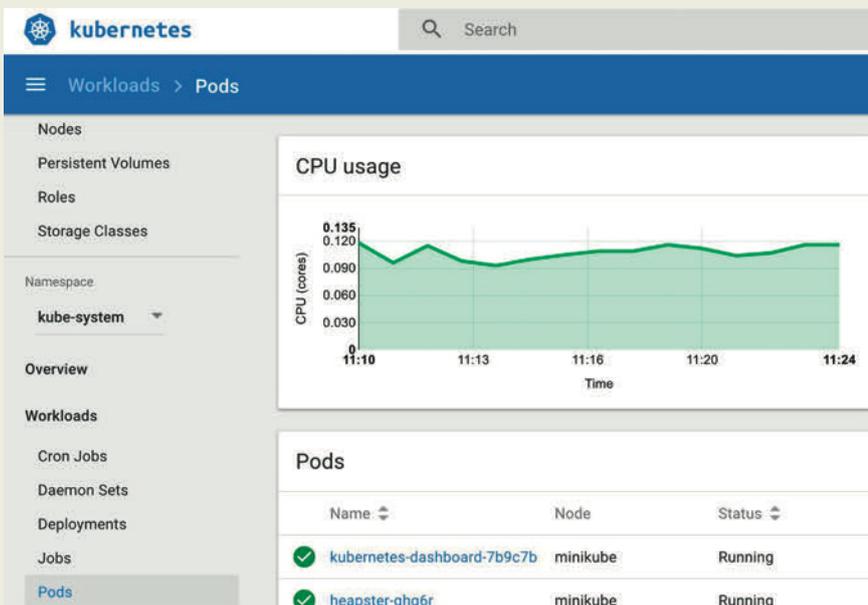
Werben Hoster und andere Serviceprovider mit Gaia-X, verstehen sie darunter primär die Quelloffenheit. Eine vollständige Umsetzung zielt aufgrund des starren Konzeptes vor allem auf europäische Behörden.

## Checkliste für eine Migrationsplanung

- Bestandsaufnahme der bestehenden Infrastruktur und Anwendungen
- Darstellung der Abhängigkeiten von Applikationen, Netzwerk und Daten
- Priorisierung der Anwendungen und Auswahl des optimalen Cloud-Modells
- Entwicklung eines Migrationsplanes und Prozessflows mit Informationen wie Schnittstellen zu anderen Programmen, Datenreplikation und Zugriffsrechten
- Einrichten der Cloud-Infrastruktur
- Replizieren von Anwendung und Frameworks
- Test in einer Pilotumgebung, Migration von Beta-Usern
- Prüfung von Security- und Complianceparametern
- Sicherheitshärtung und Optimierungen

Open Telekom Cloud) und On-Premises-Equipment. InterNetX bietet auf umgekehrtem Weg seine Cloud als Resellervariante kleineren Systemhäusern an, die so mithilfe des InterNetX Server Administration Centers (ISAC) unter eigenem Markennamen kundenspezifische Software entwickeln.

Open-Source-Software verhindert zwar den Vendor Lock-in und sie kann durch Verfügbarkeit des Quellcodes die Sicherheit erhöhen – aber die Unternehmen bekommen es mit einem komplexen Ökosystem zu tun. Die unzähligen Distributionen, Installer und Images wollen gesichtet und verwaltet werden. PlusServer bewirbt seine Kubernetes Engine (PSKE) als das Beste zweier Welten: Open Source auf Basis von SAP Gardener als gemanagte Plattform.



Quelle: Kubernetes

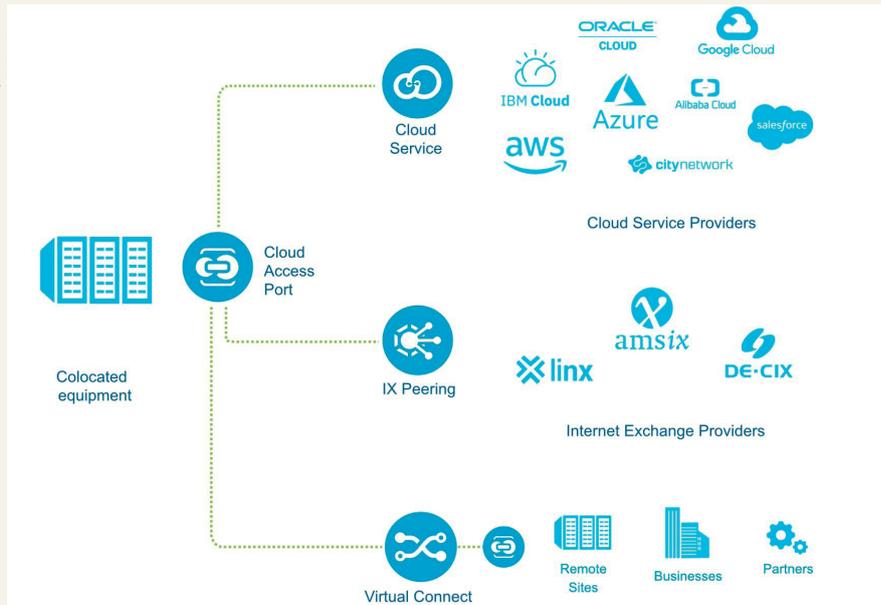
Mit dem Kubernetes Dashboard lassen sich verteilte Containerinstanzen unter einer Oberfläche verwalten (Abb. 8).

