



Dell EMC™ PowerStore 7000T



Schnellerer Zugriff auf kritische Daten und höhere Inline-Datenreduzierung mit einer Dell EMC PowerStore 7000T-Storage-Lösung

Im Vergleich zu einer Storage-Lösung eines anderen Anbieters bot der PowerStore 7000T ein besseres Inline-Datenreduzierungsverhältnis und eine bessere Performance bei simulierten OLTP- und anderen I/O-Workloads.

Laut einem kürzlich veröffentlichten Bericht der IDC wird das Datenvolumen in Unternehmen im Zeitraum von 2020 bis 2022 um durchschnittlich mehr als 42 % ansteigen.¹ Unternehmen sind darauf angewiesen, dass Nutzer schnell auf Daten zugreifen können, doch das steigende Datenvolumen bremst möglicherweise den Nutzerzugriff aus. Mit einer Dell EMC PowerStore 7000T Storage-Lösung können Unternehmen der Enterprise-Klasse den Wildwuchs im Rechenzentrum eindämmen, die Performance-Meilensteine für Transaktionsdatenbanken erreichen und die Nutzeranforderungen erfüllen.

Bei Principled Technologies haben wir mehrere Tests mit zwei verschiedenen reinen NVMe®-Storage-Lösungen mit 48 TB nutzbarer Kapazität durchgeführt: einem Cluster aus Dell EMC PowerStore 7000T-Arrays und einer Lösung, die auf einem Array eines anderen Unternehmens basiert, das im Folgenden als Anbieter B bezeichnet wird. Im Vergleich zur Lösung von Anbieter B benötigte die PowerStore 7000T-Lösung weniger Rackplatz und verbrauchte weniger Storage-Kapazität für die gleiche Datenmenge. Sie verarbeitete zudem bei einer simulierten Datenbank-OLTP-Workload mehr Input/Output-Operationen pro Sekunde (IOPS). Darüber hinaus hat die PowerStore 7000T-Lösung im Vergleich zur Lösung von Anbieter B beim Ausführen von drei verschiedenen I/O-Profilen mehr IOPS und mehr MB pro Sekunde verarbeitet und kürzere Antwortzeiten erzielt. Mit einer Dell EMC PowerStore 7000T-Storage-Lösung können Unternehmen ihre Storage-Kapazität maximieren, die Storage Performance steigern und dabei weiterhin kürzere Antwortzeiten erreichen.



Geringere Beanspruchung der Storage-Kapazität für dieselbe Datenmenge

36 % geringere Belegung physischer Speichermedien*



Verarbeitung einer größeren Zahl an simulierten Transaktionsdatenbank-Workloads

33 % mehr max. IOPS bei einer OLTP-ähnlichen Workload*



Schnellerer Datenabruf

21 % mehr max. IOPS bei einem leseintensiven I/O-Profil*

*im Vergleich zur Lösung von Anbieter B

Testbeschreibung

Während unserer Tests befanden sich sowohl die Dell EMC PowerStore 7000T-Lösung als auch die Lösung von Anbieter B in einem externen Rechenzentrums-Labor. Wir führten alle Tests remote durch, nachdem wir vor Ort die Serverclients, die Netzwerkimplementierung und die Storage-Arrays inspiziert hatten. Die hatten volle Kontrolle über die Testumgebungen und uneingeschränkten Zugriff darauf.

Zu Beginn unseres Tests haben wir mehrere 1-TB-Volumes, auch logische Einheiten (LUNs) genannt, für beide Lösungen erstellt und sie vier VMware® ESXi™-Servern zugeordnet, die mit den Arrays verbunden waren. Anschließend haben wir in beiden Testumgebungen mehrere RDM-Festplatten (Raw Device Mapping) zu Linux®-basierten virtuellen Maschinen hinzugefügt. Die Hosts wurden gemäß den Best Practices der einzelnen Storage-Anbieter abgestimmt.

Jede Lösung wurde in drei Phasen getestet und jeder Test dreimal separat durchgeführt. Für diesen Bericht verwendeten wir den Medianwert der Ergebnisse jeder Phase.



Dell EMC
PowerStore 7000T

Informationen über das Dell EMC PowerStore 7000T-Array

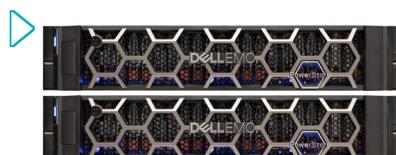
PowerStore 7000T ist eine All-Flash-NVMe-Storage-Lösung der Enterprise-Klasse. Das Array unterstützt bis zu 96 Laufwerke, darunter 25 2,5-Zoll-NVMe-Laufwerkssteckplätze, für bis zu 898,56 TB an Roh-Storage-Kapazität.² Das Array mit skalierbarem Intel® Xeon® Prozessor benötigt nur 2 HE Rackplatz. So können Unternehmen Kosten für ihr Rechenzentrum sparen, indem sie die Erweiterung auf neue Räume oder sogar Gebäude hinauszögern. Unternehmen können durch Clustering von PowerStore 7000T-Arrays beim Scale-up und Scale-out die Performance und Kapazität des Storage ohne zusätzlichen Managementaufwand erhöhen. Unsere PowerStore-Lösung umfasste zwei 2-HE-Arrays, also insgesamt 4 HE, und ist damit nur zwei Drittel so hoch wie die 6-HE-Lösung von Anbieter B.

Laut einer PT-Studie aus dem Jahr 2020 unterstützten PowerStore 9000T- und PowerStore 9000X-Arrays im Vergleich zu einem Array eines anderen Anbieters mehr IOPS für OLTP-ähnliche Workloads, speicherten Daten effizienter und erleichterten die Bereitstellung von neuem Storage.³

Weitere Informationen zur PowerStore T Serie von Arrays finden Sie unter <https://www.delltechnologies.com/de-de/storage/powerstore-storage-appliance/powerstore-t-series.htm>

Platz im Rack

Je niedriger, desto besser



Dell EMC PowerStore 7000T-Lösung



Lösung von Anbieter B

Abbildung 1: Belegter Rackplatz: 4 HE für die Dell EMC Lösung, 6 HE für die Lösung von Anbieter B. Je weniger, desto besser. Quelle: Principled Technologies.

Phase 1: Datenreduzierung. Zu Beginn des Tests enthielt jede Lösung ein leeres Volumen. Mithilfe von Vdbench haben wir eine Datenmigration in die Lösungen simuliert. Das von Vdbench erstellte 16-TB-Datenvolumen hatte ein I/O-Profil für sequenzielle Schreibvorgänge mit 128-KB-Blöcken, ein Komprimierungs- und Deduplizierungsverhältnis von 2:1 sowie einen einzelnen Thread pro Volume. Vor und unmittelbar nach jeder Testiteration wurden Informationen zu Kapazität und Datenreduzierung erfasst, um die Funktionen zur Inline-Datenreduzierung in beiden Lösungen zu bewerten.

Phase 2: Simulierte OLTP-Leistung. Die Zuweisung von Daten an den gesamten logischen Speicherplatz auf den 64 1-TB-Volumes erfolgte mithilfe von Vdbench unter Verwendung einer sequenziellen Schreib-I/O-Workload bei einem Komprimierungsverhältnis von 2:1 und einem Deduplizierungsverhältnis von 1:1. Danach wurde die Datenbank durch eine lange OLTP-Simulation mit fester Rate vorbereitet. Schließlich führten wir eine simulierte OLTP-Workload mit mehreren I/O-Blöcken aus, um die IOPS- und Latenzdaten der beiden Storage-Lösungen zu erfassen.

