WHITEPAPER

Mehr als nur Kapazität: Speicherarchitekturen für das moderne Rechenzentrum

Gesponsert von: Toshiba

Nick Sundby Donna Taylor
Februar 2014

STANDPUNKT VON IDC

Bei der Auswahl der Speicherkomponenten und Infrastruktur für ihre Rechenzentren und Cloud-Umgebungen sind Unternehmen heute mit einer noch nie dagewesenen Vielfalt konfrontiert. Mithilfe einer durchdachten Kombination aus Flash-Speicher und Festplatten können Unternehmensdaten so positioniert und migriert werden, dass ihr geschäftlicher Wert während ihres gesamten Lebenszyklus optimiert wird.

Das exponentielle Wachstum von Daten ist weithin bekannt, und die meisten Unternehmen haben Strategien entwickelt, um Wachstumsraten von durchschnittlich 35 % oder mehr pro Jahr zu bewältigen. Festplattenanbieter haben bei der Steigerung der Dichte eindrucksvolle Ergebnisse erzielt; die I/O-Kapazitäten von Festplatten haben sich hingegen nicht in gleichem Maße weiterentwickelt. Dadurch ist eine Performance-Lücke entstanden, die durch Fortschritte im Bereich der Multi-Core-Server noch vergrößert wird. Heutzutage ist die Fähigkeit, Speicher-I/O-Kapazitäten zu skalieren und gleichzeitig große Mengen an „Cold Data“, also weniger wichtigen oder aktuellen Daten, kostengünstig und zuverlässig zu verwahren, eine grundlegende Anforderung.

Flash-Speicher durchdringt zunehmend sämtliche Bereiche der IT, von Client-Geräten bis hin zum Rechenzentrum. Die Vorteile der Flash-Performance sind weithin anerkannt, doch aufgrund der hohen Kosten dominieren Flash-Speicher trotzdem nicht den Markt. Die Flash-Technologie ist somit lediglich eine effektive Ergänzung zu anderen Speichertechnologien, insbesondere zum HDD-Speicher. Dies zeigt sich vor allem bei PCs, die Dual-Festplattensysteme (SSD-Modul plus konventionelle HDD) nutzen, sowie in Rechenzentren, die Flash- mit HDD-Speicher kombinieren.

Die Aufnahme von Flash-Technologie in eine HDD-optimierte Speicherumgebung kann jedoch sowohl Chancen als auch Verwirrung für das Unternehmen mit sich bringen. Deshalb setzen Unternehmen zunehmend auf die Zusammenarbeit mit dem Anbieter, und zwar nicht nur bei der Auswahl einer Lösung, sondern auch bei der Konzeption der Speicherarchitektur selbst. IDC vertritt folgende Überzeugungen:

- Unternehmen haben eine zunehmende Auswahl, wie und wo HDDs und SSDs in ihrem Rechenzentrum und in ihren Cloud-Umgebungen implementiert werden. Die richtige Wahl erfordert ein besseres Verständnis der Daten-Lebenszyklen und Workload-Reaktionszeiten eines Unternehmens, als früher notwendig war.
- Stabilität, Effizienz und Kosteneffektivität sind wünschenswerte Eigenschaften einer Speicherplattform für Unternehmen. Um diese zu erreichen, ist in der Regel eine sorgfältig ausgewählte Mischung aus Flash- und HDD-Speicherelementen für Unternehmen nötig, die von einem Anbieter mit nachweislicher Erfahrung bereitgestellt werden.

- Systemintegratoren müssen unterschiedliche Kundenerwartungen im Rechenzentrum und in der Cloud erfüllen und übertreffen, z. B. bezüglich der Gesamtbetriebskosten, Benutzerfreundlichkeit und dauerhaften Performance bei heterogenen Workload-Anforderungen.

SCHWERPUNKT DIESES WHITEPAPERS

Der konventionelle Ansatz bei der Auswahl von Unternehmensspeicher wird infrage gestellt. Es entwickeln sich rasch neue Beschaffungsmodelle, die mit einem Strategiewechsel der größten Speicheranbieter Hand in Hand gehen. Diese Entwicklungen bergen das Potenzial, das etablierte Preismodell grundlegend zu verändern, erfordern jedoch, dass der Benutzer fundierte Auswahlentscheidungen trifft. Dieses Whitepaper stellt die neue Dynamik vor und legt dar, wie Unternehmen diese neuen Möglichkeiten optimal nutzen können.

ÜBERBLICK DER SITUATION

Die IT-Branche geht zu einer neuen Technologieplattform für Wachstum und Innovation über. IDC nennt sie die dritte Plattform, basierend auf Mobilgeräten, Apps, Cloud-Services, mobilen Breitbandnetzwerken, Big Data/Analysen und Social-Media-Technologien. Millionen von Anwendern sind über mobile Breitbandnetzwerke miteinander verbunden und haben Zugriff auf Millionen von Anwendungen und Cloud-Services, was zum anhaltenden exponentiellen Datenwachstum beiträgt. IDC-Prognosen zufolge wird das digitale Universum bis 2020 40 Zettabyte erreicht haben, was alle früheren Vorhersagen übertreffen würde. IDC geht davon aus, dass nur 0,5 % der weltweiten Daten tatsächlich analysiert werden, woraus die Bedeutung von Technologie und Talent resultiert, um Big Data in nutzbare Informationen zu verwandeln. Der Markt für Unternehmensspeichersysteme ist von 7,3 Exabyte im Jahr 2009 auf 20,5 Exabyte im Jahr 2012 angewachsen. Angetrieben wird das unglaubliche Speicherwachstum von folgenden Makrofaktoren:

