

Die Quad-Level-Cell-Technologie von Micron[®] bringt neue erschwingliche Kapazitätsstandards auf den Markt

Die neueste Generation der NAND-Technologie erhöht den Druck auf Festplattenspeicher

Übersicht

Wir werden ständig herausgefordert, Business-Services und -Lösungen zu entwickeln, die maximale Leistung bieten und gleichzeitig in engere Budgets passen. Unabhängig davon, ob Sie Computing, Networking oder Storage kaufen, jede Komponente sollte die richtige Leistung und Funktionalität mit optimiertem Wert bieten. Die traditionelle Technologie für kostengünstige Speicherkapazität waren SATA-Festplatten (HDDs) aufgrund ihrer niedrigen Kosten pro Gigabyte. Diese Option führte jedoch häufig zu Kompromissen bei der Leistung und Skalierbarkeit. Micron ist der Ansicht, dass das Solid State-Rechenzentrum unumgänglich ist. SSDs werden mehr und mehr zum Hauptspeichermedium der Wahl, aber bis heute konnten sie keine älteren Festplatten in diesen Geschäftslösungen ersetzen, die stark auf Lesevorgänge ausgerichtet sind.

Mit der Einführung von Microns Quad-Level-Cell (QLC) NAND, rückt die Wirtschaftlichkeit der SSDs für viele Anwendungen immer näher an HDDs heran. In dieser technischen Kurzbeschreibung wird QLC mit seiner Vorgängerversion, der NAND-Technologie mit Triple-Level-Zellen (TLC) und SATA-Festplatten, verglichen. Wenn wir QLC mit TLC vergleichen, betrachten wir QLC als eine komplementäre Technologie zu TLC und die eine Lücke zwischen TLC-basierten SSDs und HDDs füllt. Die Vergleiche mit HDDs zeigen, dass QLC in vielen Anwendungsfällen eine praktikable Option darstellt, wenn Sie sich auf ein All-Flash-Rechenzentrum zubewegen. Während QLC-basierte SSDs den Vorteil der Kosten pro Gigabyte von HDDs nicht eliminieren, spricht QLC für eine massive Konsolidierung vorhandener Speichertechnologie zugunsten einer kostengünstigeren, die bessere E/A, Durchsatz und Latenzleistung bietet - was zu einer Effizienz führt, die die Gesamtbetriebskosten (Total Cost of Ownership, TCO) von großen, lesezentrischen Anwendungen senkt.

QLC Kurzinfos¹

- ✓ **33 %** höhere Bitdichte als Strom TLC SSDs
- ✓ **32 mal** mehr Schreib-E/As pro Watt als bei konkurrierenden SATA-HDDs
- ✓ **2 MAL** der Durchsatz von wettbewerbsfähigen HDDs
- ✓ **23 MAL** mehr Daten analysiert als konkurrierende HDDs

Die Leistung von QLC als Ersatz für HDDs

Was ist QLC und warum ist es darauf ausgelegt, HDDs als kostengünstige Kapazitätslösung herauszufordern? Die QLC-Technologie ist die neueste Generation der NAND-Architektur, die es jeder NAND-Zelle in einer SSD ermöglicht, vier Informationsbits zu speichern und somit die gesamte Informationsdichte um 33 % gegenüber den aktuellen TLC-NAND-Paketen zu verbessern. QLC konzentriert sich auf lesezentrische Workloads (90 % + Lesevorgänge), die einen großen Prozentsatz der Anwendungsfälle von Unternehmensanwendungen ausmachen. Der Vergleich von QLC mit SATA-HDDs und aktuellen Mainstream-TLC-SSDs zeigt, dass QLC-basierte SSDs

