

RECHENZENTREN UND INFRASTRUKTUR

KOMPONENTEN, KABEL,
NETZWERKE

Wo steht, welche Verkabelung
zukunftsicher ist

Power over Ethernet:
Wie 100 W durch die
Datenleitung kommen
Seite 6

Copy-Data-Management:
Was Echt Daten mit
DevOps zu tun haben
Seite 10

Software-defined Storage:
Wo Ceph-Speicher
klar im Vorteil sind
Seite 16

Verteilte Infrastruktur:
Wann sich Standort-
konsolidierung rechnet
Seite 18

Infrastructure Management:
Wer genau weiß, wie
heiß es im Rack ist
Seite 21

Mainframe:
Wer noch Spezialisten
für Großrechner sucht
Seite 25



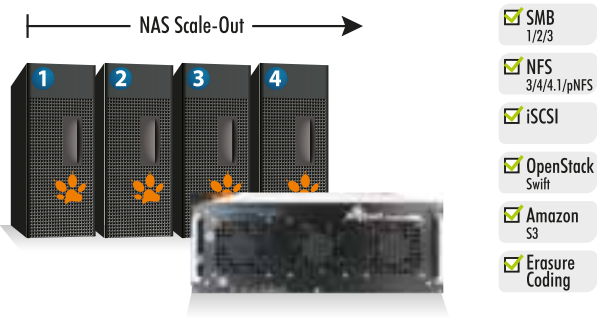
Sasquatch®

Software Defined Storage

Das skalierbare Multitalent

Beispielkonfiguration:

Die Kombination BigFoot Storage® XXLarge mit der Software compuverde vNAS bietet eine hochperformante Scale-Out NAS Lösung, die nahezu unbegrenzt skaliert. Bereits mit 3 Systemen (Erasure Coding 2 + 1) ist es möglich einen Cluster zu bauen und das auf nur 12 Höheneinheiten. Durch RAM und SSD Caching werden Lese- und Schreiboperationen massiv beschleunigt, so dass diese Lösung als Archiv/CCTV aber auch VDI einsetzbar ist. Alle SMB und NFS Protokolle sowie iSCSI, Openstack und Amazon S3 werden unterstützt. Das Management erfolgt bequem über eine zentrale Management Software.



Das ist Sasquatch®

Sasquatch® verbindet leistungsstarke Hardware mit der Software unserer renommierten Partner und erlaubt so den Aufbau einer passgenauen Lösung nach dem "Software-Defined-Storage"-Prinzip. Das bedeutet, dass Sie per Software Ihre Storage-Ressourcen besser verteilen, nutzen und verwalten können - ganz ohne Eingriffe an der Hardware.

Dabei liefern wir Ihnen aber kein System von der Stange: Durch die nach Kundenbedarf individuelle Zusammenstellung von Hardware- und Software-Komponenten entstehen so passgenaue und skalierbare Storage-Lösungen, unter anderem für Virtualisierung, Big Data, Archiv, Cloud- oder Hyper-Converged-Speicher, High-Performance-Computing, All-Flash- oder Object-Storage-Plattformen.

1PB Sasquatch® SDS | vNAS Cluster bestehend aus 4x:

- RNT BigFoot® Storage XXLarge - 48x 3,5" HDD
- Intel® Xeon® E5-2630v3
- 64GB RAM DDR4 ECC REG
- 48x 6TB SATA 7.200 U/min
- 400GB PCIe SSD Lese/Schreibcache
- 960GB SATA SSD Lese/Schreibcache
- Avago/LSI SAS HBA 12Gb/s
- 4x 10Gb/s NIC wahlweise SFP+ oder RJ45
- 2x 1Gb/s NIC für Softwaremanagement
- 1x 1Gb/s NIC für Hardwaremanagement
- compuverde vNAS Software

Features:

- Lineare Skalierung von Kapazität und Performance
- Erasure Coding
- Self-healing storage cluster
- Hypervisor Support für: VMWare ESX, Hyper-V, CentOS KVM, Citrix
- RAM und SSD Caching
- Multi-Tenancy
- Active Directory Support
- Snapshot Funktionalität



RAUSCH NETZWERKTECHNIK ▲▲
www.rnt.de ▲▲

Sympathisch und gut beraten. Bestens betreut.

>> Mehr erfahren!

Wo steht, welche Verkabelung zukunftsicher ist



Rechenzentrumsbetreiber beobachten derzeit genau, was da am Horizont heraufzieht: DIN EN 50600-X heißt die Normenreihe, die sich momentan über Europas Rechenzentren schiebt und die Großwetterlage bestimmt. Besonders schwierig werden verlässliche Vorhersagen bei der Verkabelung, die schließlich auch dann noch durchhalten soll, wenn sich die Lasten gründlich geändert haben und die übrige Erstausrüstung längst zum alten Eisen gehört. Eine vorausschauende Redundanzplanung skizziert Doris Piepenbrink in ihrem Beitrag ab Seite 13. Sie erklärt außerdem, wie weit die PoE-Entwicklung ist und was es im Hinblick auf die steigenden Temperaturen der Datenkabel zu beachten gilt (Seite 6). Ein IEEE-Standard bis 49 W ist für 2018 anvisiert, proprietäre Lösungen für Power over Ethernet sind aber schon vorausgesprochen und legen bis zu 100 W Spannung auf die Datenleitung. Eine derart starke Fernspeisung wird vermutlich auch verbesserte Steckverbindungen brauchen, damit man die Kontakte nicht schon beim Abziehen ruiniert.

Hinzu kommt, dass die DIN EN 50600 den Markt für energieeffiziente Produkte kräftig angeheizt hat. Vor allem die Klimatechnik rückt damit wieder einmal in den Fokus, und auch sie muss irgendwie den Spagat zwischen jüngsten Normvorgaben und einer zukunftsfähigen Auslegung schaffen. Thomas Wermke schildert die Lage am praktischen Beispiel eines Seitenkühlers (Seite 20), und Thomas Nieschalk erklärt, wie ein taugliches Infrastrukturmanagement angelegt sein sollte (Seite 22). Hinzu kommen Kurzberichte aus dem KPI4DCE-Projekt des Umweltbundesamts (Seite 23) und vom Klimaschutz-Teilkonzept im Landkreis Marburg-Biedenkopf (Seite 24).

Unser zweiter Anwendungsfall geht dagegen ganz ins Große (Seite 18): Der VW-eigene Finanzdienstleister hat seine weltweit verteilten Rechenzentren neu platziert und dabei genau auf Latenzen und Verfügbarkeit ge-

achtet. Erstaunlicherweise haben die Techniker trotz 6000 km mehr Entfernung kürzere Antwortzeiten und eine insgesamt 91 % schnellere Anwendung geschafft. Der Trick liegt in einer gezielten Software-Optimierung und im präzise abgestimmten Zusammenspiel mit der Infrastruktur. Eine Möglichkeit, die Software-Entwicklung selbst deutlich zu beschleunigen, besteht in einer intelligenten Datenvirtualisierung: Entwickler, die umstandslos sicheren Zugriff auf Produktionsdaten haben, kommen sehr viel rascher zu einsatzfertigen Ergebnissen. Was ein Copy-Data-Management gerade im Zusammenspiel mit DevOps leisten kann, erläutert Dirk Neumann ab Seite 10. Effizienz bedeutet hier einen unmittelbaren Kostenfaktor: „Mannstunden, typisch!“, sagen die Damen im Controlling. Dort darf man sich zum Trost die jüngsten Ergebnisse der Optimized-Data-Center-Studie zu Gemüte führen (Seite 4): Anderen geht es auch nicht besser; im Schnitt erreicht der Effizienzindex deutscher Rechenzentren gerade 59 von 100 Punkten. Das ist Schulnote 3. Die Versetzung ist zwar nicht gefährdet, aber offenbar ließe sich manches besser machen. Einen praktischen Vorschlag macht Ulrich Wolf: ein Open-Source-Storage-System mit Ceph (Seite 16). Das ist zwar nicht ganz leicht aufzusetzen, dafür aber charmant auf der Kostenseite, extrem ausfallsicher und gut skalierbar.

Vielleicht ist es am Ende nicht verkehrt, an den Anfang zurückzukehren, haben wir uns gedacht. Also – was machen eigentlich die guten alten Mainframes? Gefühlt würde ich sagen: Die sind nicht tot, sie rühren sich bloß nicht mehr. Dieser Eindruck täuscht aber. Großrechner werken weiterhin fleißig im Einsatz. Auf der Podiumsdiskussion, von der Frank Zscheile zum Heftschluss berichtet (Seite 25), zeigte sich, dass das Problem ein ganz anderes ist: Nicht die Mainframes sterben aus, sondern die Mainframe-Spezialisten.

Thomas Jannot

Effizienzindex mit viel Luft nach oben

Ökoeffizienz und Compliance sind aussagekräftige Erfolgsindikatoren

Wettbewerbsintensive Geschäftsfelder erfordern Voraussicht. Die Studie „Optimized Data Center“ hat Datacenter-Betreiber ausführlich zur Ausstattung und Organisation ihrer Rechenzentren befragt und gibt Aufschluss über die Zusammenhänge zwischen effizientem Betrieb und nachhaltigem Gesamterfolg.

Erfolg ist nicht gleich Erfolg. Genauer gesagt lassen sich drei Arten von Erfolg unterscheiden: zum einen der finanzielle Erfolg eines Unternehmens, der sich relativ eindeutig bestimmen und bewerten lässt; zum anderen die Erfüllung nicht-finanzieller Ziele wie z.B. die Vergrößerung des Kundenstamms oder eine verbesserte Ökoeffizienz, deren Bestimmung und Bewertung schon schwieriger ist; drittens gibt es den organisatorischen Erfolg, der sich nach der Effizienz des Mitteleinsatzes bemisst – dies ist für die meisten Unternehmen am schwierigsten zu ermitteln, weil die relevanten Prozesse und Aspekte zahlreich, umfangreich sowie oft nicht sichtbar sind und weil die eigentliche Bewertung ebenfalls problematisch ist.

Erfolgsmessgrößen im Optimized Data Center

Die Langzeitstudie „Optimized Data Center“ soll diesem Problem begegnen und eine realistische Vergleichsgrundlage für Rechenzentrumsbetreiber schaffen. Die Befragung wurde in Zusammenarbeit mit iX und weiteren RZ-Experten entwickelt und bildet den Datacenter-Alltag umfassend in mehr als 150 verschiedenen Aspekten ab. RZ-Betreiber können die Befragung nun im Rahmen eines identischen Online-Benchmarks durchlaufen und die Performanz ihrer Systeme mit den Studienergebnissen vergleichen.

Die Studie ermittelt zwei zentrale Vergleichsgrößen: den Effizienzindex und den Erfolgsindex. Der Effizienzindex errechnet sich aus der Relevanz eines Aspektes für das eigene Rechenzentrum und daraus, wie gut er in Anbetracht dieser Relevanz umgesetzt wurde (ein Beispiel wäre die Bedeutung von Backups virtueller Maschinen und die Güte der Umsetzung dieser Backup-Prozesse). Der Erfolgsindex setzt sich aus der Bewertung von Erfolgsmessgrößen der Vergangenheit und der Gegenwart zusammen; er vereint also die Bewertung sowohl des aktuellen Niveaus als auch der relativen Verbesserung in einem Dreijahreszeitraum. Die Erfolgsmessgrößen ergeben sich aus den Aspekten, die im Effizienzindex bewertet wurden (im Beispiel Backup wäre das z.B. die Zeit bis zur Wiederherstellung einer Infrastrukturkomponente).

Note 3 in der Selbsteinschätzung

Um die Ergebnisse grob zusammenzufassen: Beide Indizes fallen nur mittelmäßig aus und zeigen in allen RZ-Bereichen noch viel Optimierungspotenzial. So erreicht der Effizienzindex über alle Prozesse und Ebenen hinweg lediglich 59 von 100 Punkten. Etwas besser bewertet werden die Messgrößen im Erfolgsindex, die im Durchschnitt einen

Wert von 64 Punkten erreichen und damit ebenfalls noch im Segment „befriedigend“ anzusiedeln sind. Wenig überraschend schneidet die Gebäudeinfrastruktur besser ab als die anderen Bereiche; das liegt daran, dass die Maßnahmen hier zwar nicht unbedingt günstig, aber relativ leicht umzusetzen sind und weniger starken technologischen Schwankungen und Komplikationen unterliegen als beispielsweise die Bereiche der Hardware(-Virtualisierung) oder der Service-Bereitstellung, die sich stetig massiv verändern.

Die Ergebnisse unterscheiden sich dabei auch je nach Filterung. So erreichen Unternehmen ab 500 und mehr Mitarbeitern im Allgemeinen die besten Ergebnisse, mit bis zu 64 Punkten im Effizienzindex und 70 Punkten im Erfolgsindex. Besonders problematisch sind Rechenzentren in Unternehmen mit weniger als 250 Mitarbeitern, sie erreichen nur 38 bzw. 44 Punkte.

Interessant sind auch die nach Alter des Rechenzentrums gefilterten Resultate. So geben die ältesten Rechenzentren zwar den Takt in Sachen Effizienz vor, am erfolgreichsten zeigen sich aber die neuesten Rechenzentren, die erst 2012 und später in Betrieb genommen wurden. Diese konnten beim Bau auch jüngste Best Practices und aktuelle Technologien berücksichtigen und lassen sich dank moderner Energieversorgung und Virtualisierung sparsam betreiben.

Durchschlag auf die Gewinnsituation

Was den wirtschaftlichen Erfolg angeht, zeichnen die Betreiber ein sehr positives Bild: Für das letzte Jahr gab rund die Hälfte steigende Gewinne an, nur bei 10 % der Befragten stagnierte er. Die Verbindung von finanziellem und organisatorischem Erfolg in Form des Erfolgsindex ist eindeutig: Unternehmen mit steigendem Gewinnen haben auch einen höheren Erfolgsindex. Das Gleiche gilt für die nicht-finanziellen Unternehmensziele wie Ökoeffizienz, Kundengewinnung und Compliance: Unternehmen, die angeben, diese Ziele erreicht zu haben, haben im Schnitt auch deutlich bessere Indexwerte. Man kann also schlussfolgern, dass eine Kombination aus modernen Lösungen und effektivem Management grundsätzlich die Gewinnsituation verbessert.

Weitere Ergebnisse sind in den vollständigen Studienberichten enthalten, die es nach einer Registrierung kostenlos auf dem Portal www.optimized-datacenter.de zum Herunterladen gibt. Die Studie und die Benchmark werden durch Sponsoren unterstützt, daher ist die Teilnahme kostenfrei.

*Marco Becker,
Analyst/Projektleiter ODC, techconsult GmbH*



So wird aus Ihrem Datacenter...



ein Profit Center.

Steigern Sie die Kundenzufriedenheit — und Ihren Ertrag.

Ausfallsicherheit und Effizienz sind heute wesentliche Voraussetzungen für den Geschäftserfolg in der Telekommunikationsbranche. Doch mit Hosting-, Colocation- und Cloud-Services können Sie sich nicht nur von Wettbewerbern abheben, sondern auch Ihren Umsatz steigern. Mit den kompletten Datacenter-Infrastrukturlösungen von Schneider Electric™ können Sie zuverlässige neue Services schnell und einfach implementieren. Und damit erhöhen Sie nicht nur die Zufriedenheit Ihrer Kunden, sondern auch Ihren Ertrag.

- Vorkonfigurierte Module
- StruxureWare™ Software
- Life Cycle Services

schneider-electric.com

Life Is On

Schneider
Electric

Fernspeisung macht Datenkabel zu Heizdrähten

Bei PoE kann die Temperatur in den Kabelbündeln auf über 60° C steigen

Mit All-IP und dem Internet of Things bekommt auch das Thema Power over Ethernet neue Aktualität: Die Fernspeisung über das Datennetz kann die konventionelle Niederspannungsversorgung ersetzen. Der Markt bietet heute schon PoE bis 100 W. IEEE arbeitet derzeit an einem Standard bis mindestens 49 W.

Auf der Light + Building 2016 in Frankfurt konnte man Mitte März in der Sonderschau „Digital Building“ IP-basierte Techniken für die Gebäudeautomation im Zusammenspiel sehen. Die LAN-basierte LED-Beleuchtung beispielsweise ließ sich entweder zentral oder per App und Smartphone konfigurieren. Sie wertete für die optimale Beleuchtung unter anderem die Daten eines Helligkeitssensors aus. Für Rechenzentren interessant: Mit Präsenzmeldern im Flur kann auch eine Nachführbeleuchtung realisiert werden. Oder: Nach Freigabe der Zutrittskontrolle werden nur die Bereiche beleuchtet, für die der Besucher eine Zutrittsberechtigung hat; geht er in andere Bereiche, wird Alarm ausgelöst.

PoE-Varianten aus der IEEE-Normung

Beleuchtung, Sensoren, Signalgeber, Jalousien-, Heizungs- und Klimasteuerung kommunizieren miteinander. Sind sie als Netzkomponenten direkt ins LAN integriert, können sie darüber auch mit Energie versorgt werden. Das bedeutet: Sie lassen sich in das USV-Konzept für das Netz integrieren und funktionieren bei einem Stromausfall weiter. Viele Sensoren und Systeme sind zwar noch nicht auf TCP/IP-Basis erhältlich und werden über einen seriellen Bus und entsprechende Gateways ins TCP/IP-Netz eingebunden. Doch der Trend geht klar in Richtung All-IP und Fernspeisung.