Phase 3: Vier I/O-Profile. Wir haben mithilfe von Vdbench die Anzahl der I/O-Vorgänge abgeschätzt, die jede Lösung mit unterschiedlichen Lese- und Schreib-I/O-Profilen verarbeiten kann. Beim Laden der 64 1-TB-Volumes haben wir ein Komprimierungs- und Deduplizierungsverhältnis von 2:1 verwendet. Dabei wurden Daten zu IOPS, Latenz und Datendurchsatz erhoben, um die beste Performance zu ermitteln.

Zwischen den einzelnen Testphasen haben wir die Zuordnung von RDM-Festplatten aufgehoben und Volumes gelöscht. Nach dem Löschen der Volumes ließen wir die Storage-Lösungen leer laufen, sodass sie Speicherplatz zurückgewinnen konnten. Dann starteten wir den Prozess der Erstellung von Volumes und der Zuordnung von RDM-Festplatten neu. In den Testphasen 2 und 3 wurde dieselbe Anzahl von Volumes und RDM-Festplatten verwendet.



Effizientere Datenspeicherung

Durch effiziente Deduplizierung und Komprimierung wird Speicherplatz auf Storage-Lösungen freigegeben, sodass Sie mehr Daten bedarfsorientiert speichern können und sich die Anschaffung neuer Hardware möglicherweise hinauszögert. Je mehr nutzbare Storage-Kapazität Ihre Storage-Lösung bietet, desto mehr profitieren Sie von Ihrer Investition.

Dank der Datenreduzierungstechnologie, bei der Inline-Komprimierung und Inline-Deduplizierung kombiniert werden,⁴ beanspruchte die PowerStore 7000T-Lösung nur 3,9 TB physischen Speicherplatz für die Speicherung von 16 TB Daten. Auch bei der Lösung von Anbieter B wird eine Datenreduzierungstechnologie eingesetzt, sie beanspruchte aber 6,15 TB physischen Speicherplatz für die Speicherung derselben 16 TB Daten. Das Datenreduzierungsverhältnis der Dell EMC Lösung lag bei 4,2:1. Die Lösung von Anbieter B bot hingegen ein Datenreduzierungsverhältnis von 2,6:1. Abbildung 2 zeigt die Ergebnisse unserer Tests zur Datenreduzierung.

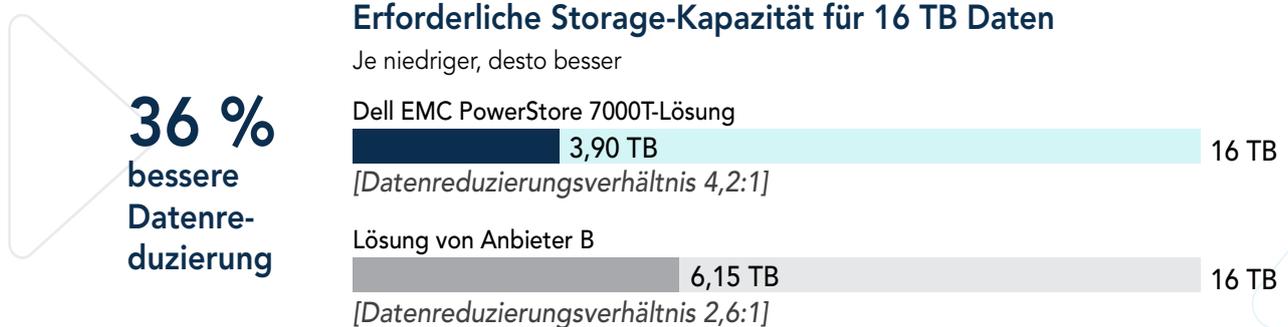


Abbildung 2: Ergebnisse der Datenreduzierung für die Dell EMC PowerStore 7000T-Storage-Lösung und die Storage-Lösung von Anbieter B nach der Speicherung von 16 TB Daten. Je niedriger, desto besser. Quelle: Principled Technologies.

Verarbeitung von mehr Datenbanktransaktionen für OLTP-Workloads

Wenn sich Ihr Unternehmen – wie viele Einzelhandelsfirmen, Finanzdienstleister und Customer Service-Unternehmen – bei kritischen Vorgängen auf OLTP-Datenbanken verlässt, muss Ihre Storage-Lösung mit den Anforderungen hochleistungsfähiger Datenbanken mithalten können. Schnelle OLTP-Datenbanken können Ihrem Unternehmen helfen, zu wachsen, während schleppend reagierende Datenbanken möglicherweise ihre Nutzer frustrieren, Verzögerungen verursachen und Ihr Geschäft beeinträchtigen.

Bei einer simulierten OLTP-Workload mit 32 Threads pro Volumen erreichte die Dell EMC PowerStore 7000T-Lösung maximal 534.092 IOPS (133.000 mehr als die Lösung von Anbieter B). Abbildung 3 zeigt die IOPS-Ergebnisse aus dieser Workload.

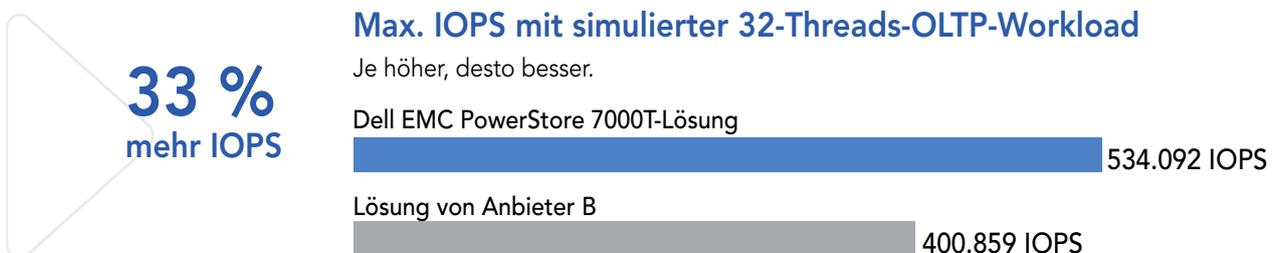


Abbildung 3: IOPS-Ergebnisse für die Dell EMC PowerStore 7000T-Storage-Lösung und die Storage-Array-Lösung von Anbieter B nach der Ausführung unserer simulierten OLTP-32-Thread-Workload. Quelle: Principled Technologies.

Unterstützung für mehr Storage-I/O, kürzere Antwortzeiten und Verarbeitung von mehr Daten bei einem höheren Durchsatz

Unterstützung für mehr IOPS

Wir haben zwei Vdbench-Workloads auf der Dell EMC PowerStore 7000T-Lösung und der Lösung von Anbieter B ausgeführt, um festzustellen, inwieweit beide Lösungen ein hohes Volumen an I/O-Anfragen verarbeiten können:

- Eine 32-Threads-Workload mit 100 % zufälligen Lesevorgängen von 8 KB, um zu ermitteln, wie schnell die Lösungen Informationen abrufen können
- Eine 32-Threads-Workload mit 100 % zufälligen Schreibvorgängen von 4 KB, um zu ermitteln, wie schnell die Lösungen Daten übertragen oder speichern können

Wie in Abbildung 4 und 5 ersichtlich, schnitt die Dell EMC PowerStore 7000T-Lösung in beiden Tests besser ab als die Lösung von Anbieter B und verarbeitete 21 % bzw. 37 % mehr IOPS. Bei der Workload mit zufälligen Lesevorgängen von 8 KB unterstützte die Dell EMC PowerStore 7000T-Lösung 1.231.617 IOPS. Das ist der höchste Wert, der in diesen Tests erreicht wurde. In der Gesamtbetrachtung dieser beiden Tests schnitt die Dell EMC PowerStore 7000T-Lösung bei zwei verschiedenen Workloads besser ab als die Lösung von Anbieter B und konnte Phasen mit hoher Aktivität besser unterstützen.