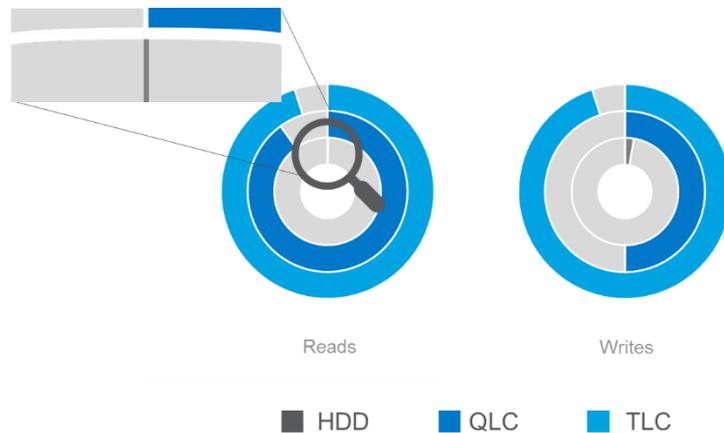


Abbildung 1: Performance (IOPS)-Vergleich von QLC SSDs mit SATA-HDDs und TLC SSDs

eine große Lücke zwischen den beiden ausfüllen kann. QLC bietet eine einzigartige Möglichkeit, den Übergang von leistungsschwächeren HDDs zu leistungsfähigeren SSDs zu einem erschwinglicheren Preis als zuvor zu beschleunigen. Mit einer ähnlichen Leseleistung wie bei TLC-Laufwerken kann QLC die Konsolidierungsanforderungen der Branche unterstützen und gleichzeitig über das 450-fache des gelesenen IOPS (Abbildung 1) und den 2-fachen Lesedurchsatz von wettbewerbsfähig platzierten HDDs bei gleichem Workload bereitstellen (Abbildung 2)..¹

Was bedeutet das für Ihr Rechenzentrum? Während HDDs nach wie vor marktführend in Bezug auf den Rohpreis pro Gigabyte sind, ist das nicht das Ende. Wie dargestellt, können HDDs sowohl für Small-Block- (OLTP) als auch für Large-Block- (BI/DSS) Workloads nicht mit TLC- oder QLC-SSDs in Bezug auf die rohe Leistung konkurrieren. Dies bedeutet, dass Sie die gleichen Daten mit weniger physischen Geräten verwalten können und dies möglicherweise schneller erfolgen kann. So können Sie die Hardware-, Software-, Energie- und Kühlungsanforderungen Ihrer Anwendung für die gleiche Leistung konsolidieren. Dies bietet einen massiven Ausgleich in Bezug auf Kosten pro E/A oder Kosten pro MB/s.

¹ Leistungsvergleiche basierend auf einer branchenweit vereinbarten Leistung und intern verifizierten Messwerten für eine typische 7,2 K RPM SATA HDD mit Enterprise-Performance im Vergleich zu einer Micron 5200 ECO SSD (TLC) ([Datenblatt](#)) und frühen Ergebnissen von Micron QLC-basierten 5210 ION SSD. Die endgültigen 5210 ION-Spezifikationen können sich von den in dieser Beschreibung verwendeten Spezifikationen unterscheiden. Alle Geräte sind 8 TB Geräte.

Bei gemischten E/A-Anwendungen wie OLTP oder Point-of-Sale können kostengünstigere SSDs mit hoher Leistung einen besseren Wert bieten. Für leseintensive Anwendungen kann QLC einen noch besseren Wert und (wie wir später sehen werden) viel bessere TCO bieten.

Bei BI/DSS-Workloads, die von sequenziellen E/A-Operationen mit großen Blöcken abhängen, können wir mit der Hälfte der Geräte, die QLC-SSDs verwenden, mehr Antworten erhalten.¹ In diesen Low-Write-Umgebungen liefert QLC sogar einen besseren Wert als TLC-SSDs und bietet eine ähnliche Leseleistung zu einem niedrigeren Preis.

Im Hinblick auf die Latenz sind die Latenzwerte der SSD-QoS (99,9 + %) im Allgemeinen besser als die *durchschnittlichen* Latenzwerte der HDD, was sie zu einer der reaktivsten verfügbaren Speicherlösungen macht. QLC-basierte SSDs bieten eine Lese-Latenz ähnlich der derzeit verfügbaren TLC-basierten SSDs¹, jedoch zu geringeren Kosten, was QLC zu einer besseren Gesamtoption für leseintensive Workloads macht.