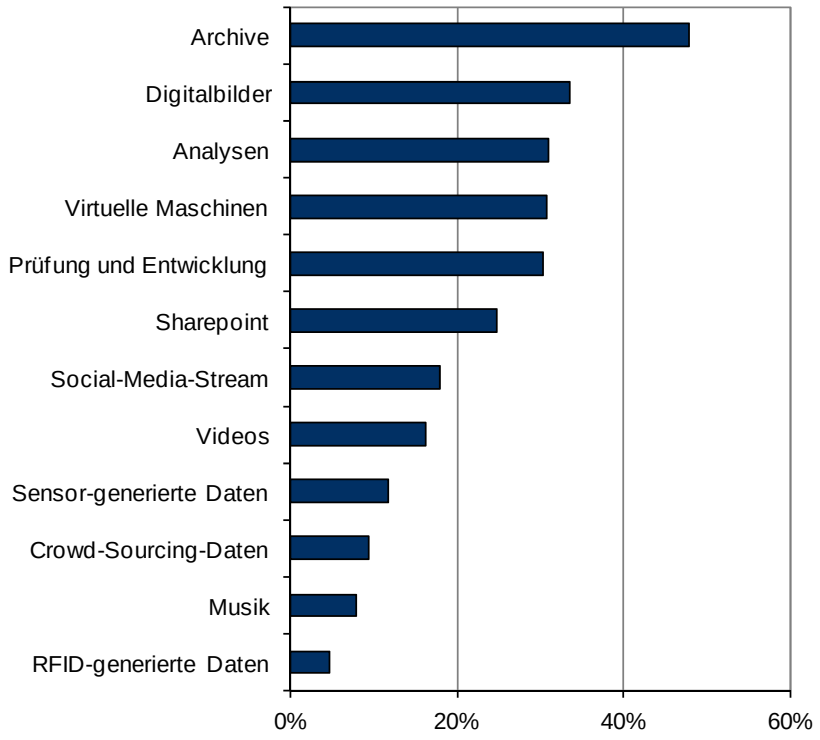
- **Cloud Computing.** Dies ist ein neues Bereitstellungs- und Servicemodell, das die IT-Ausgaben der kommenden Jahrzehnte maßgeblich mitbestimmen wird. Es beruht auf dem gemeinsamen Zugriff auf virtualisierte Ressourcen über das Internet. Die Ausgaben für öffentliche IT-Cloud-Services werden 2013 47,4 Milliarden US-Dollar und 2017 fast 108 Milliarden US-Dollar erreichen, bei einer über fünf Jahre gemessenen jährlichen Wachstumsrate von 23,5 % – das Fünffache des Wachstums der IT-Branche insgesamt. Diese Services werden bis 2017 17 % der IT-Produktausgaben ausmachen, während es 2012 noch 8 % waren.
- **Mobilgeräte.** Der Trend zu „Bring-your-own-device“ (BYOD), bei dem Endanwender in Unternehmen ihre eigenen Geräte nutzen, um auf Informationen zuzugreifen und Unternehmensinhalte zu erstellen, hat sich rasant ausgebreitet. Inzwischen haben viele Mitarbeiter zwei oder mehr Mobilgeräte, um auf das Netzwerk ihres Unternehmens zuzugreifen. Der Zugriff auf Softwarefunktionen, die früher nur über lizenzierte Software in Rechenzentren verfügbar waren, „als Service“ (SaaS) wird den Bedarf an öffentlichen Cloud-Services und an Speicherkapazität weiter anfachen.
- **Big Data mit Echtzeit-Analysen.** Die Informationsflut sowie der Zeit- und Kostenaufwand für das Auffinden der richtigen Informationen verursachen vielen Unternehmen erhebliche Probleme. Diese Faktoren stellen jedoch auch eine Chance dar, die man mithilfe von Big-Data-Plattformen nutzen kann. Sie ermöglichen eine nahezu fortlaufende Echtzeit-Analyse von Daten aus den unterschiedlichsten Quellen. Diese neue Chance wird dem Markt neue Partnerschaften und Speziallösungen bringen.

- **Maschinell erzeugte Daten.** Das Daten-Output von Maschinen und Sensoren hat durch die Verarbeitung noch größerer Datenmengen und Analysen deutlich zugenommen, was das exponentielle Wachstum zusätzlich verstärkt. IDC-Prognosen zufolge werden maschinell erzeugte Daten von 19 % des digitalen Universums im Jahr 2012 auf mehr als 40 % der 40 Zettabyte ansteigen, die insgesamt im Jahr 2020 generiert werden.
- **Social Media.** Durch das Wachstum von Services wie Twitter, LinkedIn und Facebook können Menschen sich miteinander verbinden und neue Inhalte erstellen, die innerhalb einer bestimmten Gruppe oder öffentlich geteilt werden können. Das von Social Media erzeugte Datenvolumen ist beachtlich und wird, in Kombination mit der Häufigkeit der Erstellung, eine Herausforderung für IT-Systeme darstellen, die den Zweck haben, zusätzlichen Wert aus Social Media zu schöpfen.

Zwar wächst die Menge der zu speichernden Daten ständig weiter, die Speicherbudgets der IT-Abteilungen erhöhen sich jedoch nicht proportional zum Bedarf an Speicherplatz. Begrenzter Speicherplatz und Strom im Rechenzentrum sowie steigende Betriebskosten und Komplexität des Datenmanagements erhöhen den Druck auf Anbieter, ihre vorhandenen Speicherressourcen effizienter zu nutzen.