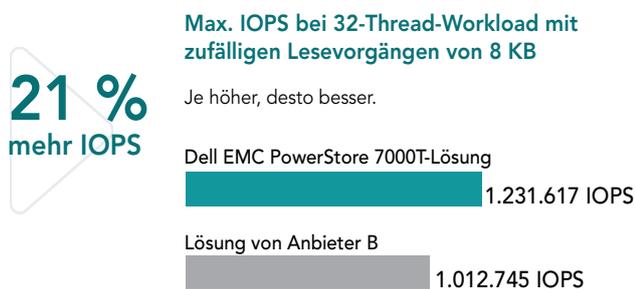


Abbildung 4: Anzahl der IOPS, die von jeder Lösung unterstützt werden, während eine 32-Threads-Workload mit zufälligen Lesevorgängen von 8 KB auf dem Vdbench-Benchmark ausgeführt wird. Je höher, desto besser. Quelle: Principled Technologies.

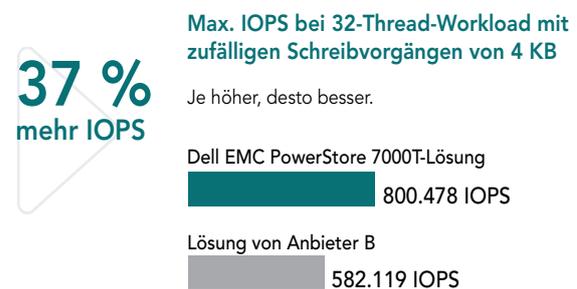


Abbildung 5: Anzahl der IOPS, die von jeder Lösung unterstützt werden, während eine 32-Threads-Workload mit zufälligen Schreibvorgängen von 4 KB auf dem Vdbench-Benchmark ausgeführt wird. Je höher, desto besser. Quelle: Principled Technologies.

Informationen über Vdbench

Vdbench ist ein Open-Source-Benchmarkingtool, das I/O-Lasten zur Beanspruchung von Storage-Arrays und zur Simulation realer Workloads erzeugt. Es zeigt den maximalen IOPS-Wert, den eine Lösung verarbeiten kann, zusammen mit der Latenz und Bandbreite, die sie bei der Verarbeitung dieser IOPS aufweist. Details zu den in unseren Tests konfigurierten und verwendeten Workloads finden Sie unter [Wissenschaftlicher Hintergrund des Berichts](#).

Kürzere Antwortzeiten

Beim Ausführen einer 4-Threads-Workload mit 70 % Lesevorgängen von 32 KB haben wir auch die Antwortzeit der einzelnen Storage-Lösungen gemessen. Wie in Abbildung 6 dargestellt, meldete die Dell EMC PowerStore 7000T-Lösung Latenzzeiten im Submillisekundenbereich, die Lösung von Anbieter B jedoch nicht. Abbildung 7 zeigt, dass die PowerStore 7000T-Lösung im Vergleich zur Lösung von Anbieter B 30 % mehr IOPS bei einer um 23 % geringeren Latenzzeit unterstützt. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass der Dell EMC PowerStore 7000T hohe Lasten von Nutzeranfragen verarbeiten und dennoch schnelle Antwortzeiten erzielen kann. Dies verbessert möglicherweise die Antwortzeiten von Anwendungen.

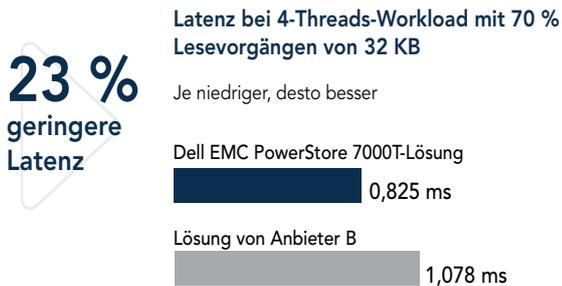


Abbildung 6: Antwortzeit in Millisekunden bei der Workload mit 70 % zufälligen Lesevorgängen von 32 KB. Je niedriger, desto besser. Quelle: Principled Technologies.

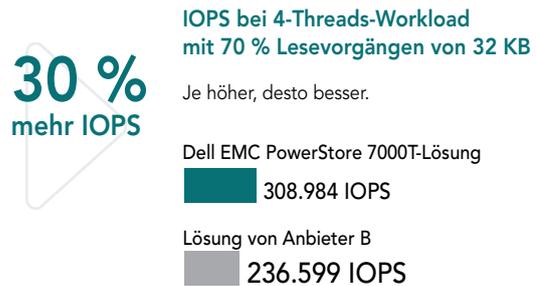


Abbildung 7: Anzahl der IOPS, die von jeder Lösung bei der Workload mit 70 % zufälligen Lesevorgängen von 32 KB unterstützt werden. Je höher, desto besser. Quelle: Principled Technologies.

Verarbeitung von mehr Daten bei höherem Durchsatz

Wir haben eine weitere Vdbench Workload mit großen 256-KB-Datenblöcken in einem sequenziellen I/O-Profil für 100 % Lesevorgänge ausgeführt, um zu testen, wie viele Daten jede Lösung pro Sekunde übertragen kann. Die Dell EMC PowerStore 7000T-Lösung übertraf die Lösung von Anbieter B und unterstützte eine bis zu 5,2-mal höhere Bandbreite durch Verarbeitung von bis zu 48.850 MB/s. Dies ist in Abbildung 8 dargestellt. Mit einer Storage-Lösung, die eine hohe Bandbreitenfunktion unterstützt, lassen sich mehr Daten für große Anfragen wie Videostreaming oder Big Data-Anwendungen verarbeiten.



Abbildung 8: Bandbreite (MB/s) während der Ausführung einer Vdbench-Workload mit 256-KB-Datenblöcken. Je höher, desto besser. Quelle: Principled Technologies.





Dell EMC PowerStore 7000T

Fazit

Die Speicherung kritischer Daten für die kontinuierliche Nutzung und Wachstum kann erhebliche Storage-Kapazitäten erfordern. Storage-Lösungen der Enterprise-Klasse decken zwar Ihren Bedarf an Rohkapazität, bieten jedoch unterschiedliche Funktionen zur Datenreduzierung und unterschiedliche Performance-Niveaus. In einem direkten Vergleich mit einer ähnlichen reinen NVMe-Lösung von Anbieter B, die mehr Rackplatz benötigte, bot die Dell EMC PowerStore 7000T-Lösung bessere Funktionen zur Inline-Datenreduzierung. Sie unterstützte zudem eine bessere simulierte OLTP-Datenbankleistung als die Lösung von Anbieter B mit bis zu 33 % mehr IOPS und lieferte eine bessere Performance in puncto IOPS, Durchsatz und Latenz für vier weitere I/O-Profile. Wenn Sie sich für eine Dell EMC-Lösung entscheiden, können Sie Ihren Storage möglicherweise besser nutzen, E-Commerce und ähnliche Transaktionsdatenbank-Workloads besser unterstützen und eine zu starke Ausweitung der Rechenzentren vermeiden.