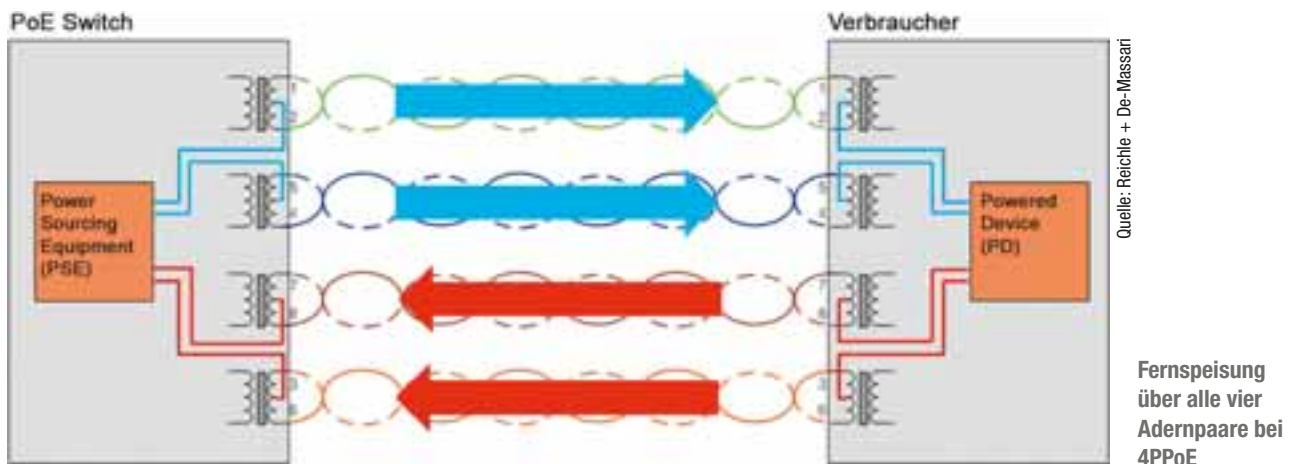
Je mehr Geräte über PoE versorgt werden, umso wärmer wird es in den Kabelkanälen und auf den Trassen. LED-Beleuchtung oder her-

kömmliche WLAN-Access-Points lassen sich per PoE mit bis zu 12,95 W (IEEE 802.3af) versorgen. Für die Fernspeisung von Netzwerkkameras ist PoE+ bis 21,90 W (IEEE 802.3at) notwendig. Beide Techniken versorgen Endgeräte über zwei Adernpaare. Das kann über nicht belegte Adernpaare geschehen oder, wie bei Gigabit-Ethernet und ISDN, parallel zum Ethernet-Signal.

Über Resistive Power Discovery wird ermittelt, ob ein angeschlossenes Endgerät über einen 25-k Ω -Abschlusswiderstand verfügt und damit PoE-fähig ist. Hierzu legt die Versorgungseinheit (Switch oder Midspan-Device) zunächst mehrfach eine minimale Spannung auf die Adern, mit der sich im Normalfall kein Gerät beschädigen lässt. Daraufhin wird es mit einer geringen Leistung versorgt und muss nun signalisieren, zu welcher der vier im IEEE 802.3af-Standard definierten Leistungsklassen es gehört. Die Einspeisung erfolgt über den Switch oder über ein separates Midspan-Device, das zum Beispiel als Patchpanel im Etagenverteiler ausgeführt sein kann.

Proprietäre PoE-Varianten

Derzeit noch in der Projektphase befindet sich IEEE P802.3bt (4PPoE). Der zugehörige Standard soll voraussichtlich 2018 verabschiedet werden und eine Fernspeisung über alle vier Adernpaare mit mindestens 49 W Leistung am Endgerät ermöglichen. Das ist aber keineswegs die Obergrenze des technisch Möglichen. Es sind dabei auch Speiseleistungen von 100 W im Gespräch.



ANGA.COM
WHERE BROADBAND MEETS CONTENT

Besuchen Sie uns auf der ANGA COM 2016:
07. bis 09. Juni 2016 in Köln
Halle 10.1 / Stand S30

FNT

// when transparency matters.



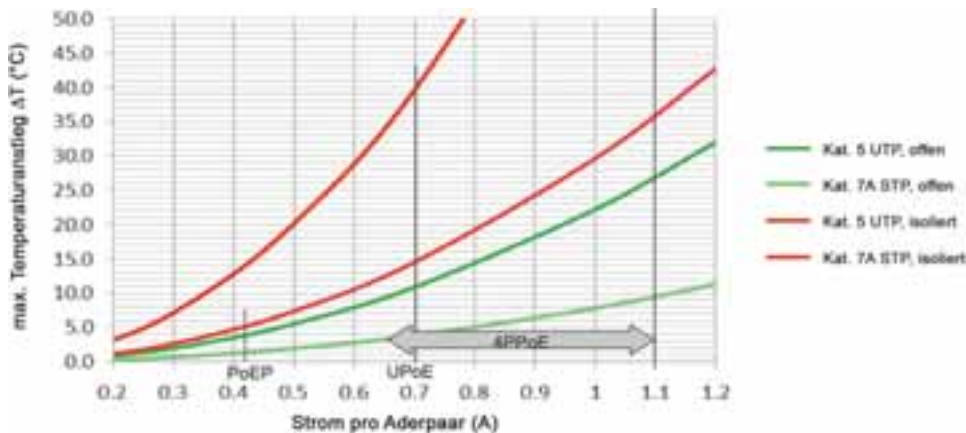
Software für Data Center Infrastructure Management

Wir bringen Transparenz und Effizienz in Ihr Rechenzentrum.

Sie wollen Rechenzentren effizient betreiben. Kapazitäten, Aus- und Umbau verlässlich planen können. Sie benötigen Transparenz – vom Gebäude, der Energieversorgung über die IT-Systeme bis zu den Services und Prozessen. In Echtzeit, jedes Detail, integriert, auf Knopfdruck visualisiert.

Unsere DCIM-Softwarelösung bietet das – dank des einzigartigen, durchgängigen FNT Datenmodells.

Jetzt informieren: www.fntsoftware.com



Quelle: Reichle + De-Massari

In Vorbereitung der künftigen 4PPoE-Norm hat die für Verkabelungsnormen zuständige CENELEC/TC 215 exemplarische Temperaturmessungen mit einer Einspeisung über alle vier Aderpaare an Kabelbündeln vorgenommen und hierzu einen standardisierten Aufbau zur Reproduzierbarkeit der Messungen entwickelt. Die Arbeitsgruppe sollte auf dieser Basis Anforderungen und Empfehlungen für den Betrieb von Fernspeisung mit Verkabelungen der Klasse D und höher formulieren. Thomas Wegmann stellte

Die Erwärmung von gedämmten und gekühlten Datenkabeln im Bündel nach CLC/TR 50174-99-1:2015

Darüber hinaus sind proprietäre PoE-Techniken verfügbar, die schon heute diese Leistungen bieten. Für den Anwender heißt das aber: Er benötigt für die Einspeisung die Switches und Midspan-Devices des Herstellers und muss darauf vertrauen, dass auch hier Resistive Power Discovery betrieben wird, um Geräte zu schützen, die nicht für die jeweilige Technik ausgelegt sind.

So brachte 2011 Cisco die UPoE-Technik (Universal PoE) auf den Markt, die Endgeräte über alle vier Aderpaare mit je 700 mA speist und dabei auf maximal 54 W kommt. Damit lassen sich auch Drucker oder Laptops versorgen.

Risiken bei der Verkabelung

Für die Fernspeisung von Geräten der Unterhaltungselektronik entwickelte eine Allianz aus Herstellern wie LG, Samsung und Sony die PoH-Technik (Power over HDBase-T). Sie basiert auf PoE+, speist aber alle vier Aderpaare jeweils mit 1 A. PoH bietet zum Beispiel für Blu-ray-Player und Beamer eine maximale Broadcast-Übertragungsrate von 1 GBit/s und eine Spannungsversorgung von bis zu 100 W.

Es sind also schon heute Fernspeisungen übers Datennetz realisierbar, die eine Vielzahl moderner IT-Endgeräte abdecken und den konventionellen 230-V-Netzanschluss obsolet machen. Wer sich das für sein Netz überlegt, sollte aber laut Thomas Wegmann, PoE-Experte der DKE (Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE), folgende drei Aspekte bei der Verkabelung berücksichtigen:

1. Die maximale Betriebstemperatur bei Datenkabeln kann durch die Beaufschlagung mit Gleichstrom überschritten werden.
2. Das Stecken und Ziehen zum Beispiel von Patch-Kabeln unter Last kann die Kontakte der RJ45-Verbinder beschädigen.
3. Die Kabelerwärmung führt zu einem Dämpfungsanstieg der Übertragungsstrecke und erhöht die Bitfehlerrate auf dieser Strecke. Die maximale Länge der Übertragungsstrecke ist somit temperaturabhängig.

die ersten Ergebnisse der Arbeitsgruppe im Dezember 2015 auf der 22. ITG-Fachtagung des VDE in Köln vor.

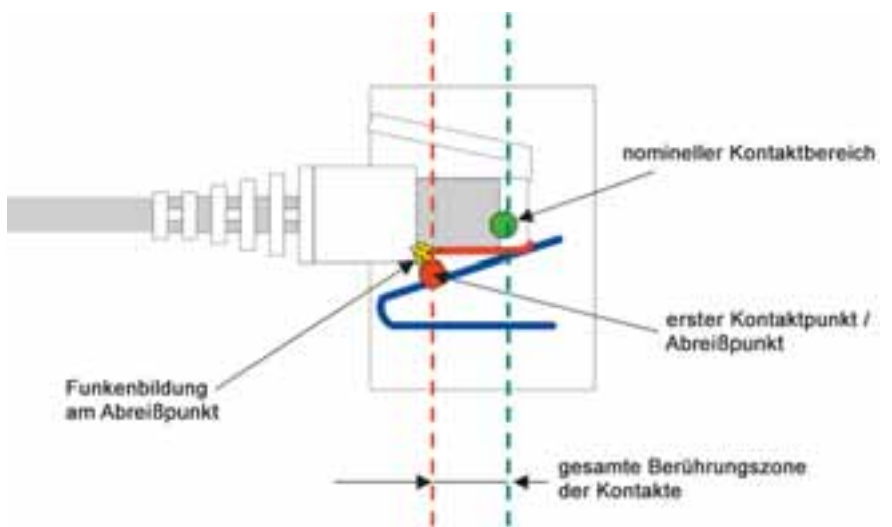
Diese Messungen mit einer Einspeisung über alle vier Aderpaare ergaben, dass die Temperatur des Bündels proportional zur Anzahl der Kabel steigt: Bei einem Bündel mit 37 Kabeln ist der Temperaturanstieg rund 20 % höher als bei einem mit 24 Kabeln. Bei Bündeln mit bis zu 24 Kabeln kann man vereinfachend eine konstante Erwärmung aller Kabel im Bündel annehmen.

Werden die Kabel allerdings über belüftete Wege geführt, steigt die Temperatur nur halb so stark an wie bei nicht belüfteten Wegen. Gedämmte Kabelwege können dagegen eine Erwärmung bis um den Faktor 6 erreichen. Zudem zeigte sich, dass S/FTP-Kabel sich deutlich weniger stark erwärmen als ungeschirmte.

Einfluss auf die Steckverbinder

Ferner ermittelte die Gruppe, dass die Steckverbinder bei 60° C für einen Dauerbetriebsstrom von 0,75 A je Leiter ausgelegt sein müssen. Insbesondere bei Ziehen unter Last ist nicht auszuschließen, dass die Kontakte beschädigt werden, wenn die Stromstärke je Leiter 300 mA übersteigt oder häufiges Ziehen unter Last zu erwarten ist.

Quelle: Reichle + De-Massari



Aufbau eines RJ45-Stecker-Buchse-Paares, das sich besonders gut für PoE-Übertragungen eignet

POWER OVER ETHERNET

Denn dabei entsteht ein Abreißfunke, der punktuell ein Plasma mit extrem hoher Temperatur erzeugt. Das beschädigt die Kontakte an Buchse und Stecker.

Die Messergebnisse sind im technischen Bericht CLC/TR 50174-99-1:2015 dokumentiert und als Beiblatt 1 zur DIN EN 50174-2 (VDE 0800-174-2) veröffentlicht. Daraus kann man laut Thomas Wegman einige praktische Hinweise entnehmen.

Empfehlungen für Neuinstallationen: Kabelbündel auf höchstens 24 Kabel begrenzen, Zwischenräume zwischen einzelnen Kabelbündeln vorsehen, Kabelwegsysteme verwenden, die eine natürliche oder gezielte Lüftung ermöglichen und dabei die in DIN EN 50174-2, Abschnitt 6 genannten Trennabstände einhalten, außerdem die Länge der Kabelwege und -systeme sowie die Installationsart dokumentieren.

Empfehlungen für bestehende Installationen: Dämpfungserhöhungen durch Kabelerwärmung vermeiden, eine Beschädigung der installierten Verkabelung vermeiden, gegebenenfalls mit Zwangsbelüftung arbeiten und die eingespeiste Gesamtleistung nach Tabelle 2 CLC/TR 50174-99-1:2015 berücksichtigen.

Leiterquerschnitt und lange Kontaktflächen

Auch die Entwickler von Reichle & De-Massari haben sich mit der Thematik 4PPoE befasst und kamen bei ihren Messungen im firmeneigenen Labor zu ähnlichen Empfehlungen. Bei der Wahl der Kabeltypen wird das Unternehmen konkreter als die technische Dokumentation:

Es empfiehlt, Kabel mit größerem Leiterquerschnitt zu verwenden, als für die gewählte Kategorie notwendig wäre. So könne weiterhin die maximale Link-Länge genutzt werden. Rechenzentren sollten für Gigabit-Ethernet-Verbindungen lieber ein Kategorie-6-Kabel (AWG23) als ein Cat-5e-Kabel einsetzen beziehungsweise für 10-Gigabit-Ethernet-Strecken ein Cat-7_A-Kabel anstatt eines Cat-6_A-Kabels. Zudem solle man Kabeltemperaturen über 60° C vermeiden, selbst wenn das Dämpfungsbudget dies zuließe.

Darüber hinaus gibt das Unternehmen in seinem Whitepaper zum Thema noch den Hinweis, dass bei Patch-Kabeln im Verteilerschrank durchaus mächtige Kabelbündel entstehen können. Auch in diesen Bündeln sollte die Maximaltemperatur von 60° C nicht überschritten werden. Berechnungen hätten gezeigt, dass mit der Einführung von 4PPoE die Patch-Kabel einen Leiterquerschnitt von mindestens AWG26 benötigen werden.

Zum Thema Steckverbinder und Abreißfunke empfiehlt das Unternehmen IDC-Steckverbinder mit langen Kontaktflächen. Dabei wird der Verbindungs- bzw. Trennbereich, in dem der Abreißfunke entstehen kann, durch eine möglichst lange Schleifzone vom tatsächlichen Kontaktbereich für die Datenübertragung getrennt. Das Whitepaper „More Power over Ethernet: 4PPoE – parameters for network planning“ gibt es gegen Angabe der Kontaktdaten auf www.rdm.com zum Download.

*Dipl.-Ing. Doris Piepenbrink,
freie Journalistin, München*

Hersteller & Dienstleister hochwertiger IT-Infrastrukturen für Ihr RZ- und Office-Umfeld

ENVIMonitor das DCIM-Monitoring für Ihr DataCenter

dtm.group
IT MANIFAKTUR

DEUTSCHER RECHENZENTRUMSPREIS 2015

ENVIMonitor

Alarm

0.92

1.3 PUE

95 db

2.6 m/s

1.1 A

70%

0.97 DCIE

4.2°C

+47°C

100.1 kWh

1.9 kW

Lückenlose Beratung, Planung und Ausführung energieeffizienter Rechenzentren

dtm group_ Benzstr.1_ 88074 Meckenbeuren_ www.dtm-group.de_ info@dtm-group.de_ Tel +49 7542 9403 0_ Fax +49 7542 940 3 24

Echte Daten ergeben brauchbare Anwendungen

Virtualisiertes Datenmanagement und DevOps sind komplementäre Konzepte

Daten zugänglich, gleichzeitig aber auch sicher zu speichern, ist ein heikler Balanceakt, der aufgrund redundanter Datenkopien, steigender Datenmobilität und zunehmender hybrider Cloud-Umgebungen immer schwieriger wird. Virtualisierung in Kombination mit DevOps bietet hier einen praktikablen Lösungsweg.

Beis zur Produktionsreife einer neuen Version oder einer komplett neuen Anwendung durchlaufen viele Unternehmensdaten eine lange Reihe von Bearbeitungsprozessen. Sobald die Entwicklungsteams überzeugt sind, alle Anforderungen zu erfüllen, werden UATs (User Acceptance Tests) oder Vorproduktions- bzw. Staging-Tests geplant. Über den IT-Betrieb bekommt die Entwicklungsabteilung die erforderliche Infrastruktur aus Rechen-, Speicher- und Netzwerkressourcen sowie physische Kopien von Produktionsdatensätzen zur Verfügung gestellt, die im Idealfall identisch mit denen der Produktion sein sollten.

Bei herkömmlichen Storage-Konzepten ergeben sich auf diese Weise separate Datensilos für typische Einsatzzwecke wie Analyse, Backup, Entwicklung, Tests etc. Dies bedeutet: Es gibt immer mehr Kopien der Produktionsdaten, die meist nicht durch Data Masking geschützt oder mittels Audit Tracking kontrolliert werden können. Jede neue physische Datenkopie vergrößert aber die Angriffsfläche für Cyberkriminelle und Industriespione. Je weniger Datenkopien im Umlauf sind, desto besser.