ABBILDUNG 1

Workloads als Herausforderung



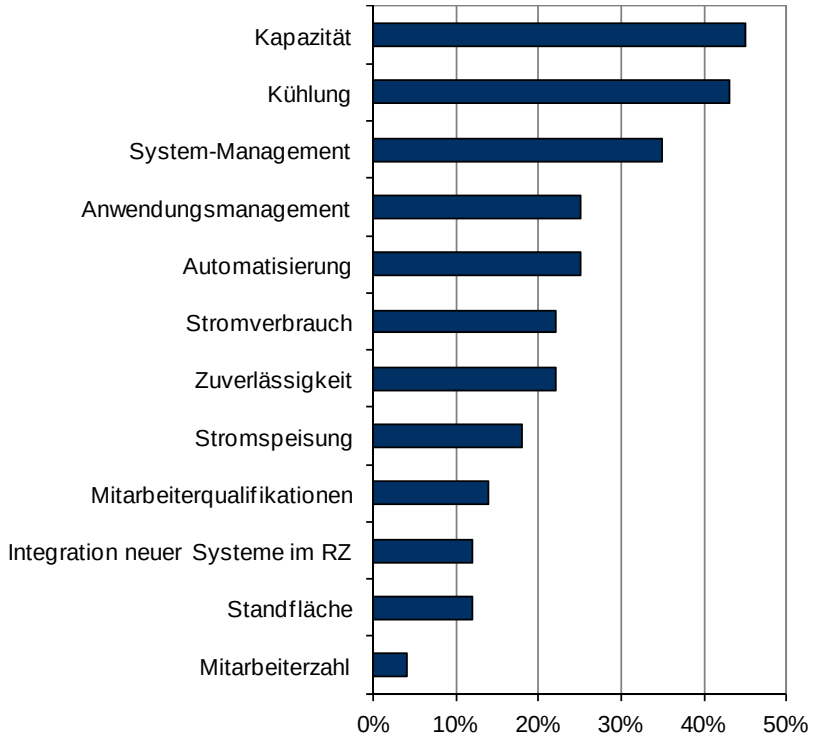
Quelle: IDC, 2013

IDC hat IT-Manager und Speicheradministratoren gebeten, die Workloads anzugeben, die bei der Planung ihrer zukünftigen Speicherinvestitionen hohe Priorität hatten. Überraschenderweise wurde die Datenarchivierung von den meisten befragten Unternehmen als wesentliche Workload-Priorität genannt. Die Unternehmen erklärten IDC, es sei wichtig für sie, die für ihre Branche geltenden Auflagen zur Aufbewahrung/Wiederauffindung von Daten zu erfüllen. Außerdem trage die Verschiebung von „Cold Data“ aus dem Primärspeicher ins Archiv zur Eindämmung des

Datenwachstums bei und halte die Kosten auf einem akzeptablen Niveau. Replikation, Snapshots und Provisioning würden durch die Kontrolle des Datenwachstums in der primären Schicht ebenso vereinfacht.

ABBILDUNG 2

Die größten Herausforderungen für Rechenzentren



Quelle: IDC, 2013

Wenn IT-Manager gebeten werden, die größten Herausforderungen für Rechenzentren anzugeben, fällt auf, dass eine gut durchdachte Speicherinfrastruktur bei der Behebung der Probleme eine wichtige Rolle spielen kann. So hilft eine intelligente, automatisierte Kombination von SSD- und HDD-Speicherschichten, sieben der acht am häufigsten genannten Herausforderungen zu bewältigen.

Neue Wahlmöglichkeiten: softwaredefinierter Speicher

Große Speicheranbieter wie EMC haben Support für softwaredefinierten Speicher (SDS) angekündigt, der sich von der traditionellen Branchenpraxis unterscheidet, bei der eine komplette hardware- und softwarebasierte Speicherlösung bereitgestellt wird. Bei diesem Ansatz ist die Software, die die speicherbezogenen Aufgaben steuert, von der physischen Speicherhardware abgekoppelt.

Im Mittelpunkt stehen Speicherservices wie Snapshots oder Deduplizierung, und nicht die Speicherhardware. So kann ein Speicheradministrator beispielsweise Servicelevel einsetzen, wenn es darum geht, Speicher bereitzustellen, und muss sich nicht mit Hardwaremerkmalen auseinandersetzen. Speicher kann somit ein gemeinsam genutzter Ressourcenpool werden, der auf vorhandener gängiger Hardware ausgeführt wird.

Die Entkopplung der Speicherhardware verändert die Methoden der Anschaffung und Implementierung eines Speichersystems. Der Anwender oder Integrator muss keine Laufwerke und Gehäuse mehr vom Speicheranbieter beziehen, sondern kann völlig frei unter HDDs und SSDs von verschiedenen Anbietern wählen.

Dieser Ansatz ist in den letzten Jahren immer beliebter geworden, sodass inzwischen ein bedeutender struktureller Wandel auf dem Speichermarkt in Gang gekommen ist. IDC geht davon aus, dass der Markt für softwaredefinierten Speicher mit der Zeit zum De-facto-Mechanismus für die Entwicklung, Bereitstellung und Nutzung von Daten werden wird. Prognosen zufolge wird der datei- und objektbasierte Speichermarkt 2016 den Wert von 34 Milliarden US-Dollar überschreiten. IDC erwartet, dass mehr als zwei Drittel davon auf skalierbare softwarebasierte Speicherplattformen zurückzuführen sein wird. EMC bringt sich mit seiner ViPR-Initiative bereits in Position, um diesen Trend zu nutzen. HP, Quantum und andere bieten mittlerweile virtuelle Gegenstücke zu ihren physischen Speicher-Appliances. Die reinen Software-Speicherlösungen von Nexenta werden bereits von Tausenden Anwendern eingesetzt.

Softwaredefinierter Speicher ist Teil eines größeren Branchentrends, der auch softwaredefinierte Netzwerke (SDN) und softwaredefinierte Rechenzentren (SDDCs, Software-Defined Datacenters) umfasst. Die Reduzierung der Speicherkosten hat für große Unternehmen bei der Planung ihrer Speicherinvestitionen oberste Priorität. SDS hat das Potenzial, die erforderlichen Kostensenkungen zu ermöglichen und gleichzeitig die Verwaltbarkeit, Flexibilität und Performance zu erhöhen.

Um den Nutzen dieses strukturellen Wandels zu maximieren, ist es für Anwender hilfreich, die zugrunde liegenden Speicherelemente, ihre Eigenschaften sowie optimale Anwendungsbeispiele zu kennen.

NAND-Flash-Speicher

Flash hat weitreichende Auswirkungen auf die Architektur von Speichersystemen. Als SSDs aufkamen, wurden sie zunächst einfach nur verwendet, um vorhandene HDDs zu ersetzen und die bestehende Infrastruktur zu beschleunigen. Es gibt jedoch eine Vielzahl von verschiedenen Performance- und Kapazitätsanforderungen, die ganz vom Workload des Unternehmens abhängen. Deshalb haben sich mit der Weiterentwicklung der Technologie je nach Betriebsumgebung verschiedene Ansätze herausgebildet, um die Vorteile von Solid-State-Speicher voll auszuschöpfen.

Überlegungen bei der Integration von Flash-Speicher

Diese Vielfalt an verfügbaren Lösungen bedeutet, dass SSD- und Flash-Technologie in verschiedenen Architekturen im Rechenzentrum eingesetzt wird, um sowohl kurzfristige als auch langfristige Geschäftsanforderungen zu erfüllen. Um den Speicher optimal auf die erforderliche Performance und Kapazität für die verschiedenen Arten von Workloads zuschneiden zu können, haben sich folgende Architekturen herausgebildet:

- **Serverbasiert.** Eine serverbasierte Architektur weist die geringste Latenz auf, da der Flash- oder SSD-Speicher aus der I/O-Pfadperspektive dem Prozessor und der Anwendungsinfrastruktur am nächsten ist. In der Regel kann serverbasierter Flash-Speicher nicht von mehreren Servern genutzt werden. Dieser Ansatz kann speziell auf eine einzige Anwendung zugeschnitten werden, um Beschleunigung bei minimaler Investition zu erzielen.