- 1 Stephanie Condon, „Enterprises are collecting more data, but do they know what to do with it?“, abgerufen am 23. September 2021, <https://www.zdnet.com/article/enterprises-are-collecting-more-data-but-do-they-know-what-to-do-with-it/>
- 2 Dell Technologies, „Dell EMC PowerStore Storage Family“, abgerufen am 23. September 2021, <https://www.delltechnologies.com/de-de/storage/powerstore-storage-appliance.htm#tab0=0&pdf-overlay=//www.delltechnologies.com/asset/de-de/products/storage/technical-support/h18143-dell-emc-powerstore-family-spec-sheet.pdf>
- 3 Principled Technologies, „Enable greater data reduction, storage performance, and manageability with Dell EMC PowerStore storage arrays“, abgerufen am 23. September 2021, <https://www.principledtechnologies.com/Dell/PowerStore-9000T-9000X-storage-arrays-0520.pdf>
- 4 Dell Technologies, „Dell EMC PowerStore: Data Efficiencies“, abgerufen am 30. September 2021, <https://www.delltechnologies.com/asset/de-de/products/storage/industry-market/h18151-dell-emc-powerstore-data-efficiencies.pdf>

Der Praxistest wurde am 27. August 2021 abgeschlossen. Während des Tests haben wir die entsprechenden Hardware- und Softwarekonfigurationen ermittelt und Aktualisierungen übernommen, sobald sie verfügbar wurden. Die Ergebnisse in diesem Bericht basieren auf Konfigurationen, die wir bis einschließlich 10. August 2021 abgeschlossen haben. Diese Konfigurationen sind zwangsläufig nicht unbedingt die neuesten Versionen, die zum Veröffentlichungszeitpunkt dieses Berichts verfügbar sind.

Unsere Ergebnisse

Weitere Informationen dazu, wie wir die Erfolge in diesem Bericht berechnet haben, finden Sie unter <http://facts.pt/calculating-and-highlighting-wins>.

Sofern nicht anders angegeben, haben wir die Regeln und Prinzipien befolgt, die wir in diesem Dokument beschreiben.

Tabelle 1: Ergebnisse unserer Tests.

	Dell EMC™ PowerStore 7000T-Lösung	Lösung von Anbieter B
Datenreduzierung		
Erforderliche Storage-Kapazität für 16 TB Daten (TB)	3,90	6,15
Datenreduzierungsverhältnis	4,2:1	2,6:1
32-Thread-OLTP-Workload (Online Transaction Processing)		
Eingabe-/Ausgabeoperationen pro Sekunde (IOPS)	534.092	400.859
Lese-/Schreib-Workloads		
Max. IOPS bei 32-Threads-Workload mit zufälligen Lesevorgängen von 8 KB (IOPS)	1.231.617	1.012.745
Max. IOPS bei 32-Threads-Workload mit zufälligen Schreibvorgängen von 4 KB (IOPS)	800.478	582.119
Max. Durchsatz bei 32-Threads-Workload mit sequenziellen Lesevorgängen von 256 KB (MB/s)	48.850	9.285
IOPS bei 4-Threads-Workload mit 70 % Lesevorgängen von 32 KB (IOPS)	308.984	236.599
Latenz bei 4-Threads-Workload mit 70 % Lesevorgängen von 32 KB (ms)	0,825	1,078

Informationen zur Systemkonfiguration

Tabelle 2: Detaillierte Informationen zu den im Test verwendeten Servern

Informationen zur Systemkonfiguration	4 x Dell EMC™ PowerEdge™ R740
BIOS-Name und -Version	Dell EMC PowerEdge R740 2.11
Nicht standardmäßige BIOS-Einstellungen	Virtualisierung aktiviert
Name und Versions-/Build-Nummer des Betriebssystems	VMware® ESXi™ 7.0.1 Update 2 Build 17867351
Datum der zuletzt angewendeten Betriebssystemaktualisierungen/-patches	12.07.2021
Energiemanagement-Policy	Performance
Prozessor	
Anzahl der Prozessoren	2
Hersteller und Modell	Intel® Xeon® Gold 6126
Anzahl der Cores (pro Prozessor)	12
Core-Frequenz (GHz)	2,60
Arbeitsspeichermodul(e)	
Gesamtarbeitsspeicher im System (GB)	256
Anzahl der Arbeitsspeichermodule	8
Hersteller und Modell	Samsung® M393A2K43BB1-CTD
Größe (GB)	32
Typ	PC4-2666
Geschwindigkeit (MHz)	2.666
Geschwindigkeit bei Ausführung im Server (MHz)	2.666
Lokaler Storage	
Anzahl der Laufwerke	1
Laufwerkanbieter und -modell	Samsung® MZ7LH240HAHQ0D3
Laufwerksgröße (GB)	240
Informationen zum Laufwerk (Geschwindigkeit, Schnittstelle, Typ)	6 Gbit/s, SAS, SSD
Netzwerkadapter	
Hersteller und Modell	Broadcom® Gigabit Ethernet BCM5720
Anzahl und Typ der Anschlüsse	2 x 1 Gbit, 2 x 10 Gbit
Treiberversion	21.40.9
Storage-Adapter	
Hersteller und Modell	Emulex LPe35002-M2-D
Anzahl und Typ der Anschlüsse	4 x 32-Gbit-Fibre Channel mit 2 Anschlüssen

Informationen zur Systemkonfiguration	4 x Dell EMC™ PowerEdge™ R740
Firmwareversion	03.03.37
Netzteile	
Hersteller und Modell	Dell OCMPGMA02
Anzahl der Netzteile	2
Jeweilige Wattleistung (W)	1.100

Tabelle 3: Detaillierte Informationen zum getesteten Storage

Informationen zur Storage-Konfiguration	Dell EMC PowerStore 7000T-Lösung	Storage-Lösung von Anbieter B
Softwareversion	2.0.0.0	Firmware auf einem vorkonfigurierten Array, aktuelle Version seit Mitte März 2021.
Anzahl Storage-Fächer	2	1
Gesamtzahl der Laufwerke	36	36
Laufwerksgröße (TB)	1,92	1,92

Testbeschreibung

Während unserer Tests befanden sich sowohl die Dell EMC PowerStore 7000T-Lösung als auch die Lösung von Anbieter B in einem externen Rechenzentrumslabor. Wir führten alle Tests remote durch, nachdem wir vor Ort die Serverclients, die Netzwerkimplementierung und die Storage-Arrays inspiziert hatten. Wir hatten volle Kontrolle über die Testumgebungen und uneingeschränkter Zugriff darauf. In jeder Testumgebung wurden dieselben vier Dell EMC PowerEdge R740-Server mit zu einem einzigen VMware vCenter® 7.0-Server zusammengefassten VMware ESXi™ 7.0 U2 und 32-Gbit-Fibre-Channel-Adaptoren mit zwei Anschlüssen verwendet.

Sobald wir die IP-Adressen für alle physischen und virtuellen Komponenten erhalten hatten, stellten wir sicher, dass die Konfigurationen beider Testumgebungen identisch oder zumindest so ähnlich wie möglich waren.