Zentral kontrolliertes Datenmanagement

Die Kontrolle über sensible Daten zu behalten, beginnt mit dem Abbau überzähliger physischer Datenkopien. Mit der Virtualisierung von Datenkopien lässt sich das einfach umsetzen, gleichzeitig erhält man nahezu in Echtzeit Zugang zu allen Produktionsdatensätzen.

Die komplette Datenverwaltung übernimmt hierbei eine zentrale Copy-Data-Management-Plattform – anstelle von mehreren redundanten Einzelsystemen (wie beim herkömmlichen Ansatz). Bei der zentralen Verwaltung virtueller Datenkopien wird für die Entwicklung eine Vielzahl von Kopien nur einer einzigen physisch vorgehaltenen Masterkopie bereitgestellt, was Zeit und Ressourcen spart. Der Zugriff auf virtuelle Datenbank- und Produktionsumgebungen ist nach dem Self-service-Prinzip nahezu in Echtzeit möglich, sodass Daten in hoher Qualität schnell zur Verfügung stehen. Auch die Sicherung von Test- und Entwicklungsumgebungen erfolgt auf diese Weise.

Darüber hinaus ergibt sich eine verbesserte Kontrolle des Zugriffs auf die Daten, da keine physischen Mehrfachkopien in möglicherweise schlecht gesicherten Datensilos gespeichert werden. Außerdem ist wesentlich weniger Speicherplatz nötig. So kann man das Wachstum an Produktionsdaten elegant abfangen, ohne dass das Unternehmen in Speicherkapazitäten im eigenen Rechenzentrum oder in zusätzliche Cloud-Ressourcen investieren müsste.

Copy-Data-Management und DevOps

Besonders interessant wird Copy-Data-Management in Kombination mit dem DevOps-Ansatz. DevOps bringt die IT-Teams für Entwicklung (Development) und operativen Betrieb (Operations) näher zusammen. Es ist ein Ansatz in der Software-Entwicklung, der Kommunikation, Zusammenarbeit, Integration und Automatisierung abteilungsübergreifend stärken soll. Ziel dabei ist es, durch DevOps-Maßnahmen die Geschwindigkeit und Qualität der Anwendungsentwicklung zu erhöhen. Doch dazu sind Daten in höchster Qualität erforderlich.

Anhand der Verwaltung von Testdaten lässt sich das gut veranschaulichen: Normalerweise müssen Entwickler für ein neues Projekt eine physische Kopie der Produktionsdaten anfordern. Danach gilt es, Rechenleistung und Speicherplatz zur Verfügung zu stellen. Die typische Prozessdauer erstreckt sich somit auf mehrere Wochen. Hinzu kommt aber noch ein weiteres Problem: Angenommen, die erste Produktionsdatenkopie steht zur Verfügung, dann wären nun zusätzliche physische Kopien für Prototypenerstellung, Qualitätssicherung, Benutzertests etc. nötig – und dies kostet wiederum Zeit und Speicher.

Copy-Data-Management hilft bei der Automatisierung solcher Workflows und ermöglicht On-Demand-Datenbereitstellung oder Selfservice-Datenzugriffe auf virtuelle Kopien in wesentlich kürzerer Zeit. Beim Einsatz von DevOps ist Datenvirtualisierung daher eine ideale Ergänzung, die eine beschleunigte Entwicklung, Prüfung, Freigabe und Aktualisierung der Anwendungen ermöglicht. Bei Anwendungen in modernen Unternehmen stehen Aspekte wie Geschwindigkeit, Qualität, Kontrolle und Kosten im Vordergrund – dieser Herausforderungen nimmt sich DevOps an. Geschwindigkeit ist von grundlegender Bedeutung für die Wettbewerbsfähigkeit und für die Marktpositionierung. Qualität ist entscheidend für die erfolgreiche Umsetzung und eine langfristige Rentabilität. Eine effiziente Kontrolle über Datensicherheit, Datenzugriff und Datennutzung ist die Voraussetzung für einen sicheren IT-Betrieb. All dies soll zu guter Letzt noch dem IT-Budget gerecht werden. Copy-Data-Management macht es wesentlich einfacher, diese Herausforderungen zu meistern.

Zugriff auf vollständige Produktionsdaten

Der schnelle Zugriff auf Produktionsdaten ist nach wie vor eine der größten Herausforderungen in der Entwicklung. Um Verzögerungen zu vermeiden, greifen Entwickler häufig auf abgespeckte Datensätze zurück. Wenn die Anwendung von der Entwicklung über das Qualitäts-

Netzwerkinfrastruktur auf einen Blick:

Das Patch Management System von METZ CONNECT

Das Unternehmenswachstum spiegelt sich in schnell wachsenden Kommunikationslandschaften wider, was Unternehmen und Organisationen zunehmend von der physikalischen Netzwerkinfrastruktur abhängig macht.

Das steigende Wachstum der Infrastruktur hat oftmals eine mangelnde Übersichtlichkeit und eine aufwendige manuelle Dokumentation des Netzwerkes zur Folge.

Fehlende Informationen bzgl. der Ressourcenauslastung im Netzwerk, wie beispielsweise über die Anzahl der belegten und ungenutzten Ports, führen zu einer nicht optimal genutzten Kapazität und damit ggf. zu erhöhten Investitionskosten.

Des Weiteren erfordern Netzwerke eine hohe Verfügbarkeit und Ausfallsicherheit. Die meisten Ausfallzeiten im Netzwerk sind oftmals der physikalischen Infrastruktur bzw. der ungenügenden Nachvollziehbarkeit der Patch-Vorgänge geschuldet.

Bei der Verwaltung, Überwachung, Dokumentation, Planung, Fehlersuche und Fehlerbehebung der Netzwerkinfrastruktur spielen hohe Betriebskosten und der administrative Aufwand eine erhebliche Rolle. Eine Lösung zur Steigerung der Effizienz in der Verwaltung der Netzwerkinfrastruktur ist dabei ein intelligentes Infrastruktur- bzw. Patch Management System.

Das Patch Management System besteht aus einem PM Controller, PM Patchpanel (Kupfer oder LWL) sowie PM Patchkabel (Kupfer oder LWL) und einem Softwareprogramm zur Verwaltung.

Das PM Patchkabel C6_A mit integrierten RFID-Tags ermöglicht die permanente, kontaktlose Überwachung aller Ports in einem „intelligenten“ Patchfeld mit RJ45-Steckverbindern. Für die eindeutige Identifizierung wird ein RFID-Tag in einem Träger an den Steckern montiert und werksseitig mit den wichtigsten Informationen beschrieben. Das aktive Erfassen und Übermitteln der Informationen erfolgt über die Sensorleiste an den PM Panels.

Die PM Panel RJ45 24 Port und 48 Port gelten grundlegend als Modultäger für die modularen RJ45 Anschlusseinheiten. Die bereits integrierte oder nachrüstbare Sensorleiste am PM Panel ermöglicht es, die einzelnen Ports auf Verbindungen mit den PM Patchkabeln zu überprüfen und deren Informationen zu erfassen. Das PM Panel ist daher in der Lage, den Zustand der Ports zu überwachen, Änderungen zu erkennen, über integrierte LEDs aktiv zu signalisieren und die Informationen an

den PM Controller zu übergeben. Patchfelder ohne Sensorbar sind nachrüstbar.

Der PM Controller dient als zentrale Kommunikationsschnittstelle. Er verfügt über eine integrierte Datenbank, ein webbasiertes Konfigurationstool und dient als Gateway zwischen Sensorleiste und der PM Software. Über einen PM Controller können bis zu 80 Sensorleisten verbunden und gleichzeitig verschiedene Applikationen über diverse I/O-Schnittstellen integriert werden. Das ermöglicht neben dem Patch Management völlig neue Möglichkeiten der Überwachung von Verteilerschränken an verschiedenen Standorten in unterschiedlichen Dimensionen. Dies sind zum Beispiel die Temperaturüberwachung, die Türkontrolle zur Zutrittsreglementierung oder Leakage-Sensoren für erhöhte Sicherheit an Filialen oder in Firmengebäuden, bei denen spezielle Lösungen für Rechenzentren möglicherweise überdimensional wären.



METZ CONNECT Patch Management System

Die Informationen werden über Verbindungen in den Racks mit Hilfe der Hardware automatisiert gesammelt, dokumentiert, in einer integrierten Datenbank abgelegt und an eine übergeordnete Managementsoftware gesendet. In dieser PM Software wird die PM Hardware sowie die komplette Netzwerkinfrastruktur visuell dargestellt, dokumentiert und verwaltet. Mit der PM Software können dadurch alle dokumentierten Verbindungen, überwacht und auf Fehler geprüft und Änderungen der Verbindungen geplant, sowie zu einem definierten Zeitpunkt mittels „Work-Orders“ ausgelöst werden. Mit Hilfe dieser eigenständigen Hardware, können die Verteilerschränke an unterschiedlichen Standorten überwacht, an einer zentralen Stelle visualisiert und verwaltet werden bzw. standortunabhängig überall auf einer Software dargestellt und verwaltet werden.

Neben der kupferbasierten Lösung, wird das System auch in einer Lichtwellenleiter Version in LC-D angeboten.

Über METZ CONNECT

Das persönliche Engagement der Gründerfamilie prägt den internationalen Erfolg der unabhängigen, mittelständischen Unternehmensgruppe METZ CONNECT, die zusammen mit ihren Tochterunternehmen die Unternehmensziele mit einem hohen Maß an Verantwortungsbewusstsein verfolgt. Innovationsstärke, leistungsfähige Prozesse und partnerschaftliche Beziehungen kennzeichnen die METZ CONNECT-Gruppe seit Jahrzehnten. METZ CONNECT bietet ein breit gefächertes, innovatives Produktportfolio mit hochspezialisierten Steckverbinder-Komponenten, die durch höchste Qualität überzeugen. Die Gruppe verfügt über Produktions- und Vertriebsstandorte in Deutschland, der Schweiz, Ungarn, Frankreich, den Niederlanden, den USA, China und Hongkong und kooperiert mit Vertriebspartnern in weit über 20 weiteren Ländern. METZ CONNECT beschäftigt weltweit ca. 800 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter.



METZ CONNECT GmbH

Im Tal 2
78176 Blumberg
Germany

Weitere Informationen über das Patch Management System unter www.metz-connect.com.

management bis zum endgültigen User Acceptance Test (UAT) weitergereicht wird, können jedoch immer wieder Qualitätsprobleme auftreten. Bei solchen Problemen sind die reduzierten Datensätze häufig der Knackpunkt, etwa wenn ein 500-GByte-Datensatz verwendet wird, um eine eigentlich 5 TByte große Datenbank abzubilden.

Ein einfaches Beispiel aus der Versicherungsbranche: Ein Versicherer plant, eine neue Broker-Anwendung zu entwickeln. Das abgespeckte Datensample gibt jedoch nicht die tatsächliche Segmentierung der Broker und der geografischen Regionen wieder. Das wird aber erst entdeckt, wenn zur Endprüfung ein vollständiger Datensatz vorliegt – was schließlich das gesamte Projekt an den Anfang zurückwirft. Um hohe Qualität im Endprodukt zu erreichen, müssen eben Test- und Entwicklungsumgebungen so weit wie möglich dem Endprodukt der Produktion entsprechen, einschließlich der verwendeten Datensätze.

Diese Vorgehensweise funktioniert ebenso, wenn etwa der Produktionssupport Fehler in einer aktiven Kundenkontaktanwendung reproduzieren und beheben muss. Eine zeitnahe Kopie lässt sich auch hier schnell erstellen, um rasch die Ursache zu ermitteln und die Probleme zu beseitigen.

Fein abgestimmte Zugriffsrechte

Mit kompletten Produktionsdatensätzen erzielen Entwickler also vollständigere und genauere Ergebnisse. Andererseits haben die enthaltenen sensiblen Daten keinerlei Einfluss auf den Entwicklungsprozess. Aus Sicherheits- und Datenschutzgründen sollten diese Daten daher automatisch ausgeblendet werden, bevor Entwicklungs- und Qualitätssicherungsteams Zugang zu ihnen erhalten. Eine moderne Lösung der Verwaltung virtueller Datenkopien ermöglicht es, eine rollenbasierte RBAC-Zugriffssteuerung (Role-based Data Access Control) zu nutzen. Damit lässt sich exakt regeln, wer Zugriff auf welche Datensätze auf dem Testserver bekommt. Von Vorteil kann auch ein Audit-Pfad sein, der komplett automatisiert ist und selbstständig aktualisiert wird.

Dies alles ist Teil des Workflows einer effizienten Copy-Data-Management-Lösung: Ein mit den nötigen Zugriffsrechten ausgestatteter Administrator erstellt spezifische Skripts und Zeitpläne und definiert den Server für die Datenmaskierung. Dann wird ein Image auf dem Server gemountet und das Maskierungsskript aufgerufen. Alle zugänglichen virtuellen Kopien können nun von der maskierten Version erstellt werden. Bei einer Aktualisierung der Datenbank werden inkrementelle Änderungen dann ebenfalls maskiert. Damit wird gewährleistet, dass nur sichere Kopien in Entwicklung und Qualitätssicherung eingesetzt werden.

Regelkonforme Datenspeicherung

Ein weiterer sicherheitstechnischer Aspekt des Datenmanagements ergibt sich aus den unterschiedlichen branchenspezifischen Richtlinien. Beispielsweise können Vorschriften in der Finanzbranche es erfordern, eine Datenbank oder Anwendung zu einem bestimmten Punkt im Zeitablauf für forensische Untersuchungen oder Analyse Zwecke zu reproduzieren. Für jede einzelne Anwendung kann hier eine Copy-Data-Management-Lösung eingesetzt werden, um Images vorzuhalten, für die kurzfristige Historie oder – dedupliziert und komprimiert – für die langfristige Aufbewahrung. Benutzer können danach in der Zeit zurückgehen, um einen Datensatz von jedem beliebigen Zeitpunkt wiederherzustellen.

Alle Funktionen für eine sichere und effiziente Entwicklung sind auch für Remote- oder Cloud-Entwicklung verfügbar, einschließlich der Replikationsoptimierung, kontinuierlicher Updates und einer automa-

tisierten Datenmaskierung. Das bedeutet, dass diese Funktionen sogar an entfernten Firmenstandorten, bei einem Service-Provider oder in der Public Cloud zur Verfügung stehen. In einigen Nutzungsfällen können auch Service-Provider von den verfügbaren APIs profitieren, um die Funktionalität der Copy-Data-Management-Lösung in ihre eigenen Portale zu integrieren. Dies hilft bei der Einrichtung eines einfachen Service-Zugangs und ermöglicht den Kunden eine bessere Kontrolle über ihre Daten, was der DevOps-Ansatz ja ebenfalls erleichtern soll.

Mehrfache Kostenvorteile

Natürlich sind auch die Kosten bei der Anwendungsentwicklung ebenso wie bei der Datenspeicherung ein wesentliches Argument. Wenn es um IT-Ausgaben geht, gilt nur zu oft der Grundsatz „Mit weniger mehr erreichen“. Denn ohne zwingende Not gibt es selten eine Aufstockung für das IT-Budget. Genau das treibt aber auch die Suche nach Möglichkeiten für mehr Effizienz voran. Die Umsetzung des DevOps-Modells in Kombination mit Datenvirtualisierung bietet eine sehr effektive Möglichkeit, um die Zeit bis zur Produktionsreife zu verkürzen, gleichzeitig aber auch die Anwendungsqualität zu verbessern und insgesamt Kosten zu sparen.

Tatsächlich reduzieren sich die Kosten in mehrfacher Hinsicht: geringere Personal- und Kapitalkosten, keine Folgeaufwendungen aufgrund von Verzögerungen und keine zusätzlichen Kosten wegen unnötiger Komplexität. Am wichtigsten in den Augen vieler Unternehmer sind die grundsätzlich geringeren Kosten durch die Zeiteinsparung. Und da neue Software-Releases in kurzer Zeit zur Verfügung stehen, profitieren die Unternehmen davon auch schneller.

DevOps und Datenmanagement im Duo

Ein Vergleich mit der Ära von VMware und der Netzwerkvirtualisierung zeigt interessante Parallelen: So erschienen am Anfang die Einsparungen und Vorteile durch die Virtualisierung mit VMware geradezu unglaublich. Die Überzeugungsarbeit war schnell geleistet, und die IT-Welt veränderte sich ein weiteres Mal nachhaltig. Ähnliches passiert nun, wenn es um die Virtualisierung von Datenkopien geht. Der Effekt ist noch eindrucksvoller, wenn virtualisiertes Datenmanagement als fester Bestandteil des Storage-Konzepts umgesetzt wird und in ein DevOps-Modell eingebunden ist.

Anwendungsentwicklung und Datenmanagement sind komplexe und anspruchsvolle Aufgaben. Mit Zugriff auf mehrfache Datenkopien nahezu in Echtzeit lassen sich Qualitätsprobleme und Verzögerungen wesentlich reduzieren. Weil dank der Virtualisierung auch der Speicherverbrauch deutlich geringer ausfällt, können Anwendungen auf maximale Skalierbarkeit, Konsistenz, Automatisierung und Nutzbarkeit hin entwickelt werden. Das wiederum ermöglicht es, mit DevOps-Maßnahmen die Qualität zu verbessern, während gleichzeitig die Entwicklungs- und Release-Zyklen beschleunigt werden. Virtualisiertes Datenmanagement und der DevOps-Ansatz profitieren also maximal voneinander.

