

Datenbeschleunigung und Datenmanagement mit Solid State Drives

Seit Jahren bleiben die Fortschritte bei der Laufwerksleistung hinter den Speicher- und IO-Anforderungen der Anwendungen zurück, wodurch IT-Abteilungen gezwungen sind, immer mehr Festplattenlaufwerke (Hard Disk Drives, HDDs) zu beschaffen, um ihren Leistungsbedarf zu decken. Das Ergebnis ist, dass Rechenzentren überall auf der Welt mit jeder Menge teurer Laufwerke belastet sind, die Platz, Strom und Kühlleistung verbrauchen und dabei kaum genutzt werden. Die Alternative zum Kauf viel zu vieler herkömmlicher HDDs war bisher der Einsatz sehr teurer DRAM-basierter Halbleiterlaufwerke (Solid State Drives, SSDs).

Neueste Fortschritte bei der Flash-Technologie haben die Herstellung kostengünstigerer Flash-basierter SSDs ermöglicht, die sich für den produktiven Einsatz eignen. SSDs werden heute in allen möglichen Geräten von Laptops bis hin zu professionellen Speichergeräten in Großunternehmen verwendet.

Was ist ein SSD?

Ein SSD funktioniert wie ein herkömmliches HDD. Allerdings verwendet es zur Speicherung von Daten Halbleiter (in der Regel Flashspeicher) anstelle von rotierenden Magnetplatten. Da sie keine bewegten Teile besitzen, sind SSD-Laufwerke konstruktionsbedingt weniger empfindlich als HDDs, sind absolut leise und erfordern deutlich weniger Kühlung. Da es keine mechanisch bedingten Verzögerungen gibt, bieten SSDs außerdem kurze Zugriffs- und Latenzzeiten und verbrauchen weniger Strom.

Vorteile und Nachteile der SSD-Technologie

Die meisten SSDs sind so konzipiert, dass sie herkömmliche HDDs problemlos ersetzen können. Durch die Verwendung von Standardschnittstellen müssen Speicheranbieter weder neue Laufwerksrahmen entwickeln, noch neue Schnittstellen implementieren, um SSDs unterzubringen. Dies verringert die Gesamtkosten für Speicheranbieter und ermöglicht die schnellere Bereitstellung von Lösungen für den Markt.

Doch auch wenn SSDs gegen HDDs vollständig austauschbar sind, hat ihr Einsatz sowohl Vor- als auch Nachteile.

Hinweis zu Lösch-/Schreibzyklen

Es wird allgemein angenommen, dass sich SSDs bei häufigen Lösch-/Schreibzyklen schneller „abnutzen“ als HDDs. Moderne SSD-Laufwerke beseitigen dies durch das Verschieben fehlerhafter Blöcke in einen kleinen reservierten Bereich und durch Wear Leveling. Wear Leveling ist ein Prozess, der sicherstellt, dass Lösch-/Schreibzyklen gleichmäßig über alle Flashspeicherblöcke verteilt werden, um übermäßiges Schreiben auf die gleiche physische Speicherzelle zu vermeiden. Diese beiden Funktionen ermöglichen selbst unter ungünstigsten Betriebsbedingungen eine voraussichtliche SSD-Lebensdauer von fünf Jahren. Unter realistischen Bedingungen hält ein SSD über 20 Jahre.

Vorteile von SSDs

Die Vorteile der Verwendung von SSDs anstelle von HDDs sind mehr Leistung und Zuverlässigkeit bei gleichzeitig geringerem Stromverbrauch.

Mehr Leistung

SSDs sind extrem schnell – die durchschnittliche Zugriffszeit liegt unter 0,1 ms (0,0001 Sekunden). Die Zugriffszeiten von HDDs liegen zwischen 5,5 ms bei Fibre Channel (FC)-Laufwerken mit 15.000 U/min und 12,3 ms bei seriellen ATA (SATA)-Laufwerken mit 7.200 U/min. Bei SSDs ist der Read IOPS (= durchschnittliche Anzahl von Ausgaben pro Sekunde) 100 mal höher als der von FC-Laufwerken und 280 mal höher als der von SATA-Laufwerken. Der Write IOPS (= durchschnittliche Anzahl von Eingaben pro Sekunde) ist zehn Mal schneller als bei FC- und 26 mal schneller als bei SATA-Laufwerken. Sehr wenige Anwendungen benötigen so eine hohe Leistung, wenn sie es aber doch tun, ist klar, dass man mehrere FC-Laufwerke benötigt, um die Leistung eines einzigen SSD zu erreichen.