- **Im Netzwerk.** Flash wird in der Regel als Caching-Schicht zwischen Host- und Speicherschicht eingesetzt. Netzwerk-Caching wird für Anwendungen verwendet, wenn zu wenig Flash-Kapazität auf dem Server zur Verfügung steht, um die erforderlichen hohen Cache-Speicherquoten zu erzielen.

Innerhalb des Speicher-Arrays gibt es zwei Optionen:

- **Hybrid-Array.** Hybrid-Arrays kombinieren HDDs mit SSDs in Verbindung mit intelligenter Datenspeichersoftware bzw. solchen Richtlinien. Bei diesen Lösungen können SSDs entweder mithilfe automatisierter Schichtenstrukturierung als dauerhafter Speicher (auf ein Laufwerk geschrieben, kann einen Abschaltvorgang im Rechenzentrum überstehen) genutzt werden oder als Cache-Schicht innerhalb des Arrays. In beiden Fällen wird ein relativ kleiner Teil des NAND-Flash-Speichers (bis zu 15 %) dazu verwendet, die Systemperformance so weit zu erhöhen, dass sie herkömmliche, reine HDD-Lösungen übertrifft.
- **Reine Flash-Arrays.** Reine Flash-Arrays sind spezialgefertigte Speichersysteme für Unternehmen und verwenden ausschließlich Flash-basierte SSDs als Speichermedien. Diese Arrays enthalten keine traditionellen HDDs, sondern nutzen dauerhaften Flash-Speicher in I/O-intensiven Umgebungen wie z. B. OLTP-Datenbanken.

Aufgrund der Fortschritte in der Halbleitertechnologie sowie des zunehmenden Einsatzes von NAND-Flash auf dem Verbrauchermarkt haben NAND-Flash-basierte SSDs nun auch Unternehmen erreicht. Sie bieten eine kostengünstige Lösung, um als Ergänzung in HDD-basierten Speicherinfrastrukturen die Server/Speicher-Performancelücke zu schließen. In Verbindung mit Softwarefunktionen wie intelligentem Caching und automatisierter Schichtenstrukturierung erleichtern diese Techniken den SSD-Einsatz und machen Solid-State-Speicher im gesamten Unternehmen leichter verwendbar.

SSDs enthalten einen nichtflüchtigen Halbleiter-Speicher (in der Regel NAND-Flash), einen erweiterten Controller sowie eine Schnittstelle zur Verbindung mit dem Host. Diese Geräte revolutionieren die gesamte IT-Branche, da sie wichtige Vorteile mit sich bringen, wie z. B.:

- **Kosteneinsparungen.** NAND-Flash für Unternehmen ist im Vergleich mit HDDs auf Preis/GB-Basis das teurere Speichermedium. Wird Solid-State-Speicher jedoch in ein System mit Speicheroptimierungstechnologien wie Komprimierung und Deduplizierung integriert, können Speicheranbieter die Anschaffungskosten und die Gesamtbetriebskosten senken. Außerdem wird beim Einsatz von Solid-State-Speicher das Verhältnis Preis/I/O/GB optimiert. Um eine vergleichbare I/O-Performance zu erzielen, müssen herkömmliche HDD-Arrays auf eine hohe Anzahl an Spindeln zurückgreifen, was entsprechende Anforderungen in Bezug auf Kosten, Energie und Platz ebenso wie Zuverlässigkeitsprobleme mit sich bringt.
- **Hohe Performance.** SSDs können einen Zufallsdatendurchsatz von mehreren GB pro Sekunde erreichen und bieten eine hohe IOPS-Performance (I/O-Operationen pro Sekunde). So kann eine einzige SSD mehr als 30.000 IOPS bewältigen – ein Vielfaches mehr als die schnellsten HDDs. Darüber hinaus bieten SSDs aufgrund ihrer vorhersehbaren Zugriffszeit und hohen Bandbreite eine konsistentere I/O-Reaktionszeit.
- **Höhere Effizienz.** Speicheranbieter versuchen ihre Speicherlösungen durch den intelligenten Einsatz von SSDs effizienter zu gestalten. Indem sie beispielsweise die am häufigsten benötigten Daten auf Hochleistungs-SSDs speichern und seltener abgerufene Daten auf den kostengünstigsten HDDs, können Speicheranbieter die Effizienz erhöhen. SSD-basierte Lösungen erfordern in der Regel weniger Strom, Kühlung und Platz als eine reine HDD-Alternative.

Die künftige Rolle von HDDs: Speicherung von „Cold Data“

In den letzten Jahren entstand ein Bedarf an kostengünstigerem Speicher aufgrund von verbrauchergenerierten unstrukturierten Inhalten, Cloud-Services und Datendepots sowie aufgrund einer mobilen, sozial vernetzten Welt, die mit jeder Bildschirmberührung Daten anfordert und erzeugt. Ein Großteil der Daten wird nach dem Speichern vielleicht nie gelesen, aber es besteht der Wunsch, sie verfügbar zu halten. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, sie auf der kostengünstigsten Plattform zu speichern.

IDC geht davon aus, dass HDDs die Technologieplattform bilden werden, die die Branche mit dieser unteren Schicht „kalter“ Datenspeicherung bedient. Flash kann dieser unteren Schicht den Weg ebnen, da zu erwarten ist, dass eine angemessen dimensionierte Flash-Speicherschicht den Großteil der IOPS eines gegebenen Unternehmensworkloads bewältigen kann. Wenn Flash diese Funktion übernehmen kann, werden IT-Manager sich bemühen, ihre Flash-Schicht korrekt zu dimensionieren, wobei Schätzungen zwischen 2 % und 15 % der Gesamtinfrastruktur eines Rechenzentrums variieren, und dann möglichst viele Daten in die kostengünstigste Schicht verschieben. Anforderungen in Bezug auf Kosten, Kapazität und Anwendungsperformance werden letztlich darüber entscheiden, wie groß der Anteil des „kalten“ Datenspeichers sein wird und welcher Anteil der Daten weiterhin auf Performance-optimierten HDDs verwahrt werden muss.

Der Haupterfolgsfaktor wird in der Frage liegen, ob eine „kalte“ Speicherplattform die Kostenanforderungen erfüllen kann, ohne den Betrieb des Rechenzentrums und damit verbundener Anwendungen aufgrund einer außergewöhnlich langsamen Performance zu behindern, bei der die Latenz möglicherweise in Sekunden zu messen ist.