Die Umsetzung eines neuen Storage-Konzepts basierend auf Copy-Data-Management trägt maßgeblich dazu bei, von den Vorteilen, die der Einsatz von DevOps in der Theorie verspricht, in der Praxis Nutzen zu ziehen. Unternehmen können ihre Storage-Infrastruktur schlanker und flexibler gestalten. Davon profitieren alle beteiligten Abteilungen – und letztlich das ganze Unternehmen: durch weniger arbeitsintensive Prozesse, geringere Kosten, höhere Datensicherheit und schnellere Produktionsreife geschäftskritischer Anwendungen.

*Dirk Neumann,
Gründer und Vorstand Assistra Cloud Services GmbH*

Verkabelung über Technologiesprünge hinweg

Beim Neubau sind Trassenbelegungen von höchstens 40 % zu planen

Rechenzentren zukunftssicher zu planen, ist derzeit nicht leicht. Das gilt auch für die Verkabelung. Die Datenraten steigen, die Workloads ändern sich und neue Standards sind in Arbeit. Und bei alledem muss die Planung neue Normen wie die DIN EN 50600-X berücksichtigen. Wie schafft man jetzt Redundanz?

Die Normenreihe DIN EN 50600-X wurde erstellt, um Planern und Rechenzentrumsbetreibern für die gewerkeübergreifende Planung und Modernisierung von Rechenzentren einen Leitfadens an die Hand zu geben. Das beginnt mit der Risikoabschätzung und ermöglicht auf dieser Grundlage eine Klassifizierung des RZs und der einzelnen Gewerke bezüglich Verfügbarkeit, Sicherheit, Energieeffizienz und operativer Exzellenz. Über die Einstufung ergeben sich Vorgaben für die Auswahl und Auslegung der Komponenten. Zudem unterstützen Designbeispiele bei der Planung des Rechenzentrums. Die Normenreihe setzt sich zusammen aus EN 50600-1 (Allgemeine Konzepte), EN 50600-2-1 (Gebäudekonstruktion), EN 50600-2-2 (Energieversorgung), EN 50600-2-3 (Klimatisierung), EN 50600-2-4 (Infrastruktur der Telekommunikationsverkabelung), EN 50600-2-5 (Sicherheitstechnik) und EN 50600-2-6 (Management und Betrieb).

Infrastruktur nach EN 50600-2-4

Die ITK-Verkabelung ist unter der EN 50600-2-4 gefasst, die CENELEC 2015 veröffentlicht hat. Über sie lassen sich die jeweiligen Verkabelungsarten und -architekturen entsprechend den vier Verfügbarkeitsklassen definieren. Zudem ergeben sich daraus die Anforderungen und Spezifikationen für Trassen und Räume. Die Norm umfasst gewerkeübergreifend die strukturierte IT-Verkabelung für den RZ-Betrieb (NOC) mit Verweis auf EN 50173-2, die strukturierte IT-Verkabelung für die IT-Funktion des Rechenzentrums (Networking und Storage) mit Verweis auf EN 50173-5, die strukturierte Telekommunikationsverkabelung zur Überwachung und/oder Kontrolle der Gebäude- und Sicherheitsfunktionen (GLT) mit Verweis auf EN 50173-6 sowie die strukturierte anwendungsspezifische Verkabelung.

Ein RZ mit Verfügbarkeitsklasse 2 (99,9 % Verfügbarkeit) kommt mit einer einfachen, fest installierten IT-Verkabelung ohne Redundanzen aus. Rechenzentren ab der Verfügbarkeitsklasse 3 (99,99 % Verfügbarkeit) benötigen zwei und mehr Versorgungswege für die IT-Verkabelung sowie eine N+1-Redundanz für die Verkabelung, um die Wartung im Betrieb zu ermöglichen.

Zyklen von Aktiv- und Anschlusskomponenten

Ende 2015 fand in Köln die ITG-Fachtagung „Kommunikationsnetze“ des VDE statt. Zu diesem Anlass gab Pius Albisser, Senior Engineer Data Centre Solutions bei Dätwyler, ein paar praxistaugliche Tipps zur ITK-Verkabelung in Rechenzentren. Sein Credo: Bei der IT-Verkabelung

sollte nicht gespart werden. Denn der Betreiber müsse im aktiven Bereich (Server-, Switch-, Storage-Architekturen) alle drei bis fünf Jahre mit einem Technologiewandel rechnen. Die Verkabelung mache im Gesamtbudget für die Errichtung eines RZs nur etwa 10 % der Kosten aus, solle aber zwei bis drei Technologiesprünge überdauern. Und Betreiber, die in teure Hochleistungs-Switching-Fabrics investieren, sollten diese auch an eine entsprechende Verkabelung anbinden. Wer hier zum Beispiel bei den Anschlusskomponenten spare, müsse im späteren Betrieb insbesondere bei zahlreichen Adds, Moves and Changes mit Leistungseinbußen rechnen. Kupfer- und LWL-Kabel sollten Bandbreitenreserven bieten.

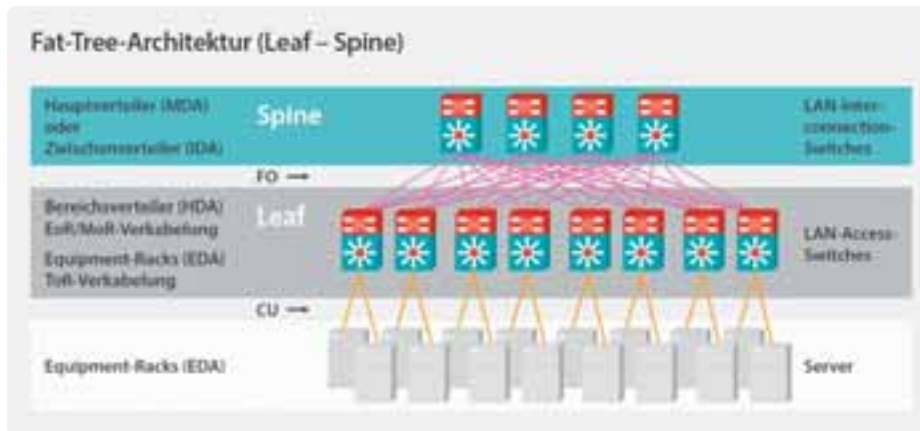
Einfluss von Switching-Architekturen

Rechenzentren werden heute nach Einschätzung von Albisser häufig mit flachen 2-Tier-Netzwerkarchitekturen und Hochleistungs-Switching-Fabrics ausgestattet. Dafür seien deutlich mehr verkabelte Links als bei der klassischen 3-Tier-Netzwerkarchitektur notwendig. Die Fabric-Modelle werden hoch performant und meistens blockierungsfrei gebaut und benötigen mehr verkabelte Links zwischen Interconnection- und Access-Switches. Zudem müssen sie für höhere Übertragungsraten ausgelegt sein als in einer traditionellen Architektur.

Ein Access-Switch mit 24 blockierungsfrei arbeitenden 10-GBit/s-Ports benötigt nach Einschätzung von Pius Albisser mindestens sechs 40-GBit/s-Uplinks zu den Interconnection-Switches. Das müsse bei der Planung der Verkabelung berücksichtigt werden. Hier gab Albisser noch einen Tipp am Rande: Gerade bei High-Performance-Komponenten sollte der Betreiber darauf achten, dass die Systeme miteinander harmonisieren und sich nicht gegenseitig blockieren. Wenn möglich, sollten die Switches vom selben Hersteller kommen. Müssen bestehende Geräte integriert werden, sollte das Zusammenspiel vorab getestet werden.

Leitungswege und Cross-Connects

Die Architektur und die Verfügbarkeitsklasse der Verkabelung wirken sich stark auf die Anzahl der Verkabelungsstrecken aus. Das gilt nicht nur für die Netzwerkverkabelung, sondern gleichermaßen für die Storage-Anbindung. Auch hier bilden sich durch Virtualisierung und Cloud Computing neue Architekturen zum Beispiel mit Flash-Speichermedien aus. Mit der Architektur verändern sich die Leitungswege, Trassen und Trassenbelegungen. Dies sollte bei der Planung vorausschauend berücksichtigt werden.



Quelle: Dätwyler

4 lanes) der PSM4 MSA Group. Mitglieder im Multi-Source Agreement sind hier unter anderem Brocade, Finisar, Juniper und Microsoft. Mit PSM4 werden je 25 GBit/s über vier parallele Single-Mode-Fasern übertragen (maximale Distanz: 500 m). Pius Albisser findet BiDi interessant für Rechenzentren, die noch nicht mit Paralleloptik und MTP-Anschlüssen arbeiten und die vorhandenen Leitungen weiter nutzen wollen. Die Technik basiert auf Duplex-Multimode-Verbindungen und überträgt 2×20 GBit/s über zwei Wellenlängen. Der Nachteil dabei ist die Herstellerabhängigkeit bei Transceivern und Endgeräten.

Die Switching-Architektur beeinflusst die Verkabelung erheblich.

Damit bei späteren Änderungen nicht schon alle Trassen voll sind, gibt die Normung vor, ein RZ beim Initialausbau mit Trassenbelegungen von höchstens 40 % zu planen. Weitere Kriterien sind die Einhaltung der minimalen Kabelbiegeradien, dass Datenleitungen und Stromversorgungskabel getrennt geführt werden und dass dabei erhöhte Trennanforderungen gelten. Ebenso sollen Kupfer- und LWL-Kabel auf getrennten Leitungsführungssystemen verlegt werden. Bei Übergängen zwischen Brandschutzzonen sind Brandschotte vorzusehen.

Die aktuellen Normen präferieren eine strukturierte Verkabelung mit Cross-Connects. Das bringt Vorteile gegenüber Direktverbindungen: Die Patch-Ebene schafft Übersicht und erleichtert Änderungen. Das ist bei dicht gepackten Hochleistungsrechenzentren unverzichtbar – doch das bedeutet bis zu acht Steckerübergänge in einem Channel. Damit sind nach Einschätzung von Pius Albisser Bestwerte bei der Verbindungshardware ($< 0,2$ dB) zwingend notwendig. In der Normierung seien aber für 95 % aller Steckverbindungen 0,5 dB Einfügedämpfung, für die restlichen 5 % sogar 0,75 dB erlaubt.

Auslegung der Kupferverbindungen

Da die Datenraten weiter zunehmen werden, sollte die Verkabelung mit Bandbreitenreserve ausgelegt werden: die Kupferverkabelung für Datenraten von mindestens 10 GBit/s. Bei hoch performanten Anbindungen sollten die Distanzen zwischen zwei Patch-Feldern höchstens 26 m betragen ($2 \times 2,0$ m werden für die Patch-Kabel benötigt), damit hier gleich Kategorie-8.1-Komponenten verbaut werden können, die für Datenraten bis 40 GBit/s ausgelegt sind. Erste Produkte sollen im Frühjahr 2016 auf den Markt kommen. Es gibt auch Kategorie-8.2-Komponenten, die auf den Steckgesichtern GG45, TERA und ARJ45 basieren.

Wer sich in diesem Stadium noch nicht darauf einlassen will, kann erst einmal die Direktverbindungen mit Cat-8.1-Datenkabeln (F/UTP) oder besser Cat 8.2 (PiMF) verlegen. Diese Kabel sind für einen Frequenzbereich bis 2000 MHz ausgelegt und bereits verfügbar. Dätwyler hat zum Beispiel Cat-8.2-Daten- sowie -Patch-Kabel im Programm (CU8203 4P und CU8206 4P flex). Auch Kerpen Leoni hat mit MegaLine G20 ein Cat-8.2-Kabel im Programm. Und an diese Kabel kann der Anwender zunächst Anschlüsse nach Kategorie 6A ISO/IEC anschließen und die Module bzw. Stecker bei Bedarf austauschen.

Gerade für die LWL-Verkabelung bietet IEEE 802.3 eine Vielfalt an Möglichkeiten. Hinzu kommen neue proprietäre Lösungen wie BiDi von Cisco oder die neue 100-GBit/s-Schnittstelle PSM4 (Parallel Single Mode,

In neuen Rechenzentren sollte man aber auf Paralleloptik mit MTP-Anschlüssen setzen. Im Markt etabliert hat sich zum Beispiel 40GBase-SR4 mit 12-poligen MTP-Anschlüssen. Der im März 2015 verabschiedete Standard IEEE 802.3bm für 100GBase-SR4 basiert wie die 40G-Version auf vier Hin- und Rückkanälen und 12-poligen MTP-Anschlüssen. Hier werden jeweils 25 GBit/s über eine OM4-Faser übertragen. Finisar bietet zum Beispiel Transceiver dafür an.

Varianten der Glasfaserverkabelung

Ähnlich könnte zukünftig auch 400GBase-SR4 funktionieren, doch hier sind dann spezielle Wideband-MM-Fasern notwendig (der Normungsprozess ist momentan im Gange). Diese Technik kombiniert Wellenlängen- mit räumlichem Multiplexing. So werden bei vier parallel geschalteten Fasern in jeder Faser jeweils 25 GBit/s über vier Wellenlängen übertragen.

Für Datenraten bis 100 GBit/s bietet sich zudem der Standard 100GBase-SR10 an. Diese Lösung basiert auf 24-poligen MTP-Anschlüssen. Dabei werden jeweils 10 GBit/s über je zehn Hin- und Rückkanäle, also 20 OM4-Fasern übertragen.

Ferner ist ein 400GBase-SR16-Standard in Arbeit. Dieser wird aber nicht rückwärtskompatibel zu irgendeinem bestehenden Standard sein, sondern basiert auf einem 32-poligen Steckverbinder mit je 16 25-GBit/s-Hin- und -Rückkanälen.

Diese Aufstellung spricht dafür, bei einem zukunftsgerichteten Hochleistungsrechenzentrum heute auf 40- und 100GBase-SR4 zu setzen, auch wenn diese Lösung nicht preiswert ist.

Akribische Abnahmemessung

Manche Hersteller von vorkonfektionierten LWL-Kabeln schicken die Messprotokolle mit und sagen, es seien keine weiteren Abnahmemessungen notwendig. Doch in High-Performance-Datacentern sind End-to-End-Messungen unverzichtbar, um alle beteiligten Komponenten in ihrem Zusammenspiel zu testen. Dafür ist genügend Zeit einzuplanen, denn auch bei Mehrfachverbindern muss Link für Link gemessen werden.

Bei der Abnahme von Verkabelungen ist insbesondere bei Lichtwellenleitern große Sorgfalt notwendig. Das beginnt bei der Sichtung und Reinigung aller Steckerstirnflächen, auch und immer wieder bei den verwendeten Messkabeln. Für die Abnahme ist die Dämpfungsmessung am Permanent-Link relevant. Diese mit einem Powermeter-Lichtquellenset durchgeführten Messungen sind speditiv durchführbar und

zeigen als Resultat, ob die Einfügedämpfung (IL) und die Connectivity-Methode gemäß Vorgaben eingehalten werden. Bei Verbindungen, deren Zahl schnell mal einige Tausende erreichen kann, lohnt es sich, professionelle Messlösungen mit automatisierter Software-Unterstützung einzusetzen. Ferner muss dokumentiert sein, nach welcher Methode gemessen wurde und wie referenziert wurde.

Die besten Messergebnisse mit einer Streuung von 10 % lassen sich mit einer LED-Speisung und einem zertifizierten EF Mode Conditioner (Encircled Flux) nach ISO/IEC 14763-3 mit Bezug auf IEC 61280-4-1 erzielen. Bei den knappen Dämpfungsbudgets im RZ-Umfeld bleibt letztlich nur diese Methode, um aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten.

Performance-Test und Dokumentation

Soll ein vorhandenes RZ erweitert oder modernisiert werden, ist es sinnvoll, vorab ein Baselining zu machen. Dazu bietet sich eine Performance-Messung nach dem Teststandard RFC 2544 an. Dabei wird echter Anwendungstraffik, zum Beispiel 10-Gbit/s-Ethernet-Daten, gesendet und am anderen Ende gemessen, was ankommt. Vor einem geplanten Speed-Upgrade bietet sich sogar ein Stresstest nach RFC 2544 für alle davon betroffenen Links an. So können Störungsursachen vor dem Upgrade erkannt und behoben werden.

Das installierte Netz muss mit all seinen Komponenten dokumentiert sein, unabhängig vom RZ-Level. Wie weit die Dokumentation ge-

hen soll, schreibt die Normenreihe DIN EN 50600 jetzt vor: So ist ab Verfügbarkeitslevel 2 die Dokumentation der Änderungen sowie ein Kapazitätsmanagement notwendig. Langfristig einfacher ist eine DCIM-Lösung (Data Center Infrastructure Management), zumal diese Daten die Grundlage für viele weitere Management-Aufgaben im RZ sind. Zudem muss in Level-2-Rechenzentren mit dokumentiert werden, welche Komponenten wie stark ausgelastet sind. Da ergibt sich schon die erste Verknüpfung zu Netzwerkmanagementlösungen.

Bei Level-4-Rechenzentren ist auch ein Konfigurationsmanagement nötig. Dabei müssen alle Konfigurationselemente erkannt, aufgezeichnet und in einer Datenbank vorgehalten werden. Über ein Produktzyklusmanagement müssen für alle Komponenten im TCO-Ansatz mit Energiekosten, Investitions- und Wartungskosten erfasst sein. Außerdem sollen Aspekte wie betriebliche Zuverlässigkeit und Wartbarkeit berücksichtigt sein. Das erfordert die Einbindung in ein Überwachungs- und Ereignismanagement.