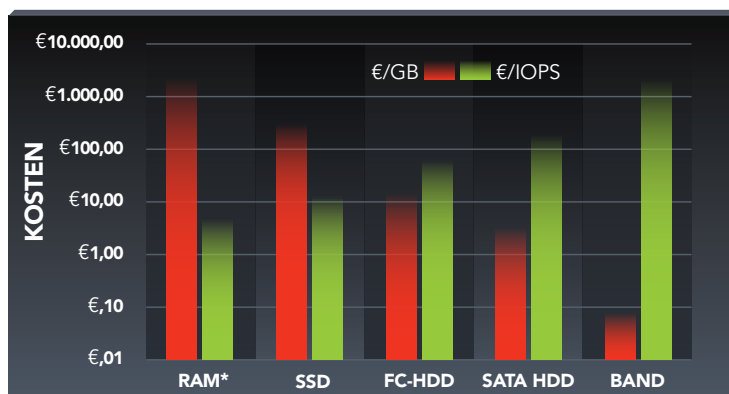
Höhere Zuverlässigkeit

Anders als herkömmliche HDDs besitzen SSDs keine bewegten Teile, die brechen oder verschleifen können. Es ist nicht ungewöhnlich, wenn ein neues HDD-Laufwerk aufgrund der Erschütterungen beim Transport und beim Einbau schon nach kurzer Nutzungsdauer ausfällt. Dies ist bei SSD-Laufwerken ausgeschlossen. Ein weiterer Grund für ihre Zuverlässigkeit ist die Tatsache, dass SSDs der aktuellen Generation keine Lesezyklusbeschränkungen aufweisen. Das heißt, dass Daten, die einmal geschrieben wurden, für immer gelesen werden können – ohne Datenverlust. Der Schreibzyklus beträgt über zwanzig Jahre bei normaler Last. Selbst unter den denkbar schlechtesten Einsatzbedingungen gehen Hersteller von einer Lebensdauer von fünf Jahren aus. Angesichts dieser hohen Zuverlässigkeit übertreffen SSDs die Nutzungsdauer aller anderen derzeit erhältlichen Speichersysteme.

Geringer Stromverbrauch

SSDs besitzen keinen Antrieb und keine Schreib-/Leseköpfe, die sich über Festplatten bewegen. Das bedeutet, dass sie lediglich einen Bruchteil des Stroms verbrauchen, den herkömmliche HDDs benötigen. Im Leerlauf verbrauchen SSDs etwa 95% weniger Strom als FC HDDs; bei Aktivität beträgt die Einsparung 50 bis 85%. Ein geringerer Stromverbrauch bedeutet weniger Wärmezeugung, was wiederum einen geringeren Kühlaufwand und eine höhere Zuverlässigkeit mit sich bringt. Die geringeren Strom- und Kühlkosten machen SSDs zur ersten Wahl für moderne, „grüne“ Rechenzentren.

Abbildung 1.
Das Schaubild illustriert die Kosten in €/GB und €/IOPS für unterschiedliche Speichertypen.



Nachteile von SSDs

Der einzige Nachteil einer SSD-gegenüber einer HDD-Lösung sind die Estandskosten. Betrachtet man die Kosten pro Gigabyte, sind SSDs im Vergleich zu herkömmlichen HDDs sehr teuer. Vergleicht man jedoch die Kosten pro IOPS, ist die SSD-Technologie sehr kostengünstig. Die derzeit geltenden Preise legen nahe, dass SSDs eher zur Bewältigung von Engpässen bei speziellen Lösungen und nicht als Allzweckspeicher eingesetzt werden.

Wo sollten SSDs eingesetzt werden?