Nach Abschluss des Verifizierungsprozesses gingen wir über zu Phase 1 der drei Testphasen. In Phase 1 haben wir das Inline-Datenreduzierungsverhältnis jeder Storage-Lösung ermittelt. Zunächst haben wir 16 1-TB-Volumes, auch logische Einheiten (LUNs) genannt, für beide Lösungen erstellt. Anschließend haben wir diese Volumes aus der PowerStore-Lösung und der Lösung von Anbieter B den PowerEdge R740-Servern zugewiesen. Nach der Hostzuweisung der Volumes haben wir jeder der acht virtuellen Maschinen in jeder Testumgebung zwei RDM-Festplatten (Raw Device Mapping) hinzugefügt.

Wir starteten unsere Testreihe, indem wir die Volumes mithilfe von Vdbench mit 16 TB Daten befüllten und ein Inline-Komprimierungs- und Deduplizierungsverhältnis von 2:1 einstellten. Die physische Auslastung des Systems wurde unmittelbar vor und nach dem Vorbefüllen gemessen. Anschließend wurde das gesamte Inline-Datenreduzierungsverhältnis der einzelnen Lösungen aufgezeichnet. Die Datenreduzierungstests wurden noch zwei weitere Male durchgeführt, wobei der Medianwert des Reduzierungsverhältnis für jede Lösung in unserem Bericht verwendet wurde.

Nach Abschluss der Testphase zur Datenreduzierung gingen wir über zu Phase 2 unserer Tests. Wir haben zunächst die Volume-Erstellung und -Zuordnung aus der ersten Phase wiederholt, allerdings wurden in dieser Phase 64 1-TB-Volumes erstellt und 16 virtuellen Maschinen zugewiesen. Anschließend haben wir die Volumes vorbelegt, doch in dieser zweiten Phase nutzten wir ein Komprimierungsverhältnis von 2:1 und ein Deduplizierungsverhältnis von 1:1. Als Vorbereitung der Lösungen auf die Tests haben wir vier Stunden lang eine Workload mit stabilem Zustand und einem Zielwert von 200.000 IOPS ausgeführt. Dabei kamen unterschiedliche Blockgrößen und Lese- und Schreibverhältnisse mit 16 Threads zum Einsatz. Nach Abschluss des Vorbereitungszyklus wechselten wir zum simulierten OLTP-Test und verwendeten, wie unten ersichtlich, erneut verschiedene Blockgrößen und Lese- und Schreibverhältnisse, diesmal jedoch mit unterschiedlich vielen Threads, um die Performance der Lösung zu bewerten.

Wir verwendeten das folgende OLTP-I/O-Profil:

- 20 %, 8 KB zufällige Lesetreffer
- 45 %, 8 KB zufällige Lesefehler
- 15 %, 8 KB zufällige Schreibvorgänge
- 10 %, 64 KB sequenzielle Lesevorgänge
- 10 %, 64 KB sequenzielle Schreibvorgänge

Die simulierte OLTP-I/O-Workload wies eine Abweichung von 90 zu 10 auf, was bedeutet, dass der Test 90 % der Workload gegenüber 10 % des logischen Adressbereichs entsprach, um typische Produktionsumgebungen zu imitieren.

In Phase 3 haben wir 64 1-TB-Volumes erstellt und 16 virtuellen Maschinen zugewiesen. Wir haben den Vorbefüllungsprozess aus Phase 2 wiederholt, diesmal jedoch mit einem Komprimierungs- und Deduplizierungsverhältnis von 2:1. Anschließend haben wir, wie unten aufgeführt, mithilfe von Vdbench mehrere synthetische I/O-Workloads auf dem Datenvolumen ausgeführt.

Dabei kamen die folgenden Profile zum Einsatz:

- Zufällige Lesevorgänge von 8 KB
- 70 % zufällige Lesevorgänge von 32 KB
- Zufällige Schreibvorgänge von 4 KB
- Sequenzielle Lesevorgänge von 256 KB

Die synthetischen I/O-Workloads wiesen zudem eine Abweichung von 90 zu 10 auf. Vor jeder Workload wurde eine Cache-Flush-Workload ausgeführt, um einen potenziellen Cachetreffer zu vermeiden.

Wir haben den OLTP-Teil der Tests dreimal in der folgenden Reihenfolge ausgeführt und den Medianwert der Ergebnisse jeder Lösung für unseren Bericht ausgewählt:

- a. Vorbefüllen der Volumes
- b. Stabiler Zustand
- c. Cache-Flush
- d. OLTP-Simulation

Wir haben den synthetischen I/O-Teil der Tests dreimal in der folgenden Reihenfolge ausgeführt und den Medianwert der Ausgaben jeder Lösung ausgewählt:

- a. Vorbefüllen der Volumes
- b. Stabiler Zustand
- c. Cache-Flush
- d. Zufällige Lesevorgänge von 8 KB
- e. Cache-Flush
- f. Sequenzielle Lesevorgänge von 256 KB
- g. Cache-Flush
- h. 70 % zufällige Lesevorgänge von 32 KB
- i. Cache-Flush
- j. Zufällige Schreibvorgänge von 4 KB

Testen der Inline-Datenreduzierung

Vorbefüllen der Volumes mit Daten

Wir haben sequenzielle Schreibvorgänge von 128 KB in einem einzigen Thread ausgeführt, um die Volumes mit 16 TB Daten zu befüllen. In dieser Phase erfolgte die Ausführung auf jeder der 8 VMs mit folgender Konfiguration:

```
messagescan=no
compratio=2
dedupratio=2
dedupunit=(Für Anbieter B war dieser Wert 4096; für PowerStore war dieser Wert 8192)
dedupsets=5%
hd=default,vdbench=/bench/ptkit/vd,master=192.168.1.200,user=root,shell=ssh,jvms=1
hd=PS_001,system=192.168.1.201
...
hd=PS_008,system=192.168.1.208
sd=sd001,host=PS_001,lun=/dev/sdb,openflags=o_direct
sd=sd002,host=PS_001,lun=/dev/sdc,openflags=o_direct
...
sd=sd015,host=PS_008,lun=/dev/sdb,openflags=o_direct
sd=sd016,host=PS_008,lun=/dev/sdc,openflags=o_direct
wd=wd_MIGRATETS_SW,sd=*,seekpct=eof
rd=rd_MIGRATETS,wd=wd_MIGRATETS_
SW,elapsed=24h,interval=10,forxfersize=(128k),forrdpct=(0),forthreads=(1),iorate=max,maxdata=64000g
```

Testen der simulierten OLTP-Leistung

Vorbefüllen der Volumes mit Daten

Wir haben sequenzielle Schreibvorgänge von 128 KB in einem einzigen Thread ausgeführt, um die Volumes mit Daten zu befüllen. In dieser Phase erfolgte die Ausführung auf jeder der 16 VMs mit folgender Konfiguration:

```
messagescan=no
compratio=2
hd=default,vdbench=/bench/ptkit/vd,master=192.168.1.200,user=root,shell=ssh,jvms=1
hd=PS_001,system=192.168.1.201
...
hd=PS_016,system=192.168.1.216
sd=sd001,host=PS_001,lun=/dev/sdb,openflags=o_direct
sd=sd002,host=PS_001,lun=/dev/sdc,openflags=o_direct
sd=sd003,host=PS_001,lun=/dev/sdd,openflags=o_direct
sd=sd004,host=PS_001,lun=/dev/sde,openflags=o_direct
...
sd=sd061,host=PS_016,lun=/dev/sdb,openflags=o_direct
sd=sd062,host=PS_016,lun=/dev/sdc,openflags=o_direct
sd=sd063,host=PS_016,lun=/dev/sdd,openflags=o_direct
sd=sd064,host=PS_016,lun=/dev/sde,openflags=o_direct
wd=wd_MIGRATETS_SW,sd=*,seekpct=eof
rd=rd_MIGRATETS,wd=wd_MIGRATETS_
SW,elapsed=24h,interval=10,forxfersize=(128k),forrdpct=(0),forthreads=(1),iorate=max,maxdata=64000g
```