Mit der Normenreihe DIN EN 50600 ergeben sich also konkrete und sehr unterschiedliche Anforderungen an das RZ und den RZ-Betrieb. Basis ist die anfänglich erstellte Risikoanalyse: Wie wichtig ist das Rechenzentrum für den Betrieb? Wie groß ist es? Welche Anwendungen werden dort gefahren und welche Ansprüche hat der Betreiber an das Netz? Auf dieser Basis entsteht dann das maßgeschneiderte RZ-Netz. Eigentlich hätte das schon immer so sein sollen.

*Dipl.-Ing. Doris Piepenbrink,
Freie Journalistin, München*

JETZT 3 MONATE c't PLUS TESTEN

- 6 × c't als **HEFT + DIGITAL**** (inkl. PDF) für 21,30 €*
- Inklusive Geschenk: **Elektronische Parkscheibe**
- Online-Zugriff auf das c't-Artikel-Archiv
- Bereits **freitags** lesen



Für Ihre Testbestellung bedanken wir uns mit einer **elektronischen Parkscheibe**. Park Lite erkennt, ob Ihr Auto fährt oder steht, und stellt nach 20 Sekunden automatisch die Parkzeit ein.



» **HIER BESTELLEN:** ct.de/plusabo

0541/80 009 120 • leserservice@heise.de

Bitte bei Bestellung angeben: 1CEA1601

*Preis in Dt. inkl. MwSt. Auslandspreise können abweichen.

**Verfügbar für Android (Tablet, Smartphone, Kindle Fire) und iOS (iPad, iPhone)

Offene Speicherlösung mit Enterprise-Support

Das Ceph-Projekt ist derzeit der aussichtsreichste Open-Source-Kandidat

Ceph-basierte Storage-Systeme stellen auch für kleinere und mittlere Unternehmen eine Alternative zu teuren Storage Arrays dar. Zwar ist das Setup mitunter komplex, im Alltagsbetrieb punkten sie jedoch mit unkomplizierter Skalierbarkeit und hoher Ausfallsicherheit.

Wachsende Datenmengen, flexiblere Geschäftsmodelle, die eine ebenso flexible IT bedingen, private oder hybride Clouds – all diese Trends machen auch vor kleineren und mittleren Unternehmen nicht halt. Während es für die Servervirtualisierung eine große Bandbreite kostengünstiger Lösungen gibt, kann sich Storage schnell zum Kostentreiber entwickeln – oder zum Problemfall in der Administration, wenn eine nicht skalierbare Lösung gewählt wird.

Das SDS-Konzept (Software-defined Storage) verspricht, durch die Verbindung von preiswerter Standardserverhardware mit spezialisierter Software die Leistungsfähigkeit teurer herkömmlicher Storage Arrays zu erreichen. Neben der Performance sind dabei vor allem die Kriterien Skalierbarkeit und Ausfallsicherheit wichtig.

Der Markt für derartige Lösungen ist mittlerweile breit, wer aber Wert auf maximale Unabhängigkeit auch vom Software-Anbieter legt, muss auf eine Open-Source-basierte Lösung zurückgreifen. Das Ceph-Projekt ist dabei derzeit wegen seiner Funktionsvielfalt, seines Reifegrades und des stabilen Ökosystems, das um das Projekt herum entstanden ist, für die meisten Anwendungsfälle der aussichtsreichste Kandidat.

Offenes Object-Storage-Projekt

Ceph entstand im Rahmen einer Doktorarbeit, wurde 2006 Open Source und bis 2012 hauptsächlich beim US-Hoster Dreamhost weiterentwickelt. 2012 gründete Ceph-Erfinder Sage Weil das Start-up Inktank, um das Projekt unabhängig von Dreamhost voranzutreiben. Im Jahr darauf entschied sich das CERN, einen großen Ceph-Cluster mit einer Kapazität von 3 Petabyte einzurichten, der 2014 in Betrieb ging. Ebenfalls 2014 wurde Inktank von Red Hat übernommen. Vorher hatte Red Hat das Konkurrenzprojekt Gluster favorisiert; mittlerweile fährt das Unternehmen zweigleisig und versucht, Gluster für Big-Data-Anwendungen zu positionieren (vorzugsweise mit Hadoop) und Ceph für alle anderen Anwendungszwecke zu vermarkten.

Red Hat ist dabei jedoch sichtlich bemüht, den Charakter von Ceph als herstellerübergreifendes, Community-orientiertes Open-Source-Projekt mit Enterprise-Support zu bewahren. Im Herbst 2015 wurde das Ceph Advisory Board ins Leben gerufen, in dem unter anderem auch Storage-Spezialisten von Canonical, Intel, Cisco und vom CERN Einfluss auf die weitere Entwicklung nehmen sollen.

Technisch gehört Ceph zur Familie der Object-Storage-Systeme. Im Gegensatz zu datei- oder blockbasiertem Storage liegen Daten hier in Form von Objekten vor, die innerhalb eines Ceph-Clusters aus ver-

schiedenen Servern auf die dort vorhandenen physikalischen Speichermedien verteilt und redundant als sogenannte Replikate gespeichert werden. Zur Referenzierung dient ein eindeutiger Identifier des Storage-Objekts. Es gibt keine Hierarchien von Daten wie bei Dateisystemen, auch keine Adressierung über (ehemals) physikalische Parameter des Speichermediums wie Sektoren. Alles ist ein Storage-Objekt, die Software des Object-Storage-Systems legt fest, wo und wie es physikalisch zu speichern ist, wie man es wiederfindet; darüberliegende Software-Schichten kümmern sich um den Rest.

Aufbau und Architektur

Ceph hat hier den Vorteil, dass es diese zusätzlichen Software-Schichten gleich mitbringt und dass sie von Anfang an Teil des Projekts waren und nicht irgendwann zusätzlich integriert wurden. Sie ermöglichen es, diesen Objektspeicher auf verschiedene Arten anzusprechen: direkt aus einer Applikation heraus, über REST-basierte Protokolle, als Block Device oder mit einem eigenen, POSIX-kompatiblen Dateisystem.

Die Abbildung zeigt den grundsätzlichen Aufbau eines Ceph-Systems. Grundlage sind immer Reliable Autonomous Distributed Object Storage (RADOS) und die Bibliothek Librados als dessen Verbindung zur Außenwelt. Letztere erlaubt den nativen Zugriff über Sockets, zum Beispiel aus einer Applikation heraus. Das RADOS-Gateway übersetzt die Protokolle Swift und S3 in native Librados-Funktionsaufrufe. Weitere Zugriffsmöglichkeiten stellen das Rados Block Device (RBD) und ein eigenes Ceph-Dateisystem zur Verfügung.

Ceph verfolgt also einen universellen Ansatz, mit dem sich ganz unterschiedliche Einsatzszenarien abdecken lassen. Beispielsweise könnte das Backend einer eher monolithischen Web-Applikation zum Streamen von Video- oder Audiocontent direkt auf die gespeicherten Objekte zugreifen. Will man die API für Drittanbieter öffnen, bieten sich die REST-Schnittstelle und der Einsatz von Protokollen wie Swift oder S3 an. Für das, was landläufig unter Software-defined Storage verstanden wird, oder für das Aufsetzen hyperkonvergenter Systeme ist die blockbasierte RBD-Schnittstelle das Mittel der Wahl.

Cluster und virtualisierte Systeme

RBD bildet die Grundlage für die Integration von Ceph-Speicher in virtualisierte Umgebungen zum Aufbau hyperkonvergenter Systeme. Ebenso ist es die Basis für den Betrieb eines Ceph-Clusters als dedizierte Storage Appliance. Diese beiden Anwendungsfälle sind neben der ungleich

komplexeren Integration in komplette Cloud-Umgebungen wie OpenStack oder CloudStack die in der Praxis häufigsten Szenarien.

Ein Ceph-Cluster besteht üblicherweise aus nahezu beliebig vielen Storage Nodes und einer wesentlich kleineren, ungeraden Anzahl von Monitoring Nodes, die für die Überwachung und automatische Steuerung des Betriebs nötig sind. Ein einzelner Server kann auch gleichzeitig Storage Node und Monitoring Node sein, was insbesondere bei kleinen Clustern sinnvoll ist, um Hardware zu sparen. Zwar ist es theoretisch möglich, nur einen einzigen Monitoring Node zu betreiben, doch führt das zu einem Single Point of Failure. Ein hoch verfügbarer Ceph-Cluster umfasst in der Praxis also immer mindestens drei Server. Weitere Storage Nodes lassen sich unterbrechungsfrei im laufenden Betrieb hinzufügen und bei Bedarf auch wieder entfernen. Die Software sorgt automatisch für die optimale Verteilung der Storage-Objekte unter den neuen Bedingungen.

Ceph für Storage Appliances

Damit erfüllt ein Ceph-Cluster bereits alle Voraussetzungen, um als skalierbare hoch verfügbare Storage-Appliance zu dienen – jedoch nur solange man in der Linux-Welt bleibt. In der Regel soll eine solche Appliance aber für Windows- oder VMware-Server zur Verfügung stehen, und diese Systeme können mit einem Linux-Block-Device nichts anfangen.

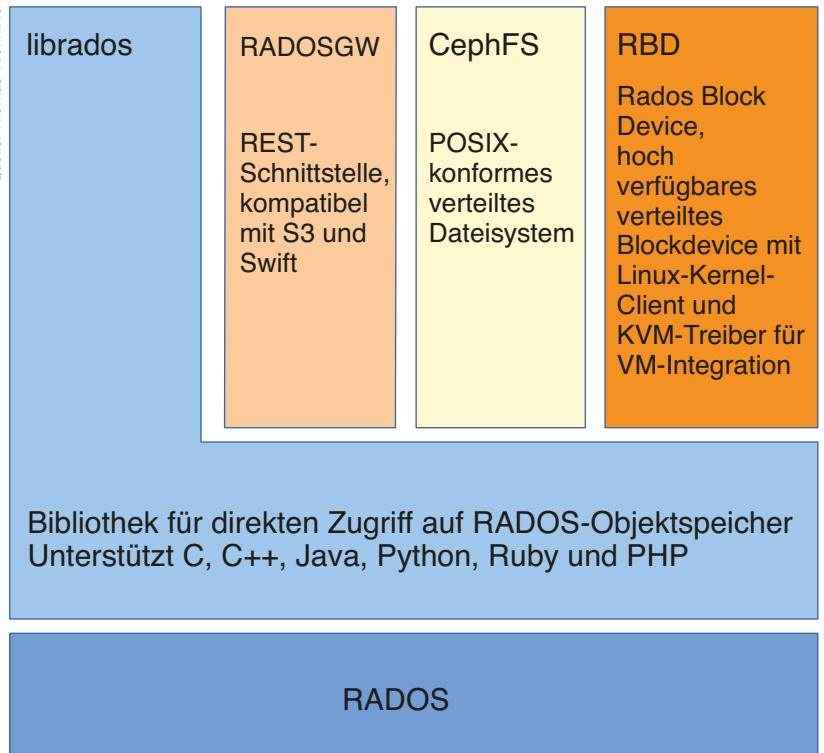
Für die Vermittlung zwischen diesen Welten bietet es sich an, das Rados Block Device als iSCSI-Target zu exportieren. Dann könnten beliebige Systeme darauf zugreifen. Dafür stehen unter Linux mehrere Optionen zur Verfügung. Die derzeit gebräuchlichste ist das Linux-IO (LIO) Target, das bereits seit 2011 Bestandteil des Linux-Kernels ist. Neben iSCSI erlaubt es auch den Export von Targets für andere Fabrics wie Infiniband oder Fibrechannel.

Hardware und Rechenleistung

Einer der wichtigsten Punkte beim Aufbau eines Ceph-Clusters ist die Auswahl und Abstimmung der Hardware-Komponenten. Die Rechenleistung der Nodes, die Qualität der verwendeten SSDs und die Geschwindigkeit der Netzwerkverbindung sind entscheidend dafür, dass keine Flaschenhälse entstehen. Leider lassen sich keine Patentrezepte zur Hardware-Konfiguration geben; sie hängt immer vom Einsatzzweck und von der Software-Konfiguration des Ceph-Clusters ab. Beispielsweise implementiert die aktuelle Ceph-Version die Technik des Erasure Coding, die ähnlich wie RAID-Levels fünf oder sechs Speicherplätze im Cluster spart, weil die Storage-Objekte nicht mehr vollständig repliziert werden müssen. Wer diese Technik einsetzt, braucht mehr CPU-Leistung für das Zerlegen und Wiederzusammensetzen der Storage-Objekte aus den sogenannten Data Chunks.

Beim Netzwerkdesign sind wiederum der Grad der angestrebten Redundanz und die Bandbreite entscheidend. In den meisten Fällen wird es sinnvoll sein, die Ceph-Nodes mit einem separaten physischen 10-Gigabit-Netzwerk für den Storage-Traffic auszustatten. Für ein vertretbares Maß an Ausfallsicherheit sollten die Switches in diesem Netz

Quelle: Thomas-Krenn-AG



Aufbau eines Ceph-Systems

redundant ausgelegt sein. Über Bonding lassen sich die Interfaces der Knoten jeweils an mehrere Switches anbinden. In anderen Fällen mag es jedoch auch genügen, das Storage-Netzwerk als virtuelles Netz zu implementieren und über dieselben physischen Schnittstellen zu betreiben wie die Verbindungen zu den Clients.

Bei der Auswahl der Storage-Medien ist natürlich das Preis-Leistungsverhältnis der wichtigste Aspekt. Wer es sich leisten kann, wird eine reine SSD-Lösung bevorzugen. Dabei sollte man jedoch außer auf die Performance-Werte auch auf eine hohe Write Endurance der SSDs achten. Selbst Enterprise-SSDs unterscheiden sich in diesem Punkt oft beträchtlich voneinander. Bei hybriden Nodes mit SSDs und HDDs können die SSDs verschiedene Rollen spielen. Meist wird man das OSD-Journal auf eine SSD schreiben, die eigentlichen Datenobjekte auf HDDs. Eine weitere Möglichkeit, die Performance zu verbessern, sind Cache-Pools aus SSDs.

Open Source im Komplettpaket

Ceph-Systeme verlangen bei der Konzeption und im Setup also relativ viel Know-how, im Betrieb bleiben sie jedoch wegen der hohen Automatisierung und der eingebauten „Selbstheilungskräfte“ meist im Hintergrund und benötigen wenig Administrationsaufwand. Für den Einstieg in die Ceph-Welt kann es deshalb sinnvoll sein, auf Produkte wie etwa Red Hat Ceph Storage oder SUSE Enterprise Storage zurückzugreifen und Installationsberatung in Anspruch zu nehmen. Diverse Hersteller bieten auch Bundles aus diesen Produkten in Verbindung mit abgestimmter Hardware an. Auf diese Weise sinkt die Einstiegshürde; die Vorteile der Offenheit der Software und niedrige Hardware-Kosten bleiben erhalten.

*Ulrich Wolf,
Manager Communications, Thomas-Krenn.AG*

Ein Katzensprung von Mumbai nach Singapur

Erst Software-Optimierung macht die Standortkonsolidierung zum Erfolg

Eine global verteiltes Rechenzentrumsnetz begegnet sowohl ökonomischen als auch technischen Herausforderungen. Zwei Punkte sind jedoch Dauerbrenner: Latenzen und Verfügbarkeit. Beides lässt sich nicht allein mit Hardware lösen, denn erst der kluge Einsatz von Hard- und Software bringt den gewünschten Erfolg.

Die Volkswagen Financial Services AG ist zuständig für die Koordination der weltweiten Finanzdienstleistungen des VW-Konzerns. Im europäischen und im asiatisch-pazifischen Raum sowie in Nord- und Südamerika steuert das Unternehmen das operative Geschäft direkt über Tochtergesellschaften. Entsprechend umfassend stellt sich daher auch die aktuelle Rechenzentrumslandschaft dar: Insgesamt 55 Rechenzentren gehören zur globalen RZ-Infrastruktur, davon sind 51 in der Verantwortung der jeweiligen Ländergesellschaften.

Strategiewechsel im Finanzmarkt

Diese bis dato lokale Strategie ändert sich in Zukunft grundlegend: Neben den stetig steigenden Compliance-Anforderungen stellt die Digitalisierung auch die IT im Finanzsektor vor neue Herausforderungen. Vollautomatisierte Handelsplattformen, Kryptowährungen, aufstrebende Fintechs oder Blockchain als Peer-to-Peer-Revolution für Finanztransaktionen sind Trends und Zukunftstechnologien, die auf Infrastrukturebene ein neues Denken erfordern. Andere Schwerpunkte rücken dadurch in den Mittelpunkt – zum Beispiel die Bereitstellungszeiten der Systeme beziehungsweise deren Skalierbarkeit sowie Sicherheitsanforderungen.