SSDs können unter Verwendung des Cache Model oder des Capacity Model in einem Speichersubsystem eingesetzt werden.

Das SSD Cache Model

Das Cache Model sieht vor, dass SSDs einem Laufwerkssystem hinzugefügt werden und von den Speicherprozessoren als Zusatzcache verwendet werden, anstatt Endanwenderdaten in der Form eines LUN- oder Dateisystems zu speichern. Der Vorteil dieses Modells ist, dass mehr Schreibvorgänge im Cache gehalten werden können, was die Schreibperformance aller Laufwerkstypen in erheblichem Maße erhöht.

Lesevorgänge erfahren einen weniger deutlichen Leistungszuwachs. Da mehr Cache zur Verfügung steht, ist die Wahrscheinlichkeit groß, dass sich nicht zufällige, sich wiederholende Lesevorgänge im Cache befinden und daher sehr schnell ablaufen. Die 80/20-Regel besagt, dass 80% der IOs Lese und 20% Schreibvorgänge sind und dass Lesevorgänge in der Regel zu 80% verteilt und zu 20% Cache Hits sind. Wendet man diese Regel an, zeigt sich, dass der Effekt von zusätzlichem Cache, der durch das Hinzufügen von SSDs zu einem System entsteht, Lesevorgänge nur in geringem Maße betrifft, da sie nur einen Bruchteil der Gesamtlast des Systems ausmachen.

Das SSD Capacity Model

Der Einsatz von SSD als Speicherkapazität bedeutet schlicht und einfach, dass das SSD verwendet wird, um Daten in Form eines LUN- oder Dateisystems vorzuhalten. Dies ist dann besonders wirkungsvoll, wenn man das SSD für Dateien oder LUNs mit höherer Priorität verwendet, für die sichergestellt sein muss, dass kein Zugriffs- oder Leistungsengpass entsteht. So kann zum Beispiel ein Oracle DBA leicht festlegen, welche Tabellen, Protokolle oder sonstige Dateien den größten IO aufweisen und daher das System verlangsamen. Das einfache Verschieben dieser Teile auf SSDs bedeutet einen erheblichen Leistungszuwachs für die Datenbank. Schon das Verschieben kleiner Datenmengen auf ein SSD kann Dutzende von HDDs entlasten, die bis dahin für diese häufig benutzten Dateien reserviert waren. Durch das Verschieben IO-intensiver Daten auf ein SSD und das Belassen der restlichen Daten auf SATA-Laufwerken kann die Performance leicht die einer reinen FC-Lösung übersteigen – und das bei geringeren Kosten, umweltfreundlicherem Betrieb (Strom, Kühlung usw.) und einem geringeren Platzbedarf im Rechenzentrum.

SSD und das Pillar Data Systems Axiom Speichersystem

Das Pillar Data Systems Axiom Speichersystem verfügt standardmäßig über 24 GB Cache und kann auf 192 GB erweitert werden. Angesichts dieses großzügigen Cache bereits in der „Grundausstattung“ werden SSDs im Rahmen von Axiom-Systemen auf Laufwerksebene implementiert, so dass sie als Kapazität verwendet werden können.



Abbildung 2. Ein Pillar SSD-Laufwerksrahmen.

Ein Problem bei der Verwendung von SSDs als Cache ist die Tatsache, dass die meisten Speichersysteme keinen Prozess besitzen, der verhindert, dass IOs mit geringerer Priorität die Cache-Ressourcen von denen mit höherer Priorität „stehlen“. Denken Sie zum Beispiel an ein Speichersystem, das eine Datenbank mit hoher Priorität unterstützt und zusätzlich für Backup-to-Disk verwendet wird. Wenn nun Backups laufen, verwenden die betreffenden IOs den Cache, und die IOs der Datenbank mit der höheren Priorität haben möglicherweise überhaupt nichts von der zusätzlichen Cache-Kapazität. Es ist daher viel effektiver, ein System zu kaufen, das bereits von Anfang an den erforderlichen Cache besitzt, und SSDs als Speicherkapazität einzusetzen.