Erzielen eines stabilen Zustands der Lösungen

Wir stellten 64 1-TB-Volumes bereit und konfigurierten Vdbench für die Ausführung einer Workload, die eine typische OLTP-Workload mit einem stabilen Zustand von 200.000 IOPS emulierte. In dieser Phase erfolgte die Ausführung auf jeder der 16 VMs mit folgender Konfiguration:

```
messagescan=no
compratio=2
hd=default,vdbench=/bench/ptkit/vd,master=192.168.1.200,user=root,shell=ssh,jvms=1
hd=PS_001,system=192.168.1.201
...
```

```

hd=PS_016,system=192.168.1.216
sd=sd001,host=PS_001,lun=/dev/sdb,openflags=o_direct
sd=sd002,host=PS_001,lun=/dev/sdc,openflags=o_direct
sd=sd003,host=PS_001,lun=/dev/sdd,openflags=o_direct
sd=sd004,host=PS_001,lun=/dev/sde,openflags=o_direct
...
sd=sd061,host=PS_016,lun=/dev/sdb,openflags=o_direct
sd=sd062,host=PS_016,lun=/dev/sdc,openflags=o_direct
sd=sd063,host=PS_016,lun=/dev/sdd,openflags=o_direct
sd=sd064,host=PS_016,lun=/dev/sde,openflags=o_direct
wd=wd_STEADYSTATETS_RRH,sd=*,rhpct=100,rdpct=100,xfersize=8K,skew=20,range=(10m,30m)
wd=wd_STEADYSTATETS_RM1,sd=*,rdpct=100,xfersize=8k,skew=40,range=(89,99)
wd=wd_STEADYSTATETS_RM2,sd=*,rdpct=100,xfersize=8k,skew=5,range=(11,88)
wd=wd_STEADYSTATETS_RW1,sd=*,rdpct=0,xfersize=8K,skew=13,range=(89,99)
wd=wd_STEADYSTATETS_RW2,sd=*,rdpct=0,xfersize=8K,skew=2,range=(11,88)
wd=wd_STEADYSTATETS_SR1,sd=*,rdpct=100,seekpct=seqnz,range=(89,99),xfersize=64K,skew=9
wd=wd_STEADYSTATETS_SR2,sd=*,rdpct=100,seekpct=seqnz,range=(11,88),xfersize=64K,skew=1
wd=wd_STEADYSTATETS_SW1,sd=*,rdpct=0,seekpct=seqnz,range=(89,99),xfersize=64K,skew=9
wd=wd_STEADYSTATETS_SW2,sd=*,rdpct=0,seekpct=seqnz,range=(11,88),xfersize=64K,skew=1
rd=rd_STEADYSTATETS,wd=wd_STEADYSTATETS_*,iorate=200000,elapsed=4h,interval=10,warmup=60,forthreads=(16),hitarea=6m

```

Ausführen der simulierten OLTP-Workload

Für diese Tests haben wir 64 1-TB-Volumes bereitgestellt und Vdbench für die Ausführung einer Workload konfiguriert, die eine typische OLTP-Workload mit 32 Threads emuliert. In dieser Phase erfolgte die Ausführung auf jeder der 16 VMs mit folgender Konfiguration:

```

messagescan=no
compratio=2
hd=default,vdbench=/bench/ptkit/vd,master=192.168.1.200,user=root,shell=ssh,jvms=1
hd=PS_001,system=192.168.1.201
...
hd=PS_016,system=192.168.1.216
sd=sd001,host=PS_001,lun=/dev/sdb,openflags=o_direct
sd=sd002,host=PS_001,lun=/dev/sdc,openflags=o_direct
sd=sd003,host=PS_001,lun=/dev/sdd,openflags=o_direct
sd=sd004,host=PS_001,lun=/dev/sde,openflags=o_direct
...
sd=sd061,host=PS_016,lun=/dev/sdb,openflags=o_direct
sd=sd062,host=PS_016,lun=/dev/sdc,openflags=o_direct
sd=sd063,host=PS_016,lun=/dev/sdd,openflags=o_direct
sd=sd064,host=PS_016,lun=/dev/sde,openflags=o_direct
wd=wd_OLTP2S_RRH,sd=*,rhpct=100,rdpct=100,xfersize=8K,skew=20,range=(10m,30m)
wd=wd_OLTP2S_RM1,sd=*,rdpct=100,xfersize=8k,skew=40,range=(89,99)
wd=wd_OLTP2S_RM2,sd=*,rdpct=100,xfersize=8k,skew=5,range=(11,88)
wd=wd_OLTP2S_RW1,sd=*,rdpct=0,xfersize=8K,skew=13,range=(89,99)
wd=wd_OLTP2S_RW2,sd=*,rdpct=0,xfersize=8K,skew=2,range=(11,88)
wd=wd_OLTP2S_SR1,sd=*,rdpct=100,seekpct=seqnz,range=(89,99),xfersize=64K,skew=9
wd=wd_OLTP2S_SR2,sd=*,rdpct=100,seekpct=seqnz,range=(11,88),xfersize=64K,skew=1
wd=wd_OLTP2S_SW1,sd=*,rdpct=0,seekpct=seqnz,range=(89,99),xfersize=64K,skew=9
wd=wd_OLTP2S_SW2,sd=*,rdpct=0,seekpct=seqnz,range=(11,88),xfersize=64K,skew=1
rd=rd_OLTP2S,wd=wd_OLTP2S_*,iorate=max,elapsed=120,interval=10,warmup=60,forthreads=(32),hitarea=6m

```

Testen synthetischer I/O-Workloads

Vorbefüllen der Volumes mit Daten

Wir haben sequenzielle Schreibvorgänge von 128 KB in einem einzigen Thread ausgeführt, um die Volumes mit 64 TB Daten bei einem Komprimierungs- und Deduplizierungsverhältnis von 2:1 zu befüllen. In dieser Phase erfolgte die Ausführung auf jeder der 16 VMs mit folgender Konfiguration:

```
messagescan=no
compratio=2
dedupratio=2
dedupunit=8192
dedupsets=5%
hd=default,vdbench=/bench/ptkit/vd,master=192.168.1.200,user=root,shell=ssh,jvms=1
hd=PS_001,system=192.168.1.201
...
hd=PS_016,system=192.168.1.216
sd=sd001,host=PS_001,lun=/dev/sdb,openflags=o_direct
sd=sd002,host=PS_001,lun=/dev/sdc,openflags=o_direct
sd=sd003,host=PS_001,lun=/dev/sdd,openflags=o_direct
sd=sd004,host=PS_001,lun=/dev/sde,openflags=o_direct
...
sd=sd061,host=PS_016,lun=/dev/sdb,openflags=o_direct
sd=sd062,host=PS_016,lun=/dev/sdc,openflags=o_direct
sd=sd063,host=PS_016,lun=/dev/sdd,openflags=o_direct
sd=sd064,host=PS_016,lun=/dev/sde,openflags=o_direct
wd=wd_MIGRATETS_SW,sd=*,seekpct=eof
rd=rd_MIGRATETS,wd=wd_MIGRATETS_
SW,elapsed=24h,interval=10,forxfersize=(128k),forrdpct=(0),forthreads=(1),iorate=max,maxdata=64000g
```