Die Kosten von Ausfallzeiten

Es ist keine Überraschung, dass ein großer Systemausfall negative Auswirkungen auf die Anwenderproduktivität, den Kundenservice und sogar das Markenimage eines Unternehmens haben kann. Die Quantifizierung der Kosten eines Ausfalls würde wertvolle Informationen liefern, insbesondere wenn es darum geht, wie viel man für die Erhöhung der IT-Stabilität ausgeben soll.

IDC hat herausgefunden, dass Ausfallkosten von einer Reihe von Faktoren beeinflusst werden, z. B.:

- Unternehmen: Umsatz, Mitarbeiter, Land, Branche, Gewinn als % des Umsatzes, IT-Anwender
- IT-Mitarbeiter: Verfügbare Vollzeitäquivalente zur Erkennung und Behebung von Ausfällen, Gehalt
- Anwendung: Intern, zum Kundenkontakt oder beides
- Anwenderauswirkung: % der Anwender, die von einem Ausfall betroffen sind, Produktivitätsverlust in %, Gehalt
- Server-Betriebssystem: Windows, Linux, Mainframe usw.
- IT-Praktiken: Einsatz von Virtualisierung, ITIL, HA, Überwachungstools, Wartungsverträge

Die Werte können von Unternehmen in das Ausfallkosten-Schätzungsmodell von IDC eingegeben werden, um einen Schätzwert ihrer jeweiligen Ausfallkosten zu ermitteln. Hier ein Beispiel anhand durchschnittlicher Branchenwerte:

TABELLE 1

Branchendurchschnitt für Kosten von Ausfallzeiten

Unternehmensgröße	Land	Branche	Kosten von Ausfallzeiten
100 Mitarbeiter	Großbritannien	Herstellung	9.800 USD/h
1.000 Mitarbeiter	Großbritannien	Herstellung	132.000 USD/h
5.000 Mitarbeiter	Großbritannien	Herstellung	570.000 USD/h

Quelle: *Cost of Downtime Estimator*, IDC, 2013

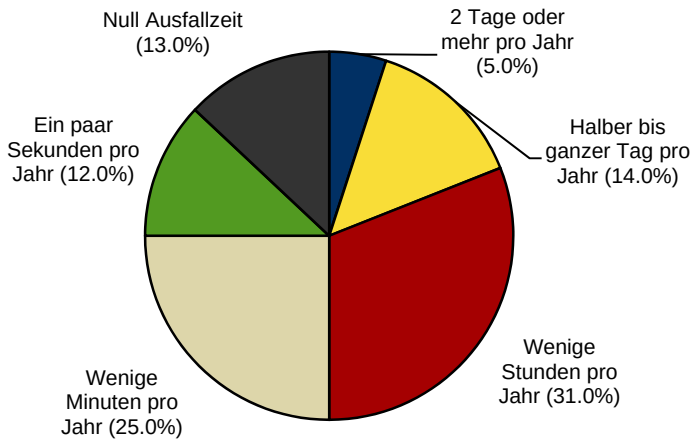
Ein Systemausfall kommt bei den meisten Unternehmen selten vor, aber Speicherprobleme können die Systemperformance einschränken:

- HDD-Ausfälle und Volume-Neuaufbauprozesse können die Performance des Speichersystems tagelang beeinträchtigen. Im Fall eines RAID-5-Arrays könnte ein zweiter Ausfall während des Neuaufbaus zu Datenverlusten führen. Mit zunehmender Größe der HDDs steigt die Dauer eines Neuaufbaus von wenigen Stunden auf einen oder mehrere Tage. Während dieses Prozesses rekonstruiert der Storage Controller die Daten auf dem ausgefallenen Laufwerk mithilfe von Parity- und Prüfsummen-Daten, was die Performance beeinträchtigt.
- Werden mehrere virtualisierte Server auf einem physischen Server ausgeführt, entsteht ein willkürliches, nichtsequentielles I/O-Muster, das die Effektivität des Speichercaches reduzieren kann. Die Reaktionszeit des Arrays steigt, wodurch die Performance der Anwendungen und die Anwenderproduktivität sinken.
- Falsch konzipierte Backup-Prozesse können Netzwerke während der Produktionszeiten belasten und die Reaktionszeiten des Speichers verlängern.

All diese Probleme tragen zu den Lebenszykluskosten eines Speicher-Arrays bei. Hinzu kommen Datenschutz, Strom und Kühlung, IT-Verwaltungsaufwand sowie Migrations- und Compliance-Kosten. An dieser Stelle ist anzumerken, dass all diese Kosten von den funktionalen Eigenschaften des Arrays beeinflusst werden und nicht vom ursprünglichen Kaufpreis. Der Preis/GB ist nahezu irrelevant, wenn es um die Lebenszykluskosten von Speichersystemen geht.

ABBILDUNG 3

Schwellenwerte für Ausfallzeiten



Quelle: IDC, 2013

Wenn es um die Quantifizierung der maximal akzeptablen Systemausfallzeit geht, zeigt sich, dass die Unternehmen von heute strenge Anforderungen an die Speicherinfrastruktur stellen. Eine aktuelle Umfrage ergab, dass nur 19 % der Befragten mehr als ein paar Stunden pro Jahr tolerieren würden. Da eine einzige Stunde Ausfallzeit ein Unternehmen mit 500 Mitarbeitern mehr als 100.000 US-Dollar kosten kann, scheint eine Investition in Speicherhardware von höchster Stabilität und Zuverlässigkeit eine kluge Entscheidung.

Speicher für Unternehmen und Einzelverbraucher

Eine Speicherinfrastruktur für Unternehmen muss konstante Performance-Niveaus bieten können, die weit über das hinausgehen, was bei Anwendungen für Einzelverbraucher erforderlich ist – in der Regel 100 % Auslastung an jedem Wochentag rund um die Uhr. Ein Ausfall der Speicherhardware kann die Arbeit vieler IT-Anwender und Kunden unterbrechen, die auf eine zuverlässige Bereitstellung von IT-Services angewiesen sind. Speichersysteme für Einzelverbraucher sind für niedrige Kosten und eine typische Workload-Auslastung von 10-20 % für 40 Stunden pro Woche optimiert. Ein Ausfall der Speicherhardware auf Client-Ebene ist zwar ärgerlich, betrifft jedoch in der Regel nur einen einzelnen Anwender.