Aufbau des Pillar Data Systems Axiom Speichersystems

Die Architektur der Pillar Axiom 600 umfasst drei grundlegende Bausteine: den Pilot, den Slammer und die Bricks.

Der Pillar Axiom Pilot ist die Managementschnittstelle der Pillar Axiom. Pillar hat eine separate, hochverfügbare Managementkomponente entwickelt, die dafür sorgt, dass die täglichen Managementaufgaben den Applikationen, die die Axiom verwenden, keine wertvolle Prozessorleistung rauben. Der Pilot ist für den Betrieb des Axiom nicht absolut erforderlich, dennoch handelt es sich dabei um eine hochverfügbare Komponente. Die Stromversorgung und die Kühlung sind redundant ausgelegt, und das Gerät besteht aus zwei geclusterten Managementknoten.

Der Axiom Slammer ist der Speicherprozessor des Systems. Pillar Data Systems hat mit dem „Zwei Controller für alles“-Modell gebrochen und die RAID-Controller aus der Speicherprozessoreinheit herausgenommen und in die Disk Enclosures gesteckt. Jeder Slammer ist vollständig redundant aufgebaut und besteht aus zweifachen Aktiv/Aktiv-Steuereinheiten, redundanten Lüftern, redundanter Stromversorgung und gespiegeltem Cache – eben aus allen Komponenten, die man in einem System erwartet, das für eine hohe Verfügbarkeit ausgelegt ist. Ein einziges Pillar Axiom 600 Speichersystem kann bis zu vier Slammer aufweisen. Die Unterstützung von mehreren Slammern innerhalb des gleichen Axiom-Systems bedeutet, dass Speicherprozessorleistung hinzugefügt werden kann, ohne dass man ein weiteres System anschaffen oder das vorhandene durch ein größeres ersetzen muss. Die Pillar Axiom wächst mit Ihrem Speicherbedarf.

Jeder Axiom Slammer hat zwei asymmetrische Aktiv/Aktiv-Steuereinheiten. Jede Steuereinheit verfügt über redundante Stromversorgung und Kühlung und spiegelt ihren Write-Cache auf die jeweilige Partnereinheit. Das bedeutet, Sie können mit einem Pillar Axiom System mit einem einzelnen, vollständig redundanten Slammer mit 24 GB Cache und vier FC-Ports starten und das System später auf bis zu vier Slammer mit insgesamt 96 GB Cache und 16 FC-Ports erweitern. Der Vorteil hiervon ist, dass Sie all dies innerhalb eines einzigen Systems tun können. Sie brauchen kein weiteres Management-System, keine zusätzlichen Softwarelizenzen und müssen auch keine teuren Ausfallzeiten in Kauf nehmen, um Ihr System durch ein größeres Modell zu ergänzen.

Für die Axiom Bricks (Disk Enclosures) hat Pillar einen ähnlich innovativen Ansatz gewählt. Bricks gibt es entweder in der Ausführung mit FC (12 Laufwerke), SATA

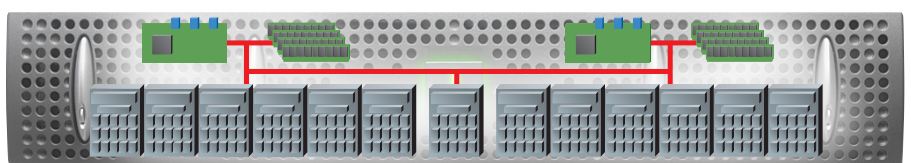


Abbildung 3. Aufbau einer Pillar Axiom Brick mit zwei RAID-Controllern und 13 Laufwerken (12 Laufwerke bei FC).

(13 Laufwerke) oder SSD (13 Laufwerke). Jede Axiom Brick enthält zwei RAID-Controller; somit kommen mit jeder Brick, die Sie der Axiom 600 hinzufügen, zwei RAID-Controller zum Gesamtsystem hinzu. Das bedeutet, dass beim Hinzufügen von Axiom Bricks zur Erweiterung der Speicherkapazität automatisch zusätzliche Raid-Controller CPU-Ressourcen hinzugefügt werden, die eine lineare Skalierbarkeit des I/O Durchsatzes gewährleistet. Nach der Erweiterung des ursprünglich mit zwei Bricks ausgestatteten Systems um weitere vier Bricks besitzt Ihr System insgesamt zwölf RAID-Controller – während jedes andere Speichersystem immer noch nur zwei Controller hätte.