Erzielen eines stabilen Zustands der Lösungen

Für diese Tests haben wir 64 1-TB-LUNS bereitgestellt und Vdbench für die Ausführung einer Workload konfiguriert, die eine typische OLTP-Workload mit einem stabilen Zustand von 200.000 IOPS emuliert. In dieser Phase erfolgte die Ausführung auf jeder der 16 VMs mit folgender Konfiguration:

```
messagescan=no
compratio=2
dedupratio=2
dedupunit=8192
dedupsets=5%
d=default,vdbench=/bench/ptkit/vd,master=192.168.1.200,user=root,shell=ssh,jvms=1
hd=PM_001,system=192.168.1.201
...
hd=PM_016,system=192.168.1.216
sd=sd_001,host=PM_001,lun=/dev/sdb,openflags=o_direct
sd=sd_002,host=PM_001,lun=/dev/sdc,openflags=o_direct
sd=sd_003,host=PM_001,lun=/dev/sdd,openflags=o_direct
sd=sd_004,host=PM_001,lun=/dev/sde,openflags=o_direct
...
sd=sd_061,host=PM_016,lun=/dev/sdb,openflags=o_direct
sd=sd_062,host=PM_016,lun=/dev/sdd,openflags=o_direct
sd=sd_063,host=PM_016,lun=/dev/sdc,openflags=o_direct
sd=sd_064,host=PM_016,lun=/dev/sde,openflags=o_direct
wd=wd_STEADYSTATETS_RRH,sd=*,rhpct=100,rdpct=100,xfersize=8K,skew=20,range=(10m,30m)
wd=wd_STEADYSTATETS_RM1,sd=*,rdpct=100,xfersize=8k,skew=40,range=(89,99)
wd=wd_STEADYSTATETS_RM2,sd=*,rdpct=100,xfersize=8k,skew=5,range=(11,88)
wd=wd_STEADYSTATETS_RW1,sd=*,rdpct=0,xfersize=8K,skew=13,range=(89,99)
wd=wd_STEADYSTATETS_RW2,sd=*,rdpct=0,xfersize=8K,skew=2,range=(11,88)
wd=wd_STEADYSTATETS_SR1,sd=*,rdpct=100,seekpct=seqnz,range=(89,99),xfersize=64K,skew=9
wd=wd_STEADYSTATETS_SR2,sd=*,rdpct=100,seekpct=seqnz,range=(11,88),xfersize=64K,skew=1
wd=wd_STEADYSTATETS_SW1,sd=*,rdpct=0,seekpct=seqnz,range=(89,99),xfersize=64K,skew=9
wd=wd_STEADYSTATETS_SW2,sd=*,rdpct=0,seekpct=seqnz,range=(11,88),xfersize=64K,skew=1
rd=rd_STEADYSTATETS,wd=wd_
STEADYSTATETS_*,iorate=200000,elapsed=4h,interval=10,warmup=60,forthreads=(16),hitarea=6m
```

Ausführung der Workload mit zufälligen Lesevorgängen von 8 KB

Wir haben eine Blockgröße von 8 KB und 100 % zufällige Lesevorgänge mit 32 Threads für 64 TB Daten bei einem Komprimierungs- und Deduplizierungsverhältnis von 2:1 verwendet. In dieser Phase erfolgte die Ausführung auf jeder der 16 VMs mit folgender Konfiguration:

```
messagescan=no
compratio=2
dedupratio=2
dedupunit=8192
dedupsets=5%
hd=default,vdbench=/bench/ptkit/vd,master=192.168.1.200,user=root,shell=ssh
hd=PS_001,system=192.168.1.201
...
hd=PS_016,system=192.168.1.216
sd=sd001,host=PS_001,lun=/dev/sdb,openflags=o_direct
sd=sd002,host=PS_001,lun=/dev/sdc,openflags=o_direct
sd=sd003,host=PS_001,lun=/dev/sdd,openflags=o_direct
sd=sd004,host=PS_001,lun=/dev/sde,openflags=o_direct
...
sd=sd061,host=PS_016,lun=/dev/sdb,openflags=o_direct
sd=sd062,host=PS_016,lun=/dev/sdc,openflags=o_direct
sd=sd063,host=PS_016,lun=/dev/sdd,openflags=o_direct
sd=sd064,host=PS_016,lun=/dev/sde,openflags=o_direct
wd=wd_RRM8K_RM,sd=*,rdpct=100,range=(11,99),xfersize=8k
rd=rd_RRM8K,wd=wd_RRM8K_RM,iorate=max,elapsed=120,interval=10,warmup=60,forthreads=(32)
```

Ausführen der Workload mit sequenziellen Lesevorgängen von 256 KB

Wir haben eine Blockgröße von 256 KB und 100 % zufällige Lesevorgänge mit 32 Threads für 64 TB Daten bei einem Komprimierungs- und Deduplizierungsverhältnis von 2:1 verwendet. In dieser Phase erfolgte die Ausführung auf jeder der 16 VMs mit folgender Konfiguration:

```
messagescan=no
compratio=2
dedupratio=2
dedupunit=8192
dedupsets=5%
hd=default,vdbench=/bench/ptkit/vd,master=192.168.1.200,user=root,shell=ssh
hd=PS_001,system=192.168.1.201
...
hd=PS_016,system=192.168.1.216
sd=sd001,host=PS_001,lun=/dev/sdb,openflags=o_direct
sd=sd002,host=PS_001,lun=/dev/sdc,openflags=o_direct
sd=sd003,host=PS_001,lun=/dev/sdd,openflags=o_direct
sd=sd004,host=PS_001,lun=/dev/sde,openflags=o_direct
...
sd=sd061,host=PS_016,lun=/dev/sdb,openflags=o_direct
sd=sd062,host=PS_016,lun=/dev/sdc,openflags=o_direct
sd=sd063,host=PS_016,lun=/dev/sdd,openflags=o_direct
sd=sd064,host=PS_016,lun=/dev/sde,openflags=o_direct
wd=wd_SR256K_SR,sd=*,rdpct=100,seekpct=seqnz,range=(11,99),xfersize=256K
rd=rd_SR256K,wd=wd_SR256K_SR,iorate=max,elapsed=120,interval=10,warmup=60,forthreads=(32)
```

Ausführen der Workload mit 70 % zufälligen Lesevorgängen von 32 KB

Wir haben eine Blockgröße von 32 KB und 70 % zufällige Lesevorgänge mit 4 Threads für 64 TB Daten bei einem Komprimierungs- und Deduplizierungsverhältnis von 2:1 verwendet. In dieser Phase erfolgte die Ausführung auf jeder der 16 VMs mit folgender Konfiguration:

```
messagescan=no
compratio=2
dedupratio=2
dedupunit=8192
dedupsets=5%
```

```

hd=default,vdbench=/bench/ptkit/vd,master=192.168.1.200,user=root,shell=ssh
hd=PS_001,system=192.168.1.201
...
hd=PS_016,system=192.168.1.216
sd=sd001,host=PS_001,lun=/dev/sdb,openflags=o_direct
sd=sd002,host=PS_001,lun=/dev/sdc,openflags=o_direct
sd=sd003,host=PS_001,lun=/dev/sdd,openflags=o_direct
sd=sd004,host=PS_001,lun=/dev/sde,openflags=o_direct
...
sd=sd061,host=PS_016,lun=/dev/sdb,openflags=o_direct
sd=sd062,host=PS_016,lun=/dev/sdc,openflags=o_direct
sd=sd063,host=PS_016,lun=/dev/sdd,openflags=o_direct
sd=sd064,host=PS_016,lun=/dev/sde,openflags=o_direct
wd=wd_RW703032K_ALL,sd=*,xfersize=32k,seekpct=100,rdpct=70,range=(11,99)
rd=rd_RW703032K,wd=wd_RW703032K_ALL,iorate=max,elapsed=120,interval=10,warmup=60,forthreads=(4)