HDDs für Unternehmen und Einzelverbraucher

Um die unterschiedlichen Prioritäten dieser Anwendungsfälle zu berücksichtigen, entwickeln HDD- und SSD-Anbieter Lösungen, die speziell auf die jeweilige Umgebung zugeschnitten sind. Bei HDDs für Unternehmensumgebungen werden zumeist folgende Methoden genutzt, um die erforderliche Zuverlässigkeit und Performance zu erzielen.

- **Belastbarere mechanische Komponenten.** Das Unternehmenssystem unterstützt nicht nur lokal Aufgaben des Betriebssystems und der Anwendungen, sondern verarbeitet auch kontinuierlich Client-Anfragen. In Zeiten geringerer Auslastung kann das Unternehmenssystem die Festplatten auf Defekte oder Fehler prüfen oder Systembackups und andere Wartungsaufgaben ausführen. Unternehmens-Workloads verursachen einen höheren Verschleiß an Lagern, Motoren, Aktoren und Plattenmedien, was zusätzliche Wärme und Vibration erzeugt. Laufwerke für Unternehmenssysteme werden mit widerstandsfähigen Komponenten und Firmware-Programmierung entwickelt, um den Anforderungen der Umgebung standzuhalten.
- **Höhere Performance.** HDDs für Unternehmenssysteme verfügen im Allgemeinen über Mechanismen, die einen schnelleren Datenzugriff und -abruf ermöglichen. Dazu zählen höhere Spindelgeschwindigkeiten, stärkere Aktormagneten, magnetische Medien mit höherer Dichte sowie schnellere Prozessoren mit mehr Cache-Speicher.
- **Wiederherstellung nach Lesefehlern.** Im Falle eines Lesefehlers führen Einzelverbraucher-Laufwerke in der Regel mehrere Neuversuche durch, bevor sie eine Fehlermeldung ausgeben, dass der Block nicht lesbar war. Währenddessen steht das Laufwerk dem Betriebssystem und der Anwendung unter Umständen nicht zur Verfügung. Längere Timeouts zur Wiederherstellung von Laufwerken sind in Unternehmensumgebungen nicht akzeptabel, da sie mehrere Anwender betreffen können und RAID-Systeme ein nicht reagierendes Laufwerk nicht tolerieren. Deshalb haben Festplatten für Unternehmenssysteme einen niedrigen CommandTimeout-Wert. Wenn ein Laufwerk Probleme hat, einen Sektor zu lesen, und der kurze Timeout überschritten wird, reagiert das Laufwerk darauf, indem es fehlende Daten anhand der Sektorprüfsumme wiederherzustellen versucht, sofern diese verfügbar ist. Gelingt dies nicht, benachrichtigt das Laufwerk den Controller, und der Controller versucht daraufhin eine Wiederherstellung mithilfe redundanter Daten auf anderen Festplatten innerhalb der RAID-Gruppe sowie ein Remapping der fehlerhaften Sektoren. Durch das kürzere Timeout kann der

Wiederherstellungsversuch erfolgen, während die Systemlaufwerke weiterhin Anfragen des Betriebssystems nach Zugriff auf die Systemfestplatten unterstützen.

- **Widerstandsfähigkeit gegen Vibration.** Vibration von Lüftern und anderen Festplatten in der Nähe kann über das Systemgehäuse auf ein Laufwerk übertragen werden, was zu Lese-/Schreibfehlern führen kann, wenn der Kopf aus der Spur gerät. Laufwerke für Unternehmenssysteme nutzen eine raffiniertere Schwingungskompensation, indem sie die Vibrationsbewegung des Laufwerks ebenso wie die Position des Kopfes und die Spurausrichtung per Sensor erfassen. Das Laufwerk kann dann mit zusätzlicher Aktorkraft reagieren oder warten, bis der Spindelmotor die Medienzielposition wieder unter den Kopf bewegt, sodass ein erneuter Zugriffsversuch unternommen werden kann. Laufwerkskonstruktionen für Unternehmenssysteme beinhalten ein geschlossenes Feedbacksystem zwischen dem Magnetkopf und der/den Spindel(n), um Vibrationsanomalien zu erkennen und entsprechend zu reagieren. HDDs für Einzelverbraucher verfügen in der Regel über weniger Servos als HDDs für Unternehmenssysteme oder weisen vielleicht nur einen kombinierten Servo-/Datenpfadprozessor auf. Mit nur einem Prozessor kann das Einzelverbraucher-Laufwerk den Kopf beim Schreiben auf dem Medium nicht positionieren.
- **Durchgängige Datenintegrität.** Bei einem Unternehmenslaufwerk werden übertragene Daten stets von Parity- oder Prüfsummeninformationen begleitet. Dadurch können Datenübertragungsfehler erkannt und in manchen Fällen korrigiert oder eine Neuübertragung gestartet werden. Laufwerke für Einzelverbraucher beinhalten hingegen zumeist keinen Fehlerkorrekturcode (ECC) im Pufferspeicher des Systems oder Laufwerks. Unternehmenssysteme nutzen Fehlererkennung in jeder Phase innerhalb des Systems, einschließlich ECC-Unterstützung im System- und Laufwerkspeicher, um die Datenintegrität zu erhöhen.
- **Variable Sektorgröße.** Laufwerke für Einzelverbraucher nutzen einen festen 512-Byte-Sektor mit genügend Parity-Daten für den Controller, um Datenfehler im Sektor zu erkennen, aber nicht genügend, um fehlende oder korrupte Daten wiederherzustellen. Laufwerke für Unternehmenssysteme bieten variable Sektorgrößen, durch die der Controller die Datengröße pro Sektor festlegen und den übrigen Platz für eine Prüfsumme nutzen kann, anhand derer korrupte Daten wiederhergestellt werden können. Der Controller kann den Fehler erkennen und mithilfe verfügbarer Sektoren ein Remapping durchführen.

Die Zuverlässigkeit von Laufwerken wird üblicherweise als die mittlere Betriebsdauer zwischen Ausfällen (MTBF) in Stunden angegeben. Dank der oben beschriebenen Techniken liegt die Zuverlässigkeit von HDDs für Unternehmenssysteme im Bereich von 1,2 Millionen Stunden, ausgehend von einem Arbeitszyklus von 100 % für einen durchgehenden Betrieb bei 45 °C. Im Vergleich dazu liegen Laufwerke für Einzelverbraucher zumeist bei 700.000 Stunden MTBF, ausgehend von einem Arbeitszyklus von 20 % und einem Betrieb von 5 x 8 Stunden bei 25 °C.