## Direktverbindung bevorzugt

Die Verteilung von Applikationen über mehrere Clouds lässt sich in vielen Fällen nicht mit VPNs bewerkstelligen. Dies betrifft weniger die Nutzerzugriffe als vielmehr die Synchronisation und Replizierung der Daten. Deshalb haben sich direkte Verbindungen zwischen den Clouds etabliert. So bieten Interxion unter Cloud Connect und Itenos unter Cloud Gateway ein einheitliches Interface zu verschiedenen Cloud-Plattformen und die Verbindung zu mehreren zentralen Internetknoten an (siehe Abbildung 9). Auch Amazon, Microsoft und Google stellen Schnittstellen für einen direkten Zugang zu ihren Datacentern bereit. Sie heißen Azure ExpressRoute, AWS Direct Connect, AWS Private Link und Cloud Hybrid Connectivity.

**Serviceprovider führen unterschiedliche Clouds auf physischer und logischer Ebene zusammen (Abb. 9).**

Quelle: Interxion



Das Zusammenwachsen der Infrastrukturen führt zur Entwicklung immer neuer Cloud-Geschäftsmodelle: Ein Beispiel ist Private Cloud in der Public Cloud (auch Virtual Private Cloud). Hier erhalten Kunden eine mandantenfähige, gegen Dritte abgeschottete Cloud-Umgebung bei einem Provider. Auch der umgekehrte Weg ist möglich. So stellen die Hyperscaler eigene Hardware (AWS Outposts) oder zertifizierte Server (Microsoft Azure Stack und Azure Arc) in die Kundenrechenzentren. Auf diese Weise etablieren sich nutzungsorientierte Abrechnungsmodelle für die Infrastruktur im eigenen Haus. Auf diesen Zug wollen auch reine Hardwarehersteller aufspringen, etwa Dell (APEX) und HPE (Greenlake).

Der schnellste und einfachste Weg zum Bau einer Cloud führt denn auch über Hardware: eine Hyperconverged Infrastructure (HCI). Hierbei handelt es sich um vorkonfigurierte Server-Nodes einschließlich Storage und eines Cloud-Software-Stacks. HCI-Cluster lassen sich – eine ausreichend schnelle Netzwerkverbindung vorausgesetzt – auch über mehrere Lokationen verteilen. Beispiele für HCI-Produkte sind Cisco HyperFlex, Dell VxRail und HPE Nimble. (un@ix.de)

**In iX extra 6/2023 Storage: Cloud-Backups für unterschiedliche Anwendungen**

Das Backup in die Cloud zu verlagern ist heute weit verbreitet. Doch es ist nicht einfach, genau denjenigen Anbieter zu finden, der alle Anwendungsdaten des Unternehmens auf geeignete Weise sichert. Das betrifft nicht zuletzt Online-Offices wie Microsoft 365, die nicht automatisch die Daten sicher verwahren, nur weil sie in der Cloud

laufen. Microsoft stellt regelmäßig klar: Für die Backups der eigenen Office-Daten sind die Kunden selbst verantwortlich. Ob sie die im eigenen RZ oder in der Cloud sichern, ist nicht Microsofts Sache. Auch hier bedarf es also geeigneter Werkzeuge.

Erscheinungsdatum: 25.05.2023

**UWE SCHULZE**



ist Dipl.-Ingenieur (Informationsverarbeitung) und seit vielen Jahren in der Netzwerkbranche tätig.

**Die weiteren iX extras**

7/2023	<b>Cloud:</b> Identity- und Access-Management	erscheint am 29.06.2023
10/2023	<b>Security:</b> Neues rund um die it-sa	erscheint am 21.09.2023
11/2023	<b>Storage:</b> Objekt-Storage	erscheint am 19.10.2023
12/2023	<b>Hosting:</b> Hochverfügbarkeit auf Bestellung	erscheint am 23.11.2023