```

Ausführen der Workload mit zufälligen Schreibvorgängen von 4 KB

Wir haben eine Blockgröße von 4 KB und 100 % zufällige Schreibvorgänge mit 32 Threads für 64 TB Daten bei einem Komprimierungs- und Deduplizierungsverhältnis von 2:1 verwendet. In dieser Phase erfolgte die Ausführung auf jeder der 16 VMs mit folgender Konfiguration:

```

messagescan=no
compratio=2
dedupratio=2
dedupunit=8192
dedupsets=5%
hd=default,vdbench=/bench/ptkit/vd,master=192.168.1.200,user=root,shell=ssh
hd=PS_001,system=192.168.1.201
...
hd=PS_016,system=192.168.1.216
sd=sd001,host=PS_001,lun=/dev/sdb,openflags=o_direct
sd=sd002,host=PS_001,lun=/dev/sdc,openflags=o_direct
sd=sd003,host=PS_001,lun=/dev/sdd,openflags=o_direct
sd=sd004,host=PS_001,lun=/dev/sde,openflags=o_direct
...
sd=sd061,host=PS_016,lun=/dev/sdb,openflags=o_direct
sd=sd062,host=PS_016,lun=/dev/sdc,openflags=o_direct
sd=sd063,host=PS_016,lun=/dev/sdd,openflags=o_direct
sd=sd064,host=PS_016,lun=/dev/sde,openflags=o_direct
wd=wd_RWM4K_RW,sd=*,rdpct=0,seekpct=100,range=(11,99),xfersize=4K
rd=rd_RWM4K,wd=wd_RWM4K_RW,iorate=max,elapsed=120,interval=10,warmup=60,forthreads=(32)

```

Leeren des Caches

Für die zweite Testphase haben wir 64 1-TB-Volumes bereitgestellt und Vdbench so konfiguriert, dass sequenzielle Lesevorgänge von 128 KB mit einem Thread im Cache ausgeführt werden. In dieser Phase erfolgte die Ausführung auf jeder der 16 VMs mit folgender Konfiguration:

```

messagescan=no
compratio=2
hd=default,vdbench=/bench/ptkit/vd,master=192.168.21.200,user=root,shell=ssh
hd=PS_001,system=192.168.21.201
...
hd=PS_016,system=192.168.21.216
sd=sd001,host=PSOL_001,lun=/dev/sdb,openflags=o_direct
sd=sd002,host=PS_001,lun=/dev/sdc,openflags=o_direct
sd=sd003,host=PS_001,lun=/dev/sdd,openflags=o_direct
sd=sd004,host=PS_001,lun=/dev/sde,openflags=o_direct
...
sd=sd061,host=PS_016,lun=/dev/sdb,openflags=o_direct
sd=sd062,host=PS_016,lun=/dev/sdc,openflags=o_direct
sd=sd063,host=PS_016,lun=/dev/sdd,openflags=o_direct

```

```
sd=sd064,host=PS_016,lun=/dev/sde,openflags=o_direct
wd=wd_CACHEFLUSH_RRM,sd=*,rdpct=100,xfersize=128k,range=(1,10)
rd=rd_CACHEFLUSH,wd=wd_CACHEFLUSH_RRM,forthreads=(1),iorate=max,elapsed=900,interval=10,maxdata=4096g
```

Für die dritte Testphase haben wir 64 1-TB-Volumes bereitgestellt und Vdbench so konfiguriert, dass sequenzielle Lesevorgänge von 128 KB mit einem Thread im Cache ausgeführt werden. In dieser Phase erfolgte die Ausführung auf jeder der 16 VMs mit folgender Konfiguration:

```
messagescan=no
compratio=2
dedupratio=2
dedupunit=8192
dedupsets=5%
d=default,vdbench=/bench/ptkit/vd,master=192.168.1.200,user=root,shell=ssh,jvms=1
hd=PM_001,system=192.168.1.201
...
hd=PM_016,system=192.168.1.216
sd=sd_001,host=PM_001,lun=/dev/sdb,openflags=o_direct
sd=sd_002,host=PM_001,lun=/dev/sdc,openflags=o_direct
sd=sd_003,host=PM_001,lun=/dev/sdd,openflags=o_direct
sd=sd_004,host=PM_001,lun=/dev/sde,openflags=o_direct
...
sd=sd_061,host=PM_016,lun=/dev/sdb,openflags=o_direct
sd=sd_062,host=PM_016,lun=/dev/sdd,openflags=o_direct
sd=sd_063,host=PM_016,lun=/dev/sdc,openflags=o_direct
sd=sd_064,host=PM_016,lun=/dev/sde,openflags=o_direct
wd=wd_CACHEFLUSH_RRM,sd=*,rdpct=100,xfersize=128k,range=(1,10)
rd=rd_CACHEFLUSH,wd=wd_CACHEFLUSH_RRM,forthreads=(1),iorate=max,elapsed=900,interval=10,maxdata=4096g
```

- ▶ Lesen Sie die Originalversion dieses Berichts in englischer Sprache unter <http://facts.pt/pemecAX>.

Dieses Projekt wurde in Auftrag gegeben von Dell Technologies.



Facts matter.®

Principled Technologies ist eine eingetragene Marke von Principled Technologies, Inc. Alle anderen Produktnamen sind Marken der jeweiligen Inhaber.

GEWÄHRLEISTUNGS-AUSSCHLUSS, HAFTUNGSEINSCHRÄNKUNG:

Principled Technologies, Inc. hat angemessene Anstrengungen unternommen, die Genauigkeit und Richtigkeit der Tests sicherzustellen. Principled Technologies, Inc. schließt jedoch jegliche ausdrückliche und implizite Gewährleistung aus, die sich auf die Testergebnisse und Analysen, deren Genauigkeit, Vollständigkeit oder Qualität bezieht, einschließlich jeglichen impliziten Eignungsversprechens für einen bestimmten Zweck. Alle natürlichen oder juristischen Personen, die sich auf die Ergebnisse der Tests verlassen, tun dies auf eigenes Risiko und stimmen zu, dass Principled Technologies, Inc., seine Mitarbeiter und Auftragsnehmer keinerlei Haftung für Verlust oder Beschädigung jeglicher Art aufgrund vermeintlicher Fehler oder Mängel in einem Testverfahren oder Testergebnis übernehmen.

In keinem Fall haftet Principled Technologies, Inc. für indirekte, spezielle, zufällige oder Folgeschäden in Verbindung mit den Tests, auch wenn das Unternehmen auf die Möglichkeit solcher Schäden hingewiesen wurde. In keinem Fall geht die Haftung von Principled Technologies, Inc. über den in Verbindung mit den Tests von Principled Technologies, Inc. gezahlten Betrag hinaus. Dies gilt auch für direkte Schäden. Die alleinigen und ausschließlichen Rechtsmittel, die dem Kunden zur Verfügung stehen, sind die in diesem Dokument beschriebenen Rechtsmittel.