SSD/NAND-Flash für Unternehmen und Einzelverbraucher

Die JEDEC veröffentlichte 2010 den Bericht *JESD219: Solid State Drive (SSD) Endurance Workloads*, um die unterschiedlichen Performance-Merkmale von Unternehmens- und Verbraucher-Anwendungsfällen zu definieren. SSDs für Unternehmen unterscheiden sich auf mehrere Arten von SSDs für Einzelverbraucher, u. a. in ihrer Fähigkeit, höhere Schreib-Workloads, extremere Umgebungsbedingungen und Wiederherstellungen von einer höheren Bitfehlerrate (BFR) zu unterstützen.

TABELLE 2

SSDs für Verbraucher und für Unternehmen

Workload	Aktive Nutzung	Aufbewahrung	Functional Failure Requirement (FFR)
Verbraucher	40 °C	30 °C	<= 3 %
Unternehmen	55 °C	40 °C	<= 3 %

Quelle: JEDEC Standards, JESD219: Solid State Drive Endurance Workloads, 2010

Die funktionale Performance und langfristigen Betriebseigenschaften von NAND-Flash hängen maßgeblich von der Art/Architektur der Speicherzelle ab. Gegenwärtig gibt es vier gängige Flash-Speicherarchitekturen: TLC, cMLC, eMLC und SLC. Die Fähigkeit des NAND-Flash-Speichers, der in Flash-Speichergeräten enthalten ist, Daten zuverlässig zu speichern, nimmt mit jedem Programmier- oder Löschzyklus einer NAND-Flash-Speicherzelle ab, bis der NAND-Flash-Speicher Daten nicht mehr zuverlässig speichern kann. Zu diesem Zeitpunkt sollte er aus dem Speicherpool entfernt und die logische Adresse auf eine neue physische Adresse auf dem NAND-Flash-Speicherarray verschoben werden.

Da die Zelle ständig programmiert oder gelöscht wird, steigt die Fehlerrate ebenfalls linear an, und deshalb muss eine Reihe komplexer Verwaltungstechniken auf der Unternehmens-SSD implementiert werden, um die Fähigkeit der Zelle, Daten während der erwarteten Lebensdauer der SSD zuverlässig zu speichern, zu verwalten. Die Programmier-/Lösch-Lebensdauer eines NAND-Flash-Speichers kann, je nach Herstellungsverfahren und Art des produzierten NAND-Flash-Speichers stark variieren. Die relativen Vorzüge der verschiedenen Arten von NAND-Flash-Speicher lassen sich wie folgt zusammenfassen.

TABELLE 3

Vorzüge von NAND-Flash-Speicher

NAND-Flash-Speicherart	SLC	eMLC	cMLC	TLC
Architektur	1 Bit pro Zelle	2 Bits pro Zelle	2 Bits pro Zelle	3 Bits pro Zelle
Lebensdauer	Am höchsten	Hoch	Mittel	Am niedrigsten
Kapazität	Niedrig	Mittel	Mittel	Hoch
Bitfehlerrate	10^9	10^8	10^7	10^4
Kosten	Am höchsten	Hoch	Mittel	Niedrig

Quelle: IDC, 2013

Das breite Spektrum an Performance- und Zuverlässigkeitseigenschaften von NAND-Flash-Speicher macht ihn zu einem äußerst vielseitigen Speichermedium, das sich den variablen Preis-/Performance-Anforderungen der einzelnen Speicherschichten anpassen kann. Die Anbieterauswahl ist von entscheidender Bedeutung, da technische Neuerungen wichtige Funktionsverbesserungen mit sich bringen. So beinhaltet Toshiba NAND-Flash-Speicher beispielsweise die folgenden Unterscheidungsmerkmale.

- QSBC-Fehlerkorrekturcodes: Quadruple Swing-By Code, ein starker Fehlerkorrekturcode (ECC) zum Schutz vor Lesefehlern im Gerät.
- Deterministische, auf null setzende TRIM-Funktion: Damit kann das Host-Betriebssystem die SSD über Datenblöcke informieren, die nicht mehr genutzt werden und intern gelöscht werden können.
- Advanced Power Management (APM) Technologie zur Gewährleistung eines möglichst geringen Energieverbrauchs. Mithilfe einer zusätzlichen Datenschutzfunktion schützen die SSDs sämtliche intern übertragenen Daten vor unerwarteten Stromausfällen und Schreibfehlern.

Genau wie bei den HDDs gibt es auch hier klare Unterschiede zwischen NAND-Flash-Speicher für Unternehmen und Verbraucher. Einige Anbieter von Speichersystemen versuchen, sich einen Preisvorteil zu verschaffen, indem sie Komponenten für Verbrauchersysteme in Unternehmensumgebungen einsetzen, etwa im Rahmen einer innovativen Systemarchitektur. IDC ist jedoch überzeugt, dass eine gute Kenntnis der Eigenschaften der zugrunde liegenden Speichermedien bei der Auswahl und Bewertung potenzieller Speicherlösungen äußerst wertvoll ist.

Die Speicherstrategie von Toshiba

Nach Auffassung von IDC stellt Toshibas Fähigkeit, Laufwerke von höchster Stabilität und Zuverlässigkeit zu entwickeln und herzustellen, einen der größten Beiträge des Unternehmens zur Speichertechnologie dar. Toshiba ist mittlerweile der erfolgreichste Anbieter von 2,5-Zoll-Laufwerken für anspruchsvolle Mobilumgebungen wie Laptops, Automobilausstattung sowie industrielle und Unternehmenssysteme.

Toshiba ist der Erfinder des NAND-Flash-Speichers und hat bedeutende Investitionen in Komplett-Produktionsstätten getätigt, darunter ein Joint Venture mit SanDisk im Umfang von 4 Milliarden US-Dollar für ein neues 16-17-nm-Werk in Yokkaichi in Japan, das im August 2013 bekannt gegeben wurde. Mit seinen Forschungs- und Herstellungsstätten ist Toshiba weltweit das einzige Unternehmen, das ein umfassendes Portfolio an HDD- und NAND-Flash-Lösungen für Unternehmens- und Verbraucheranwendungsfälle anbieten kann. Toshiba ist Großinvestor und Hauptlieferant von Violin Memory, einem Unternehmen, das seit 2010 globale Pionierarbeit im Bereich der Flash-Speicherlösungen für Unternehmen leistet.