Diese Zentralisierung hat jedoch wesentliche Vorteile: Zum einen kommt es zu einer Konzentration von Ressourcen – schließlich lässt sich beispielsweise der Einkauf oder das Lizenzmanagement dann wesentlich besser beherrschen. Zum anderen profitiert die Architektur- und Technologiemanagement-Ebene von zentraleren Strukturen. Ebenso sind etablierte und standardisierte Lösungen und Betriebsverfahren signifikant besser nutzbar, beispielsweise durch das Wiederverwenden getesteter Designs wie Netzwerkbausteine. Ein standardisiertes, begrenzt vielfältiges Technologieportfolio vereinfacht auch das Management der Komponenten. Die Zahl der kritischen Standorte schrumpft, auch wenn dafür einzelne Standorte kritischer werden. Vor diesem Hintergrund stellen sich auf technischer Seite neue Herausforderungen, die sich nicht allein auf physischer Ebene lösen lassen.

Latenz – also die Übertragungsverzögerung – ist einer der limitierenden Faktoren bei verteiltem Computing. Nicht zuletzt aus diesem Grund haben sich die IT-Verantwortlichen der Volkswagen Financial Services entschieden, künftig mehrere HQ-Rechenzentren zu realisieren und nicht ein einziges, das zentral alle Landesgesellschaften weltweit bedient. Das Optimum stellen intelligent gewählte Standorte dar, die gleichzeitig Kapazitäten bündeln, aber Legacy-Applikationen noch mit den entsprechenden Antwortzeiten ausliefern

können. Innerhalb dieser Rahmenbedingungen gilt es, eine entsprechend stabile Architektur über den gesamten IT-Service-Stack zu etablieren. Diese Aufgabe ist nicht ausschließlich durch die physische Hardware zu bewältigen. Die Lösung liegt in einem detailliert abgestimmten Zusammenspiel von Netzwerk, Servern, Storage und IT-Service. Ein Beispiel gibt eine RZ-Migration in Asien.

Vorgaben für die Migration

Im Zuge der Konsolidierung sollte ein Rechenzentrum in Mumbai geschlossen werden. Eine der zentralen Legacy-Anwendungen zog nach Singapur um – mit einer Entfernung von 6000 km aus Infrastruktursicht eine große Herausforderung. Im Vorfeld der Migration hatte der Standort Singapur neben vielen weiteren Fakten hinsichtlich Infrastruktur, politischer Stabilität und der geringsten Entfernung zu allen anderen relevanten asiatischen Standorten das beste Standort-Rating erhalten.

Die Vorgaben der Migration waren klar: Die Antwortzeiten der Anwendung sollten nach dem Umzug jeweils maximal 10 % langsamer sein. Dieser Wert galt Architekten und Endanwendern als noch vertretbare Leistungseinbuße. Dass die Funktionen in Singapur heute letztlich 91 % schneller laufen als noch in Mumbai, ist das Ergebnis einer intensiven und am Ende sehr erfolgreichen Optimierungsphase.

Die Anwendung auf dem Prüfstand

Um den Ist-Zustand mit verlässlichen Werten abzubilden, erhob ein Testteam in Mumbai zu Beginn die durchschnittlichen Geschwindigkeiten der Transaktionen bzw. der Klicks, die ein Anwender im System jeden Tag ausführt. Dabei wurden die Antwortzeiten quasi mit der Stoppuhr gemessen. Auf Netzwerkebene installierte das Projektteam Sniffer zwischen den unterschiedlichsten Komponenten (Netzwerkkarten, Servern etc.), um den Systemstatus zu eruieren. Die Tests wurden voll automatisiert mit unterschiedlichem Volumen durchgeführt, sodass eine verlässliche Datenbasis entstand.

Im Anschluss baute das Team die erforderliche Infrastruktur in Singapur auf. Dort ergaben die ersten Tests bei einigen Funktionen extreme Ausschläge mit bis zu 800 % längeren Antwortzeiten. Von Funktion zu Funktion zeichnete sich ein sehr unterschiedliches Bild. So fuhr der Logon-Bildschirm relativ schnell hoch, während komplexe Datenbankabfragen sehr große Verzögerungen aufwiesen.

Das Team analysierte nun die zehn Transaktionen mit den größten Verlusten bis auf einzelne Bits und Bytes. Dabei stellten die Experten

unter anderem fest, dass diverse Frontends sowie die Datenbank auf Einzelfeldenebene miteinander kommunizierten. Nach jedem in der Maske ausgefüllten Feld beziehungsweise einem Tab-Sprung sprach die Applikation die Datenbank an, um die Eingabe auf Gültigkeit zu überprüfen. Daraufhin optimierten die Software-Entwickler an den entscheidenden Stellen: Sie bündelten alle Informationen unmittelbar auf der Maske. Zudem hatte sich das Team auf entsprechende Paketgrößen und Protokolle geeinigt, um eine individualisierte WAN-Optimierung vornehmen zu können.

Stellschrauben am WAN Accelerator

In diesem Kontext sind sowohl Paketgrößen als auch die Paketanzahl interessant: Nimmt man beispielsweise vereinfacht an, dass pro Paket 50 % zu optimieren sind, dann ist der absolute Gewinn bei kleinen Paketen deutlich geringer als bei großen. Sendet die Applikation viele einzelne Datagramme sequenziell, ist es notwendig, auf deren Quittierung zu warten. Das bedeutet, dass pro gesendetem Datagramm zweimal die Latenz berücksichtigt werden muss. Ein optimierter TCP-Flow senkt die Übertragungskosten hier wesentlich.

Bei ähnlichen Daten reicht es, diese nur einmal zu transferieren, bei erneuten Übertragungen auf die ursprünglichen Daten zu referenzieren und gegebenenfalls das Delta zu übertragen. Unter Umständen sind Daten auch aus dem lokalen WAN Accelerator (einem Netzwerkbeschleuniger, der mit Kompression und intelligenter Übertragungslogik arbeitet) mit geringer Latenz zu übertragen, ohne dass ein Transfer über die WAN-Leitung notwendig würde. Aus diesem Grund hat das Expertenteam die Applikationen mit Rücksicht auf solche Szenarien weiterentwickelt. Auf diese Weise ließ sich das Optimierungspotenzial durch WAN Accelerators deutlich erhöhen. Im besten Fall konnte der WAN Accelerator den Traffic um 97 % optimieren.

Hauptziel eines solchen Projektes ist jedoch immer die Optimierung im kompletten Stack eines Services. Es gilt, exakt zu analysieren, welche Komponenten einer Applikation – beispielsweise Datenbank, Controller oder Frontend Layer – miteinander kommunizieren und daraus in der Gesamtbetrachtung einen Use Case abzuleiten. Im Stack haben die Latenzen immer ein physisches Limit, das nicht zu ändern ist. Folglich muss ein Weg gefunden werden, diese Rahmen-

bedingungen bestmöglich zu nutzen. Das wiederum erfordert in allen Bereichen einen extrem hohen Präzisionsgrad, der über das normale Maß hinausgeht. Eine Schlüsselrolle spielt dabei die Robustheit einer Applikation beziehungsweise eines Systems: Bei verteilt arbeitenden Komponenten ist die Wahrscheinlichkeit, dass Komponente A mit Komponente B bei Störungen nur langsam sprechen kann – oder auch gar nicht – entsprechend hoch. Doch wie reagiert die Software darauf? Fallen dann die entscheidenden Funktionen aus oder schränkt das nur den Funktionsumfang ein? In diesem Szenario kommt es darauf an, den Service so zu designen, dass nicht der komplette Dienst ausfällt.

Sind Redundanzen überhaupt notwendig?

Ein weiterer Parameter sind Redundanzen. Speichert die Applikation beispielsweise räumlich getrennt voneinander auf zwei unterschiedlichen Datenbanken, kann allein der Schreibprozess unter Umständen langwierig sein: Das System muss die Daten zunächst auf der ersten Datenbank schreiben, dann an die zweite Datenbank weitersenden, dort spiegeln und schreiben, dann wieder mit der ersten Datenbank abgleichen und alles wieder hoch zur Applikation geben. Hier ist zu überlegen: Wie sind Redundanzen intelligent einzusetzen? Sind Redundanzen innerhalb des DB-Clusters sinnvoll oder ist das Problem auf einer höheren Schicht besser zu lösen. Unter Umständen sind bestimmte Daten im Memory zu halten.

Das Thema auf rein physischer Ebene zu betrachten, ist in verteilten Infrastrukturen also nur begrenzt sinnvoll. Auch hier muss die Anwendung ihren Beitrag leisten, indem sie beispielsweise Daten nur an bestimmten, dafür vorgesehenen Stellen ablegt oder Sessions entsprechend den Anforderungen verwaltet. Intelligente Software oder ein in einer höheren Schicht angesiedelter Prozess kann hier helfen, dass eine Redundanz auf Hardware-Ebene gar nicht erst abgebildet werden muss.

Software-Optimierung und Interplay

Die Migration der Anwendung von Mumbai nach Singapur zeigt eines ganz deutlich: Die Strategie weniger verteilter HQ-Rechenzentren wird aufgehen. Zum heutigen Zeitpunkt liegt der Schlüssel zum Erfolg großteils in einer optimierten Software. So ist auch die 91 % höhere Geschwindigkeit in wesentlichen Teilen auf Software-Entwicklungen zurückzuführen. Dazu muss natürlich auch die Infrastruktur auf den IT-Service abgestimmt sein. Angesichts der mit der Digitalisierung einhergehenden Virtualisierung wird es in Zukunft darauf ankommen, die Logik aus der Hardware abzuziehen und in die darüberliegenden Schichten zu implementieren.

*Dr. Mario Daberkow,
Vorstandsmitglied IT und Prozesse
Christian Metzner,
Head of Infrastructure Services
Patrick Harms,
Data Center Network Architect,
Volkswagen Financial Services AG*



Die Antwortzeiten sind durch den Umzug nach Singapur sogar kürzer, und die Anwendung läuft um 91 % schneller.

Der Klimawandel belebt den Produktwettbewerb

Einzelne Innovationen können die Energieeffizienz des gesamten RZ steigern

Nicht jede Produktoptimierung ist der EN 50600 geschuldet. Doch Not macht erfinderisch, und viele Hersteller haben ihre Produkte neu auf Energieeffizienz getrimmt. Bereits am Beispiel einer Seitenkühlerrösung zeigt sich, wie dessen Verbesserung die Effizienz der Klimatisierung und des ganzen Rechenzentrums steigern kann.

Die EN 50600 ist nicht nur eine allgemeingültige Normenreihe für Einrichtungen und Infrastrukturen von Rechenzentren. Ihre Vorgaben sowie Empfehlungen an die Energieeffizienz sind gewissermaßen Bestätigung für ein seit Jahren auferlegtes, aber nur teilweise gelebtes Umweltbewusstsein. Mit anderen Worten: Sie bringt Hersteller dazu, Produkte unter dem Aspekt der Energieeinsparung zu entwickeln und zu produzieren.

Das bringt zum einen ein Umdenken, einen frischen Wind in die Rechenzentren. Zum anderen fördert die Norm auch die aktive Auseinandersetzung mit bestehenden Problemen. Denn eines ist längst gewiss: Das Energiemanagement gehört zu den Kernherausforderungen eines effizienten Datacenters. Das zeigt sich unter anderem sehr deutlich in der Klimatisierung, die immer noch den größten Anteil der Betriebskosten ausmacht. Ist sie zu schwach, überhitzt die IT. Ist sie zu stark, verheizt der Betreiber bares Geld. Durch gezielte Produktoptimierung kann jedoch jeder RZ-Verantwortliche einen kühlen Kopf bewahren.

Seitenkühler aus Betriebskostensicht

Um den Energieverbrauch effizient zu regeln, muss der Seitenkühler beispielsweise in der Lage sein, die Auslastung der IT-Komponenten selbstständig zu erkennen. Ist diese gering, kann er die Kaltwasservorlauftemperatur gleitend nach oben anpassen. Dadurch können die Kaltwassersätze mit einer längeren Freikühlphase energieeffizienter betrieben werden. Das leistet wiederum einen signifikanten Beitrag zur Betriebskostensenkung und hat damit deutlichen Einfluss auf die Power Usage Effectiveness.

Neben neuen Lösungen kann die Neuordnung bestehender Module eines Racks einen deutlichen Unterschied ausmachen, zum Beispiel durch zwei statt einen Wärmeübertrager. Durch eine simple V-förmige Anordnung entsteht eine sehr hohe Wärmeübertragungsfläche bei gleichzeitig sehr geringem luftseitigen Druckverlust. Dadurch können Seitenkühler die Wärme ohne zusätzliche Luftventilatoren über die Wärmeübertrager fördern. Das gilt für geschlossene Architekturen ebenso wie für hybride. Da man die Ventilatoren in bestimmten Fällen komplett einsparen kann, steigt die Energieeffizienz, und die Lärmbelastung sinkt. Versuche im hauseigenen Testraum bestätigen, dass bei einer Vorlauftemperatur von 18° C und einer Zulufttemperatur von 25° C eine Kühlleistung von 28 kW abgeführt werden kann.

RZ-Verantwortliche sollten bei der Auslegung eines Seitenkühlers darauf achten, dass die Ventilatoren stufenlos regelbar sind. Das hat

drei große Vorteile: erstens eine geringere Geräusentwicklung, zweitens mehr Leistung und drittens vielfältigere Einsatzmöglichkeiten. Durch die stufenlose Einstellung kann derselbe Seitenkühler sowohl in Rechenzentren, in denen weniger Leistung erforderlich ist, als auch in einem Umfeld mit hoher Leistung eingesetzt werden, von Datacentern in mittelständischen Unternehmen bis zu Rechenzentren im Bereich der Forschung und Lehre.

Wartungskosten über 15 Jahre

Des Weiteren ist darauf zu achten, dass einzelne Module, zum Beispiel Ventilatorenmodule oder die Steuerungsbox als Herzstück eines Seitenkühlers, im laufenden Betrieb getauscht beziehungsweise nachgerüstet werden können. Das Stichwort heißt hier „Zugänglichkeit“: Je zugänglicher der Hersteller die Komponenten verbaut, desto wartungsfreundlicher arbeitet der Seitenkühler. Das wiederum steigert die Investitionssicherheit für Rechenzentrumsbetreiber. Denn bei einer durchschnittlichen Lebensdauer eines Datacenters von 15 Jahren sind die Service- und Betriebskosten im Schnitt viermal höher als die Investitionskosten. Diese Kosten lassen sich mit durchdachten Produkten reduzieren.

Vorgezogene Risikoanalyse

Schließlich gilt: Die EN 50600 wird unter einem EU-Normungsmandat erstellt. Das bedeutet, dass sie Vertragspartnern im Konsens festgelegte Richtlinien zu allen wesentlichen Aspekten an die Hand gibt, von der Planung, die mit der Risikoanalyse beginnt, bis zum Bau und Betrieb mit vollständigem Monitoring und Kapazitätsmanagementkontrolle. Sie füllt somit eine bisher schmerzlich gefühlte Lücke im formalen Normenwerk.

Bei einem neuen Projekt sollten Planer daher ausnahmslos nach den Vorgaben der EN 50600 arbeiten. Das ist allein deshalb vernünftig, weil die Norm derzeit noch bearbeitet wird und künftig auch dort greifen soll, wo sie es heute noch nicht tut. Vor allem aber ist ein Vorgehen nach EN 50600 ratsam, weil in diesem Zusammenhang eine vorgezogene Risikoanalyse empfohlen wird. Sie stellt fest, ob die Vorgaben der Normen eingehalten werden können. Das hilft, Ausfälle der Verfügbarkeit der Infrastrukturen sowie unvorhergesehene Kosten von vornherein zu vermeiden.

*Thomas Wermke,
Leiter Vertrieb, Schäfer IT-Systems*

Strom und Kühlung unter Kontrolle

Mit intelligenten Werkzeugen lassen sich Temperaturprobleme leichter lösen

Alles, was rechnet, liegt der IT am Herzen. Mit der Klimatechnik tun sich die Experten dagegen schwer – auch weil die Szenarien von Hand nur mühsam durchzuspielen sind. Ein automatisiertes Infrastrukturmanagement, das mit Echtzeitwerten arbeitet, kann diese Aufgaben fast vollständig übernehmen.

In einem typischen Datacenter gibt es eine bunte Mischung aus jungen und alten Komponenten. Server, Switches und Storage-Einheiten werden durchschnittlich alle drei Jahre ausgetauscht. In diesen Bereichen vollzieht sich der Wandel nach wie vor besonders rasant. Die grundlegende Infrastruktur wie Stromversorgung und Klimatechnik dagegen bleibt oft über längere Zeit unangetastet. Trotz vieler Innovationen auch in diesem Bereich betrachten die meisten Verantwortlichen diese Komponenten als Fixpunkte und konzentrieren sich bei der Planung auf die eigentliche IT. Besonders mit Blick auf Entwicklungen wie Virtualisierung und Cloud Computing entstehen dadurch Probleme. Die Steuerung über professionelle Software löst viele davon.

Visualisierte Luftströme auf dem Dashboard

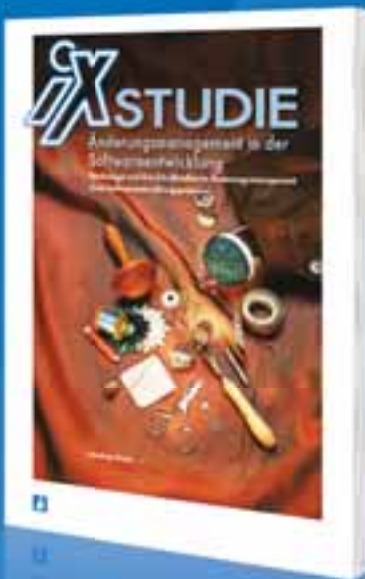
Lange Zeit war Software für das Management von physischer Infrastruktur eher unbeliebt. Programme der Kategorie Datacenter Infrastructure Management (DCIM) boten nur wenige Funktionen. Mit dem Trend zu einer übersichtlicheren Visualisierung per Dashboard und den

erweiterten Möglichkeiten zur Datenerfassung wuchs jedoch der Leistungsumfang dieser Tools, und der Weg von abstrakten Analyseergebnissen zu konkreten Verbesserungen im Rechenzentrum wurde leichter und kürzer.