Die Quality of Service von Pillar

Die Pillar Axiom 600 verfügt über eine inhärente Quality of Service (QoS), die es Anwendern ermöglicht, LUNs verschiedene Prioritätslevel zuzuweisen und so ein bestimmtes Maß an Performance sicherzustellen. Die Prioritätslevel bestimmen drei Dinge: a) Die Anzahl von Laufwerken, über die die LUN automatisiert verteilt wird, b) die Datenplatzierung auf einem Laufwerk, und c) die Zuweisung von CPU- und Cache-Ressourcen.

Anzahl der Laufwerke

Die Pillar Axiom-Architektur umfasst einen globalen Speicherpool, der – wie die RAID-Ebene – auf LUN-Basis bereitgestellt wird. Jeder LUN, die erstellt wird, wird eine der fünf Prioritäten (QoS-Level) zugewiesen, die der jeweiligen LUN einen Mindestanzahl von Laufwerken garantieren. Ausgehend von der Tatsache, dass die Axiom 600 mindestens vier Bricks vom gleichen Typ besitzt, erhält jede erstellte LUN die folgende Anzahl an Laufwerken, um die von ihm geforderte Leistung zu erbringen.

Premium:	48 Laufwerke
Hoch:	48 Laufwerke
Mittel:	36 Laufwerke
Niedrig:	24 Laufwerke
Archiv:	24 Laufwerke

Datenplatzierung

Die Einstellung der Priorität legt auch fest, wo die jeweilige LUN auf jedem Laufwerk letztlich residiert. Ausgehend von einem gemischten SSD/SATA-System wird für die verschiedenen Prioritäten folgende Datenplatzierung eingestellt:

Premium:	verwendet 100% der SSD-Laufwerke
Hoch:	verwendet die äußeren 20% der SATA-Laufwerke
Mittel:	verwendet den Platz, der 20-60% von der Außenkante der SATA-Laufwerke entfernt ist
Niedrig:	verwendet den Platz, der 60-80% von der Außenkante der SATA-Laufwerke entfernt ist
Archiv:	verwendet den inneren Ring der SATA-Laufwerke (80–100%)

Zuweisung von Ressourcen

Der dritte und letzte Aspekt, der durch die Zuweisung einer Priorität – eines QoS-Levels – bestimmt wird, ist die Zuweisung der Ressourcen für eine LUN; zu den Ressourcen gehören Speicherprozessor, RAID-Controller, Cache und die FC-Adapter. Ausgehend von einem gemischten SSD/SATA-System gilt für die verschiedenen Prioritäten folgende Ressourcenzuweisung (Bei den Prozentsätzen handelt es sich um die Mindestressourcen, die jedem Prioritätslevel bei konkurrierendem Zugriff zugewiesen werden):

Premium:	38%
Hoch:	25%
Mittel:	19%
Niedrig:	12%
Archiv:	6%

Es ist wichtig zu wissen, dass die Ressourcenzuweisung dynamischer Natur ist. Nutzen zum Beispiel keine anderen LUNs mit höherer Priorität die vorhandenen Ressourcen, hätte eine LUN mit der Priorität „Archiv“ Zugriff auf 100% der Systemressourcen. Mit zunehmender Konkurrenz werden die Ressourcen für die LUN mit Archiv-Priorität automatisch nach unten angepasst, bis zu dem in der vorstehenden Liste aufgeführten Wert. Auf diese Weise erhält man eine vorhersagbare, haltbare Leistung für jede einzelne LUN, die man erstellt. IOs mit geringerer Priorität können IOs mit höherer Priorität keine Ressourcen entziehen. Dies ermöglicht es Ihnen auch, IO-intensive Daten auf LUNs mit höherer Priorität zu stellen, die auf SSDs residieren, während weniger wichtige Daten auf LUNs mit geringerer Priorität gestellt werden. Das bedeutet, dass Sie auf ein und demselben System für sämtliche auf dem Pillar Axiom 600 System laufenden Anwendungen eine Mindestleistung garantieren können.