Toshiba setzt sowohl auf HDD- als auch Flash-Speicher und betont deren Fähigkeit, einander zu ergänzen. Martin Larsson, Vice President, Storage Products Division, Toshiba Electronics Europe, erklärt: „Die HDD- und Flash-Speichertechnologien werden nebeneinander weiterbestehen und von ihren ergänzenden Eigenschaften profitieren. Toshiba ist der einzige Anbieter, der das gesamte Spektrum an HDD-, SSD- und NAND-Flash-Speicher abdeckt. Mit unserer Vision der ‚Total Storage Innovation' verfolgen wir das Ziel, der führende Anbieter von Speicherlösungen in der anbrechenden Cloud- und Big-Data-Ära zu werden."

Toshiba wird HDDs zur Speicherung großer Mengen an „Cold Data" anbieten. Gleichzeitig wird das Unternehmen sein Angebot an SSDs für Unternehmen verstärken, indem es seine firmeneigene NAND-Flash-Speichertechnologie und sein Know-how in der Entwicklung von Controllern und Firmware in HDDs für Unternehmensumgebungen weiter ausschöpft. Künftige Speicherprodukte werden zusätzliche Funktionen zur Steigerung der Zuverlässigkeit und Sicherheit (Verschlüsselung) enthalten.

HERAUSFORDERUNGEN UND CHANCEN FÜR TOSHIBA

Toshiba ist auf dem HDD- und SSD-Markt einzigartig aufgestellt, aber es gibt auch Herausforderungen:

- In Toshibas Unternehmenskultur sind technische Qualität und Innovation von allerhöchster Bedeutung. Auffälliges Marketing wird generell als geringere Priorität angesehen. Doch im unübersichtlichen Markt von heute ziehen oftmals die Anbieter, die am lautesten schreien, die Aufmerksamkeit der Käufer auf sich. Neue Marktteilnehmer mit erheblichem Wagniskapital, sind in großer Eile, Geschäfte abzuschließen und ihren Bekanntheitsgrad zu steigern. Das offenkundige Risiko für Toshiba besteht darin, von kleineren Mitbewerbern verdrängt zu werden, die Toshibas geschäftlichen und technischen Vorsprung zu negieren oder zu neutralisieren versuchen.
- Die Mitbewerber von Toshiba/Violin Memory bieten Speicherarrays für Unternehmenssysteme an, die auf NAND-Flash-Speicher für Einzelverbraucher zurückgreifen. Toshiba muss also Kunden, die sich auch mit weniger zuverlässigen Lösungen zufriedengeben, von den Vorteilen von Flash-Speicher in Unternehmensqualität überzeugen.
- Der aktuelle Trend zu Anbietern, die als IT-Architekturberater für ihre Unternehmenskunden auftreten, bietet sowohl eine Chance als auch eine Herausforderung. Er gibt Anbietern die Möglichkeit, ihre breit gefächerten Fähigkeiten zu präsentieren und kann als Katalysator für ein besseres Kundenerlebnis dienen. Eine partnerschaftliche Zusammenarbeit kann sich als anspruchsvoller, aber lohnender Weg für den Anbieter ebenso wie für den Endanwender erweisen.

SCHLUSS

Man kann sagen, dass der Speichermarkt derzeit einen rascheren Wandel erlebt als je zuvor. Neue Marktteilnehmer mit innovativen Architekturen setzen alles daran, die etablierten Anbieter zu unterlaufen, die wiederum ihre Entwicklungszyklen beschleunigen, um mit den neuen Innovationen Schritt zu halten. Softwaredefinierter Speicher rückt näher an den Mainstream heran, was grundlegende Auswirkungen auf Anbieter und Anwender hat.

Speicherbasierte Storage-Systeme und SSDs werden seit vielen Jahren in Unternehmensumgebungen eingesetzt, die Höchstleistung ungeachtet der Kosten verlangten. IDC ist jedoch der Überzeugung, dass die Solid-State-Technologie sich aufgrund der rückläufigen Kosten von NAND-Flash-Medien und Fortschritten auf Systemebene in allen Teilen von Unternehmen durchsetzen und bestehende Storage-Systeme ergänzen wird. Die geschäftlich und technologisch führenden Unternehmen von heute sollten sich Lösungsanbietern zuwenden, die ein vollständiges Portfolio bieten, das auf vielfältige Unternehmens-Workloads ausgerichtet ist, und die über einen strategischen Rahmen verfügen, der Kunden hilft, die optimale Flash-Lösung für ihre speziellen Anforderungen zu ermitteln.

Über IDC

International Data Corporation (IDC) ist der weltweit führende Anbieter von Marktinformationen, Beratungsdienstleistungen und Veranstaltungen auf dem Gebiet der Informations- und Verbrauchertechnologie und der Telekommunikation. IDC hilft IT-Experten, Führungskräften und Investoren, faktengestützte Entscheidungen über Technologie-Anschaffungen und Geschäftsstrategien zu treffen. Mehr als 1.000 IDC-Analysten in über 110 Ländern liefern globale, regionale und lokale Erkenntnisse zu technologie- und branchenbezogenen Chancen und Trends. Seit mehr als 48 Jahren bietet IDC strategische Einblicke und hilft damit Kunden, ihre wichtigsten geschäftlichen Ziele zu erreichen. IDC ist ein Tochterunternehmen von IDG, dem weltweit führenden Technologiemedien-, Forschungs- und Veranstaltungsunternehmen.

IDC U.K.

Chiswick Tower
389 Chiswick High Road
London W4 4AE, Großbritannien
+44 208 987 7100
Twitter: @IDC
idc-insights-community.com
www.idc.com

Copyright Notice

This IDC research document was published as part of an IDC continuous intelligence service, providing written research, analyst interactions, telebriefings, and conferences. Visit www.idc.com to learn more about IDC subscription and consulting services. To view a list of IDC offices worldwide, visit www.idc.com/offices. Please contact the IDC Hotline at 800.343.4952, ext. 7988 (or +1.508.988.7988) or sales@idc.com for information on applying the price of this document toward the purchase of an IDC service or for information on additional copies or Web rights.

Copyright 2014 IDC. Reproduction is forbidden unless authorized. All rights reserved.