Die Vorteile zeigen sich sowohl bei der Konzipierung eines neuen Rechenzentrums als auch bei der Erweiterung der bestehenden Infrastruktur. Dank Visualisierung ist zum Beispiel auf einen Blick erkennbar, ob die Luftzirkulation wie gewünscht funktioniert. Häufig werden auf diese Weise Hotspots in Bereichen gefunden, die im Prinzip kalt sein müssten, und kühle Stellen, an denen die Temperatur wesentlich höher sein sollte. Manchmal verhält sich die Physik eben nicht wie vorab gedacht, und ohne Software-Unterstützung führen diese Probleme früher oder später zu Hardwareausfällen. Fast immer wurde in solchen Fällen der Fokus voll und ganz auf die Stromversorgung gelegt. Die Planung rund um die Kühlung kam hingegen zu kurz.

Auch in Sachen Klimatechnik herrscht also in vielen Unternehmen Nachholbedarf: Entsprechende Anlagen werden aus Sorge um Störungen und Ausfälle häufig größer dimensioniert als nötig. Folglich sind

iX Studie



Die iX Studie über Werkzeuge und ihre Schnittstellen im Änderungsmanagement eines Softwareentwicklungsprozesses.

Lernen Sie alles über das Änderungsmanagement und die entscheidenden Verbindungen zu umliegenden Entwicklungsdisziplinen. Verschaffen Sie sich einen detaillierten Überblick über die gängigsten Werkzeuge:

- **ATLASSIAN** – JIRA
- **Axosoft** – OnTime
- **Borland** – StarTeam
- **IBM** – Rational Change, Rational ClearQuest und Rational Team Concert

Mit der abschließenden Schnittstellenanalyse konfigurieren Sie die wichtigsten Anforderungs-, Konfigurations- und Testmanagement-Werkzeuge.

viele Kühlsysteme nicht ausgelastet, was dazu führt, dass weder IT-Systeme noch Kühlaggregate mit der bestmöglichen Effizienz arbeiten und die Kosten unnötig steigen. Modular aufgebaute Systeme ermöglichen dagegen den schrittweisen Ausbau des Rechenzentrums bei Bedarf und bieten so ein hohes Maß an Flexibilität bei der Kühlung des gesamten Datacenters oder einzelner Bereiche.

Modular aufgebaute Energieeffizienz

Neue Systeme in Sachen Kühlung und Klimatisierung bestehen in der Regel aus Lösungen, die als Einzelgerät zum Einsatz kommen können und im Verbund für erhöhte Redundanz und Ausfallsicherheit sorgen. Intelligente Kommunikationssysteme verbinden die einzelnen Geräte mit der gesamten Kühlung. Dadurch richtet sich die Wassertemperatur nach den thermischen Anforderungen des IT-Equipments. Das Optimized Management Interface (OMI) von Schneider Electric ist beispielsweise eine Schnittstelle, die Kaltwasserkühlaggregate miteinander verbindet. Die ständige Kommunikation zwischen den außen installierten Kaltwassersätzen und Klimasystemen im Datacenter stellt dabei sicher, dass Informationen über die momentane Kühllast in Echtzeit und überall vorliegen. So lässt sich beispielsweise der Kaltwassersollwert zwischen dem Nominal- und Maximalwert am Kaltwassersatz variieren. Wird die Verbindung zwischen den Schnittstellen unterbrochen, so stellen sich im Notfall die Nominalbedingungen im System ein, um die Betriebssicherheit zu gewährleisten. Ziel dieses intelligenten Kühlsystems ist es, Energie im Teillastbereich zu sparen, indem Kaltwasserventile, Luftgeschwindigkeiten und Wassertemperatur kontinuierlich an die jeweiligen Erfordernisse im Rechenzentrum angepasst werden.

Viele Firmen haben erfahrungsgemäß schon bei der Planung Schwierigkeiten damit, die Kühlung im Datacenter richtig einzuschätzen. Unterstützt wird das vom Trend hin zu immer höheren Temperaturen im Rechenzentrum. Das entlastet auf der einen Seite zwar das Kühlsystem, steigert jedoch auch das Risiko von Ausfällen. Hier kommt es darauf an, die gesamte Rechenzentrumsinfrastruktur mit Blick auf die Redundanz sinnvoll auszulegen. Unter diesem Vorzeichen kann ein

Datacenter durchaus auch mit höheren Kühltemperaturen zu niedrigeren Kosten betrieben werden, ohne dass dabei die Ausfallsicherheit gefährdet wird. Dazu gehört auch, dass für die Kühlung eine Lösung zum Einsatz kommt, die speziell für Datacenter optimiert wurde – und nicht nur eine normale Raumklimatisierung. Empfehlenswert ist in diesem Zusammenhang der Einsatz einer speziellen Software zur Simulation von möglichen Auswirkungen. Diese erleichtert eine Planung des Kühlsystems, aber auch der Stromversorgung erheblich.

Planung gegen Überlastung

Ein klassisches Praxisbeispiel sind Schwierigkeiten mit überlasteten Server-Racks, weil bereits voll ausgelastete Stromleitungen für weitere Geräte genutzt werden. Auch bei Server-Clustern wiegen sich Administratoren zuweilen in trügerischer Sicherheit und verlassen sich voll und ganz auf die Failover-Mechanismen der Virtualisierungsplattform. Ein typischer Fehler in diesem Szenario ist, dass die Verantwortlichen zugleich fest mit der unterbrechungsfreien Stromversorgung rechnen. Denn auch die USV kann versagen. Und dann steht kein geschützter Server bereit, auf den die Last transferiert werden könnte.

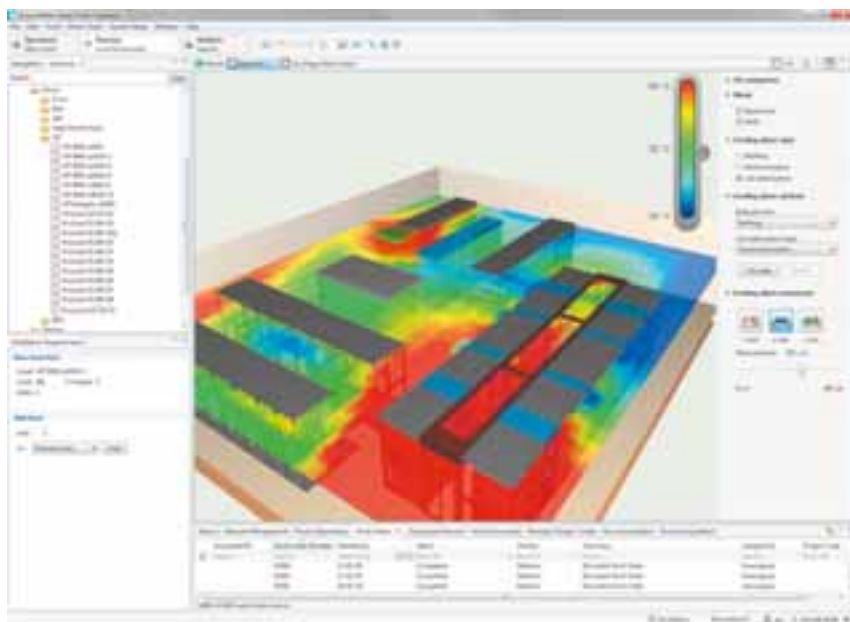
Risiken wie diese lassen sich durch eine moderne Planungssoftware senken. Im Idealfall schlägt die Lösung für jede neu zu installierende Komponente den idealen Platz im Rack bzw. im Raum vor. Sämtliche Anforderungen wie die benötigte Stromversorgung, die Kühlung, der Platzbedarf und die Netzwerkanschlüsse werden dabei berücksichtigt. Bei jeder Änderung einer Komponente wird zudem sofort angezeigt, welche Auswirkungen eine ausgetauschte Komponente auf Stromversorgung und Kühlleistung hat. Das erspart dem Administrator das Jonglieren mit Formeln der Thermodynamik, und das Fehlerrisiko sinkt deutlich.

Fehler automatisiert angehen

Auch wenn es darum geht, auf Fehler schnell zu reagieren, können DCIM-Tools die IT-Abteilung unterstützen. In einer traditionellen Umgebung erfolgt über die Systeme ein Alarm per E-Mail oder SMS, und das Personal kann sich möglichst zügig um die Wartung kümmern. In der Zwischenzeit ist aber, zum Beispiel bei einem Lüfterausfall, das Risiko eines Rechnerabsturzes wegen Überhitzung sehr hoch. Anders bei einer DCIM-Lösung: Dort würden die noch intakten Lüfter automatisch ihre Drehzahl hochfahren, um den Verlust zu kompensieren.

Mittlerweile können Management-Tools viele der kleineren Probleme in einem Rechenzentrum sogar ganz ohne Eingriff durch einen Benutzer regeln. Diese Softwaretools bringen die Daten zu Strom, Kühlung und den Gegebenheiten des Raumes miteinander in Verbindung und liefern Handlungsempfehlungen an das IT-Management. Dieses wiederum weiß, welche Auswirkungen Fehler in bestimmten Bereichen haben werden, und kann rechtzeitig entsprechende Prozesse anstoßen.

*Thomas Nieschalk,
Systems Engineer Cooling,
Schneider Electric*



StruxureWare Data Center Operation von Schneider Electric gibt unter anderem einen realistischen Echtzeitüberblick über die Temperaturverteilung im Rechenzentrum.

Maßstäbe der Nachhaltigkeit

Wer Rechenzentren vergleichen will, braucht vergleichbare Kennzahlen

Im Forschungsvorhaben KPI4DCE des Umweltbundesamtes entwickeln das Business Engineering Institute (BEI) St. Gallen, die proRZ Rechenzentrumsbau GmbH und das Ökoinstitut e.V. ein praktikables Kennzahlensystem, mit dem IT-Dienstleister die Ressourceneffizienz von Datacentern bewerten können.

Um Aussagen darüber treffen zu können, ob Rechen- und Speicherleistungen energie- und ressourceneffizient erbracht werden, sind Kennzahlen nötig, die den Zustand des Rechenzentrums beschreiben. Erste Ansätze gibt es bereits, einige Kennzahlen sind in der Praxis schon etabliert. Bisher sind diese jedoch entweder in ihrer Aussagekraft ungenau, nicht praktikabel oder sie beschreiben nur Teilaspekte. Das Forschungsvorhaben Key Performance Indicators for Data Center Efficiency (KPI4DCE) adressiert dieses Problem. Ziel ist es, ein praktikables Kennzahlensystem für die ganzheitliche und richtungssichere Bewertung der Ressourceneffizienz von Rechenzentren zu entwickeln, zu überprüfen und zu verbreiten.

Umfassend und einfach umzusetzen

Ein wesentliches Ziel des Vorhabens ist die ganzheitliche Bewertung. Das zu entwickelnde Kennzahlensystem soll die Energie- und Ressourceneffizienz eines Rechenzentrums über den gesamten Lebenszyklus abbilden (Herstellung, Nutzung, Entsorgung). Hierbei sollen alle Bereiche, die Gebäudetechnik und IKT sowie möglichst alle Ressourcen (Energie, Wasser, Materialien usw.) berücksichtigt werden. Dem Aufwand soll der Nutzen des Rechenzentrums gegenübergestellt werden. Hierzu müssen vergleichbare Indikatoren für die IKT-Leistung definiert werden, die rechenzentrumsübergreifend gemessen werden können und einen Rückschluss auf die Produktivität erlauben.

Ein weiteres wichtiges Entwicklungskriterium ist die Benutzerfreundlichkeit. Denn die Akzeptanz und der Mehrwert eines Kennzahlensystems hängen maßgeblich von der Umsetzbarkeit ab. In der Vergangenheit sind Ansätze oft an den unausgereiften Messmethoden und unzureichenden Datengrundlagen gescheitert. Um die Probleme zu erkennen, die bei der Erhebung der Messwerte entstehen können, wird

die Anwendbarkeit der Kennzahlen für verschiedene Arten von Rechenzentren erprobt (Colocation, Corporate, Hosting). Die Berechnung muss hierbei auf analogen Daten basieren, damit eine Vergleichbarkeit gegeben ist. Der Blaue Engel für „energieeffizienten Rechenzentrumsbetrieb“ hat hier früh Mindeststandards für die Messinfrastruktur und so eine erste geeignete Datenbasis geschaffen, die das Projekt nutzen kann.

Richtungssichere Aussagen

Die zentrale Anforderung an das Kennzahlensystem ist die Richtungssicherheit: Es soll sichergestellt werden, dass verlässlich die Energie- und Ressourceneffizienz eines Rechenzentrums bestimmt werden kann. Um diesem Anspruch gerecht zu werden, müssen die komplexen Wirkungszusammenhänge unterschiedlicher Auslastungsgrade und Ausbaustufen auf die Energie- und Ressourceneffizienz überprüft werden. Ebenso soll untersucht werden, ob und inwieweit das Kennzahlensystem robust gegenüber Datenunsicherheiten ist. Insbesondere im Bereich der Umweltwirkungen der Herstellung und Entsorgung gibt es bisher nur wenige Informationen, über deren Nutzbarkeit und hinreichende Genauigkeit entschieden werden muss.

Positionsvorteile für RZ-Betreiber

Mithilfe eines ganzheitlichen und richtungssicheren Kennzahlensystems könnten IT-Dienstleister verlässlich den Ist-Zustand erfassen, zielgerichtet Verbesserungsmaßnahmen ableiten, so ihre Kosten senken und sich darüber hinaus von ihren Konkurrenten abgrenzen. KPI4DCE setzt hier an und will mit der Spezifikation konkreter Messverfahren und Berechnungsmethoden eine faire Vergleichbarkeit ermöglichen.

In der Digitalen Agenda 2014–2017 ist erwähnt, dass sich die Bundesregierung beim Einkauf von IKT-Produkten und Dienstleistungen stärker an Nachhaltigkeitskriterien orientieren wird. Im Maßnahmenprogramm „Nachhaltigkeit der Bundesregierung“ und im kürzlich verabschiedeten Ressourceneffizienzprogramm II wird nochmals eine stärkere Ausrichtung der öffentlichen Beschaffung am Leitprinzip der nachhaltigen Entwicklung gefordert. Viele öffentliche Vergaberichtlinien und Ausschreibungen enthalten bereits ökologische Kriterien. KPI4DCE wird verlässliche Kennzahlen für den Einkauf von energie- und ressourceneffizient erbrachten Rechenzentrumsdienstleistungen zur Verfügung stellen. Umweltbewusste Betreiber können damit frühzeitig ihre Marktposition stärken.

Björn Schödwell,

Projektleiter, Business Engineering Institute St. Gallen

Marina Köhn,

Beratungsstelle nachhaltige IKT (Green-IT), Umweltbundesamt

DIE NORMUNG UNTERSTÜTZEN

An der Vereinheitlichung und Weiterentwicklung von Kennzahlen arbeiten seit geraumer Zeit viele deutsche und internationale Akteure. Das Projekt KPI4DCE unterstützt diese Bemühungen und speist Ergebnisse in Harmonisierungsdiskussionen und aktuelle Normungsaktivitäten (ISO 30134, EN 50600) ein – mit dem Ziel, dass Umweltaspekte adäquat berücksichtigt werden. Bei der Verbreitung werden die Projektpartner durch einen interdisziplinären Begleitkreis unterstützt, der Vertreter führender Hersteller, IT-Dienstleister, Beratungen und Forschungsinstitute umfasst (er kommt erstmals am Mittelstandstag der future thinking 2016 zusammen). Nicht zuletzt sollen die Ergebnisse helfen, die Vergabegrundlage des Blauen Engels RAL-UZ 161 weiterzuentwickeln.

Abwärme für die Sorptionskältemaschinen

Neue Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung verspricht CO₂-Einsparungen von über 80 %

Das Bundesumweltministerium fördert Klimaschutz-Teilkonzepte nun auch für den Bereich RZ und IT. CO₂-Emissionen und Energiekosten sollen damit dauerhaft gesenkt werden. Im Landkreis Marburg-Biedenkopf wurden insgesamt 14 RZ-Standorte und über 1700 Arbeitsplätze mit über 3500 Geräten analysiert.

Der hessische Landkreis Marburg-Biedenkopf ist einer der Pioniere in Sachen Nachhaltigkeit und Klimaschutz. Schon seit 2011 gibt es hier ein umfassendes Klimaschutzkonzept mit dem Ziel, bis zum Jahr 2040 alle benötigte Energie aus erneuerbaren Quellen und in der Region zu produzieren. Der Bereich Informationstechnik wurde allerdings bisher nicht detailliert abgebildet. Um diese Lücke zu schließen, ließ der Landkreis ein solches Klimaschutz-Teilkonzept erstellen.

Analyse der Energieeffizienz

Dafür wurden zunächst sämtliche IT-Komponenten in den Bereichen Verwaltung und Schulen des gesamten Landkreises detailliert erhoben. Dabei wurde nicht nur das Inventar der IKT-Komponenten, sondern auch die dazugehörige Gebäudetechnik für die Kühlung und die sichere Stromversorgung erfasst. Um die Einsparpotenziale möglichst exakt zu beziffern, wurden von den Experten auch Messungen an ausgewählten IT-Standorten durchgeführt.