Der SSD-Vorteil von Pillar

Der heutige Speichermarkt wimmelt nur so von Speicheranbietern, die ihren vorhandenen Lösungen ganz einfach SSD-Technologie hinzugefügt haben. Durch das Hinzufügen von SSD-Laufwerken zu Speicherarrays, die in den 1990er Jahren entwickelt wurden, können Anwender das Potenzial der SSD-Technologie niemals voll ausschöpfen. Diese Systeme verfügen über gerade einmal zwei RAID-Controller, in den meisten Fällen über einen sehr kleinen Cache und über keinen Mechanismus zur Steuerung des Zugriffs auf die SSDs. Sie behandeln alle IOs in der gleichen Weise: Der erste IO, der in das System gelangt, erhält die höchste Priorität. Mit der SSD-Implementierung im Pillar Axiom System erhalten Sie die Garantie für eine vorhersagbare Performance für alle Prioritäten von IOs. QoS garantiert, dass IOs, die für SSDs gedacht sind, ganz vorn in der Warteschleife landen und so das volle Leistungspotenzial nutzen, das die SSD-Technologie zu bieten hat.

Herkömmliche Speichersysteme besitzen lediglich zwei RAID-Controller, um Dutzende oder sogar Hunderte von Laufwerken mit unterschiedlichen Leistungsmerkmalen zu managen. Pillars innovativer Ansatz mit RAID-Controllern in jeder einzelnen Speicher-Brick verhindert Engpässe und steigert die Gesamtleistung des Systems. Durch den Einsatz von zwei RAID-Controllern für das Management aller 13 Laufwerke in einer Brick liefert das Pillar Axiom System eine vorhersagbare Systemleistung und stellt sicher, dass jeder SSD IO in konsistenter Weise verarbeitet wird, weil er von den für andere Laufwerkstypen gedachten IOs isoliert wird.

Die Architektur des Axiom ist so perfekt auf die Bereitstellung von vorhersagbaren, haltbaren Leistungen und Nutzungsraten ausgelegt, dass Pillar jedem seiner Kunden die Leistungs- und Nutzungsraten, die in Verbindung mit der jeweiligen Kundenumgebung erreicht werden, schriftlich garantiert.

Fazit

SSDs gibt es schon seit längerer Zeit, doch haben sie auf dem Markt bislang nie richtig Fuß gefasst. Inzwischen haben geringere Preise, höhere Kapazitäten und die Verfügbarkeit in mittleren und unternehmensweiten Speichersystemen die SSD-Technologie für viele Unternehmen zu einer machbaren Alternative werden lassen. Das Pillar Axiom Speichersystem ist die einzige Speicherlösung auf dem Markt, die SSDs in Kombination mit herkömmlichen HDDs anbietet, und es so Anwendungen ermöglicht, ihre maximale Performance auszuschöpfen. Das Pillar Axiom System mit seiner SSD-Implementierung ist weiterhin Marktführer beim Preis-Leistungs-Verhältnis und auf dem Speichermarkt die richtungsweisende Lösung.



Pillar Data Systems® hat sich bei der Netzwerkspeicherung für einen vernünftigen, kundenorientierten Ansatz entschieden. Am Anfang stand eine simple, aber starke Idee: Wir wollten ein erfolgreiches Unternehmen für Speichertechnologie aufbauen, das den Wert schafft, den andere versprochen, aber nie geliefert hatten. Wir bei Pillar haben es uns zur Aufgabe gemacht, vernetzte Speicherlösungen mit der höchsten Wirtschaftlichkeit und der höchsten Verfügbarkeit auf dem Markt zu liefern. Wir bauen zuverlässige, flexible Lösungen, die – zum ersten Mal – SAN und NAS nahtlos vereinen und mehrere Speicherklassen ermöglichen. Alles auf einer einzigen Plattform. Pillar hat eine neue Klasse der Speichertechnologie geschaffen. www.pillardatasystems.de