Mit diesem Vorgehen konnte ein Gesamt-IT-Strombedarf von mehr als 734 MWh pro Jahr ermittelt werden. Die Verwaltung hat hieran einen Anteil von gut 75 %, der sich ungefähr zur Hälfte aus dem Strombedarf der fünf IT-Räume bzw. Rechenzentren und zur anderen Hälfte aus dem Bedarf für die rund 1300 IT-Arbeitsplätze zusammensetzt.

An den Arbeitsplätzen der Verwaltung sind ca. 3000 IT-Endgeräte im Betrieb. Mithilfe von einzelnen Messungen konnte nachgewiesen werden, dass der Strombedarf für den Betrieb von Arbeitsplatzdruckern fast 10 % des IT-Strombedarfes bei den Arbeitsplätzen der Verwaltung ausmacht. Für die Schulen wurde deutlich, dass der mit Abstand größte Teil in den IT-Räumen bzw. Rechenzentren entsteht. Durch die IT-Räume bzw. Rechenzentren werden jährlich CO₂-Emissionen von insgesamt rund 245 t verursacht; die 25 Unterrichtsräume liegen dagegen bei nur 13 t CO₂ pro Jahr. Der Anteil des IT-Strombedarfes am Gesamtstrombedarf der jeweiligen Gebäude liegt bei ca. 25 %.

Erste IT-Konsolidierung

Das Ergebnis der Ist-Analyse: Die besten Einsparpotenziale bei möglichst geringem organisatorischem Aufwand liegen bei den IT-Räumen der Verwaltung. Zwei IT-Standorte waren hier besonders geeignet für ein „Gesamtkonzept zur energetischen Optimierung der Rechenzentren in der Kreisverwaltung Marburg-Biedenkopf“. Für diese beiden Rechenzentren wurden die entsprechenden Einsparpotenziale ermittelt und ein konkretes Konzept entworfen.

Im ersten Schritt konnten bereits die Kapazitäten der IT-Hardware optimiert werden. Durch Maßnahmen wie zum Beispiel den Einsatz von Virtualisierungssoftware konnte ein Teil der IT-Geräte in den beiden RZ konsolidiert und abgeschaltet werden. Anhand der Lebenszykluskosten wurde die Vorteilhaftigkeit vorzeitiger Ersatzinvestitionen mit verbesserter Energieeffizienz geprüft.

KWKK, PV und Kaltgang-Einhausung

Die Stromversorgung des RZ soll durch ein neues Blockheizkraftwerk erfolgen. Ein Teil der BHKW-Abwärme wird dabei durch KWKK (Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung) für den Antrieb der neuen Sorptionskältemaschinen genutzt. Damit erhöht sich der Anteil der Wärmenutzung für das BHKW deutlich, da das RZ insbesondere im Sommer einen Wärmebedarf für die Kältemaschinen hat. In den Übergangs- und Wintermonaten soll die Kälte für das RZ mittels freier Kühlung gewährleistet werden. Zusätzlich soll ein Teil des RZ-Strombedarfs über eine neue PV-Anlage bereitgestellt werden.

Um die Effizienz der Umluftkühlung in den Serverräumen zu verbessern, wird eine strikte Trennung von warmer Abluft und kalter Zuluft umgesetzt. Dafür wird eine sogenannte Kaltgang-Einhausung in beiden Rechenzentren installiert. Die nicht belegten Höheneinheiten in den Serverschränken werden mit Blindblechen verschlossen, und alle Durchführungen im Doppelboden werden abgedichtet. Im Ergebnis kann das Temperaturniveau der Zu- und Abluft angehoben und der Anteil freier Kühlung für die RZ deutlich erhöht werden. Dadurch wird in der kälteren Jahreszeit keine Antriebsenergie für die Kältemaschinen benötigt. Außerdem soll der Stromverbrauch durch ein Betriebs-, Energie- und Lastmanagement speziell zu Spitzenzeiten reduziert werden.

Über 80 % weniger Treibhausgase

Die geplanten Maßnahmen können die CO₂-Emissionen, die durch den Betrieb der beiden Rechenzentren entstehen, um über 80 % reduzieren. Insgesamt konnten Einsparpotenziale von mehr als 160.000 kWh beim Strombedarf, fast 100 t CO₂ und über 35.000 Euro pro Jahr bei den Stromkosten identifiziert werden. Und: Erstmals wird es damit einen Proof of Concept für den Einsatz von KWKK in Verbindung mit Photovoltaik für einen RZ-Standort mit deutlich weniger als 500 kW IT-Leistung geben.

*Dipl. Wirtsch.-Ing. Marc Wilkens,
Kompetenzfeld Energieeffizienz und Zertifizierungen, SECURisk*

Der IBM-Ausbildungspakt

Großrechner finden an den Universitäten kaum statt – das soll sich ändern

Ob und wie der Mainframe eine Zukunft im Rechenzentrum hat, diskutierten Dr. Wolfgang Maier, Director Hardware Development bei IBM, Prof. Dr. Martin Bogdan vom Lehrstuhl für Technische Informatik in Leipzig und Wolfram Greis, Geschäftsführer der European Mainframe Academy, auf einer Podiumsdiskussion.

Auf der einen Seite wird der Mainframe schon seit 25 Jahren für tot erklärt. Doch ein Blick in die Praxis zeigt, dass die Technologie durchaus noch genutzt und sogar weiterentwickelt wird. Vor allem Großunternehmen setzen in ihren Rechenzentren auf die Host-Technologie als wichtigstes Arbeitsmittel ihrer IT. In den nächsten Jahren wird nun ein Großteil der altgedienten Mainframe-Experten in den Ruhestand gehen. Was dann? Wie wird sich dieses Marktsegment in den nächsten fünf Jahren entwickeln?

Finanzierbare Hochleistungstechnologie

IBM will die anstehenden Herausforderungen durch Partnerschaften bewältigen und hat daher Anfang 2015 ein Technologieabkommen mit dem Halbleiterhersteller GlobalFoundries geschlossen. 2,5 Mrd. US-\$ kostete das Investment – im Gegenzug wird GlobalFoundries eine speziell für den Mainframe abgestimmte Technologie liefern. Dr. Wolfgang Maier ist sich der Schwierigkeiten bewusst: „Die Halbleiterindustrie steht in der nächsten Dekade vor großen Herausforderungen. Es geht darum, Spitzentechnologie zu schaffen, die trotzdem finanzierbar ist – auch vor dem Hintergrund, dass man mit dem Mainframe in der Regel nie in die ganz großen Stückzahlen kommt.“

Mit der Technologie von GlobalFoundries will IBM künftige Produkte wettbewerbsfähig machen und neue Performance-Steigerungen erreichen. Erstes Ergebnis ist ein neuer 22-nm-Prozessor, der vor Kurzem auf den Markt kam. Derzeit wird bereits der nächste Prozessor entwickelt und zur Marktreife gebracht. „Allgemein wandelt sich das bisherige Muster, bei dem man stark auf Single-Thread-Performance achtete, hin zu parallelen Strukturen“, so Maier. „Diesen Parallelismus gilt es im Mainframe, wie auch in anderen Plattformen, voll auszunutzen“, sagte er Ende 2015 auf einer Podiumsdiskussion der Beta Systems Software AG.

Leistung bei der Hardware scheint im Rechenzentrumsumfeld heute kein Thema mehr zu sein. Doch reicht dies aus? Was den Mainframe-Markt in den kommenden Jahren prägen wird, ist die Verbindung zu mobilen Devices und vor allem die Big-Data-Thematik. Angesichts sehr großer und meist unstruk-

turierter Datenmengen wird es notwendig, Funktionen für die intelligente Suche und die Analyse zu integrieren. „Ausgebremst wird der Mainframe derzeit von drei wesentlichen Faktoren: den Kosten für Softwarelizenzen, der mangelnden Ausbildung und dem Dinosaurier-Image“, glaubt Wolfram Greis. In Wirklichkeit nämlich stecke im Mainframe die neueste und beste Technologie, die es gebe, aber viele wüssten dies überhaupt nicht. Vor allem in den Köpfen vieler junger Manager habe sich das Dinosaurier-Image festgesetzt.

Einig sind sich die Experten, dass es langfristig einer anderen User Experience bedarf. Die klassischen grün-schwarzen Bildschirme schrecken jeden Neuling ab, der von GUIs und intuitiver Bedienung inzwischen ganz andere Standards gewöhnt ist. IBM kooperiert im Rahmen seiner Design-Thinking-Initiative deshalb seit einiger Zeit mit Apple. Big Blue bringt in diese Partnerschaft sein Wissen im Enterprise-Geschäft und beim Betrieb großer Datacenter mit, Apple seine Erfahrungen mit User Experience im Consumer Markt. In weltweiten „Design-Centern“ rollen Industriedesigner das Problem nun IBM-untypisch von der anderen Seite auf und stellen die User-Sicht in den Vordergrund. Über 1000 Mitarbeiter wurden nur hierfür neu eingestellt. „Dies wird sich mittelfristig in ganz neuen Oberflächen ausdrücken“, prophezeit Dr. Wolfgang Maier.

Quelle: Beta Systems Software AG



Podiumsdiskussion mit Dr. Wolfgang Maier (IBM), Prof. Dr. Martin Bogdan (Universität Leipzig) und Wolfram Greis (European Mainframe Academy) im Rahmen einer Kundenveranstaltung der Beta Systems Software AG.

Für den Nachwuchs Terra incognita

Glaubt man Prof. Martin Bogdan, sind es nicht grüne Bildschirme und 3270-Terminals, die seine Studierenden abschrecken. Das Problem sei eher, dass der Nachwuchs die Mainframes und deren Technologie oft gar nicht kenne, weil dies an anderen Hochschulen oder Berufsakademien zu stiefmütterlich behandelt werde. Hier müsse ein viel breiteres Interesse geweckt werden. Auch aus Sicht der U30-Community innerhalb der IBM-Benutzervereinigung GSE (Guide Share Europe) wird bemängelt, dass junge Leute keine Möglichkeit hätten, außerhalb ihres Unternehmens mit dem Mainframe in Berührung zu kommen.

Mobile Transaktionen sind einer der Treiber für die derzeit starken z13-Hardware-Verkäufe. Doch in den nächsten Jahren – darin sind sich die Experten einig – sind noch weitere Veränderungen in den Workloads zu erwarten. Sie werden auf der Analyse von Daten liegen, beispielsweise der sinnvollen Zusammenführung von unstrukturierten Daten aus verschiedensten Quellen. Je mehr man sich für mobile Anwendungen öffnet, desto größer wird außerdem das Thema Sicherheit. Gewiss, der Mainframe ist die Plattform, die am besten abzusichern ist, so heißt es. Dies bedeutet aber nicht, dass sie zu 100 % sicher ist. „Die Herausforderung wird es deshalb sein, zu garantieren, dass nicht über den Umweg mobiler Plattformen wiederum Hintertüren geöffnet werden. Die Kryptologie-Hardware der neuen z13 eröffnet Möglichkeiten, dies abzufangen“, so Prof. Martin Bogdan.

Universitäten ohne Mainframes

Wissenschaftler wie Prof. Bogdan sehen das grundlegende Problem darin, dass die Ausbildung schlichtweg nicht weiträumig genug aufgestellt, dass sie auf zu wenige Hochschulen verteilt ist. „Der Mainframe ist eine hochinteressante Rechnerarchitektur, die eine technologische Spitzenposition einnimmt“, betont der Leipziger. Dass dies viele nicht so wahrnehmen, sei ein Versäumnis in der Selbstdarstellung und, da-

mit zusammenhängend, der bislang mangelnden Ausbildung. An der Universität Leipzig plant man daher, gemeinsam mit der European Mainframe Academy und einigen akademischen Partnern ein Academic Mainframe Consortium (AMC) zu gründen. Mit Unterstützung aus der Wirtschaft soll der Wissenschaftsverbund Lehrmaterialien für den leichten Einstieg auf allen Bildungsebenen erarbeiten, um sie Bildungseinrichtungen zur Verfügung zu stellen und beispielsweise Systemspezialisten auszubilden.

Ein praktisches Problem beim geplanten Academic Mainframe Consortium könnte sein, dass die Mainframes an deutschen Hochschulen noch an einer Hand abzuzählen sind: Leipzig, Tübingen, Frankfurt am Main, Karlsruhe und Luzern. Diese Maschinen stehen bereit und können genutzt werden. Nur müssen eben die Zugänge für junge Studierende anderer Hochschulen ermöglicht werden. „Bislang geschieht das noch zu wenig, weil es kaum Fachpersonal gibt, das die Administration, die Einrichtung von Benutzerkennungen etc. übernimmt. Das wollen wir ändern“, ist Academy-Geschäftsführer Wolfram Greis entschlossen.

Kosten, Ausbildung und Image

Geht es an ein Fazit, wie der Mainframe im Jahre 2020 aussehen wird, sind die Experten tendenziell hoffnungsvoll: „Für IBM ist der Mainframe ein überaus wichtiges, auch künftig nicht wegzudenkendes Marktsegment. Er wird im Jahr 2020 deshalb auf dem neuesten Stand der Technik und zentraler Bestandteil der modernen Unternehmens-IT sein“, zeigt sich Dr. Wolfgang Maier überzeugt. Für Prof. Martin Bogdan steht der Mainframe „immer noch ganz vorne“, und auch Wolfram Greis glaubt an die Lebendigkeit der IBM-Plattform, „wenn wir die drei Herausforderungen in den Griff bekommen: Kosten, Ausbildung und Image-Wandel.“

*Frank Zscheile,
freier IT-Journalist, München*

Impressum

Themenbeilage Rechenzentren und Infrastruktur

Redaktion just 4 business GmbH

Telefon: 08061 34811100, Fax: 08061 34811109,
E-Mail: tj@just4business.de

Verantwortliche Redakteure:

Thomas Jannot (v. i. S. d. P.), Ralph Novak; Florian Eichberger (Lektorat)

Autoren dieser Ausgabe:

Marco Becker, Mario Daberkow, Patrick Harms, Marina Köhn, Christian Metzner, Dirk Neumann, Thomas Nieschalk, Doris Piepenbrink, Björn Schödwel, Thomas Wermke, Marc Wilkens, Ulrich Wolf, Frank Zscheile

DTP-Produktion:

Enrico Eisert, Kathleen Tiede, Matthias Timm,
Hinstorff Verlag, Rostock

Korrektur:

Kathleen Tiede, Hinstorff Verlag, Rostock

Technische Beratung:

Uli Ries

Titelbild:

vladimircaribb, fotolia

Verlag

Heise Medien GmbH & Co. KG,
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover; Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover;
Telefon: 0511 5352-0, Telefax: 0511 5352-129

Geschäftsführer:

Ansgar Heise, Dr. Alfons Schröder

Mitglieder der Geschäftsleitung:

Beate Gerold, Jörg Mühle

Verlagsleiter:

Dr. Alfons Schröder

Anzeigenleitung (verantwortlich für den Anzeigenteil):

Michael Hanke (-167), E-Mail: michael.hanke@heise.de, www.heise.de/mediadaten/ix

Leiter Vertrieb und Marketing:

André Lux

Druck:

Dierichs Druck + Media GmbH & Co. KG, Frankfurter Straße 168, 34121 Kassel

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 Medien GmbH & Co. KG

Die Inserenten

APC by Schneider electric www.apc.com S. 5
dtm group www.dtm-group.de S. 9
FNT www.fnt.de S. 7

Metz Connect www.metz-connect.com S. 11
Rausch www.rmt.de S. 2

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

Für Code-Piloten

ct Programmieren

Das Python-Training

Ihr perfekter Programmier-Einstieg

Trendthema KI

Neuronale Netze selbst entwickeln

Smartwatch-Apps

Projekte für Android Wear und Pebble

Spiele entwickeln

3D-Blockbuster, Level-Design
Retro-Game, Pong in Hardware

Mit DVD sofort loslegen

Entwicklungsumgebungen zum Heft

3D- und VR-Spiele entwickeln

Visual Studio 2015

Unity 5

Blender

Einstiegsprojekt Passwort-Manager

Python

Tools

Zusatzmaterial

Jetzt für
9,90 €
bestellen.



shop.heise.de/ct-programmieren2016 ✉ service@shop.heise.de

Auch als digitale Ausgabe erhältlich unter: shop.heise.de/ct-programmieren2016-pdf

Generell portofreie Lieferung für Abonnenten der Zeitschriften von Heise Medien und Maker Media oder ab einem Einkaufswert von 15 €.

 **heise shop**

shop.heise.de/ct-programmieren2016

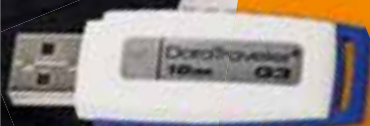
FÜR ROOTINIERS.

iX. WIR VERSTEHEN UNS.

**Jetzt auch für Android!
Das Mini-Abo testen:**

3 Hefte + 16GB USB-Stick nur 13,50 Euro

www.iX.de/digital



Sie wollen Zugriff auf alle Fakten? Nehmen Sie ihn sich – iX ab sofort auch als Android-App. Testen Sie 3 aktuelle Ausgaben jetzt komplett papierlos auf Ihrem Android/iOS-Tablet & -Smartphone per HTML5 oder PDF zum Vorzugspreis. **Jetzt zugreifen: www.iX.de/digital**