Alle SSD-Leistungsergebnisse basieren auf tatsächlichen Tests unter Verwendung von FIO mit einer Warteschlangentiefe von 32 für das angegebene Lese-/Schreibziel. Micron SSD-Datenblätter bieten 100 % Lese-, 100 % Schreib- und typischerweise 70/30 Lese-/Schreibvorgänge für IOPS mit 4 KiB Blockgröße sowie Durchsatz in Megabyte pro Sekunde mit 128 KB Blockgröße bei 100 % Lese- und 100 % Schreibzugriff.

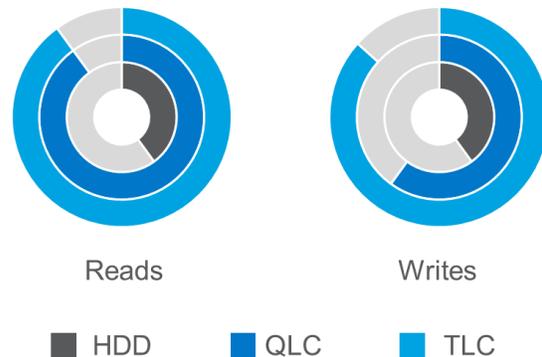


Abbildung 2: Durchsatz (MB/s) Vergleich von QLC SSDs mit SATA-HDDs und TLC SSDs

Die Effizienz von QLC als Ersatz für HDDs

Wenn wir die Effizienz dessen betrachten, was jedes dieser Geräte als Teil eines typischen „Tages im Leben“ eines Anwendungsdatenlaufwerks leistet, ist der Verlauf für QLC genauso überzeugend. Effizienz kann auf vielerlei Weise betrachtet werden, einschließlich Energie, Raum und Kühlung. Diese Effizienzmetriken tragen zum Gesamt-TCO-Vorteil bei, den SSDs im Allgemeinen und neue QLC-basierte SSDs bieten.

Die Energieeffizienz wird typischerweise in Bezug auf die verbrauchte Leerlaufleistung, die maximale verbrauchte Leistung und die Anzahl der Operationen (je nach Anwendung) gemessen, die pro Watt verbrauchter Energie durchgeführt werden. Da Speichergeräte durch möglichst viel Arbeit Geschäftswerte liefern, konzentriert sich diese technische Beschreibung auf die Energieeffizienz beim Lesen und Schreiben von Daten.

Im Gegensatz zu HDDs müssen SSDs Objekte nicht physisch bewegen, während sie Daten lesen oder schreiben. HDDs müssen schwere Platten drehen und Lese-/Schreibköpfe hin- und herbewegen, was mehr Strom benötigt. Daher verbrauchen SSDs im Allgemeinen weniger Strom als HDDs.

Die für HDDs dokumentierten maximalen Leistungsmesswerte liegen zwischen 8 und 11 Watt, während der maximale Stromverbrauch für SSDs bei etwa 6 Watt liegt. Obwohl dies auf der Antriebsebene möglicherweise kein großer Unterschied ist, ist es aufschlussreicher, wenn Sie die Menge der tatsächlichen Arbeit, die mit diesen Leistungsstufen erreicht werden kann, auswerten. Vergleicht man die Anzahl der IOPS pro Watt, die SSDs und HDDs leisten können, zeigt sich ein großer Effizienzvorteil für SSDs (Abbildung 3). Während TLC-SSDs weiterhin die führende Rolle bei der Leistung pro Watt spielen werden, bieten QLC-basierte SSDs eine deutlich höhere Leistungseffizienz (32X) für Schreibvorgänge als Festplatten. Mit anderen Worten, es werden 32 HDDs benötigt, um die Energieeffizienz einer einzelnen QLC-basierten SSD zu erreichen!

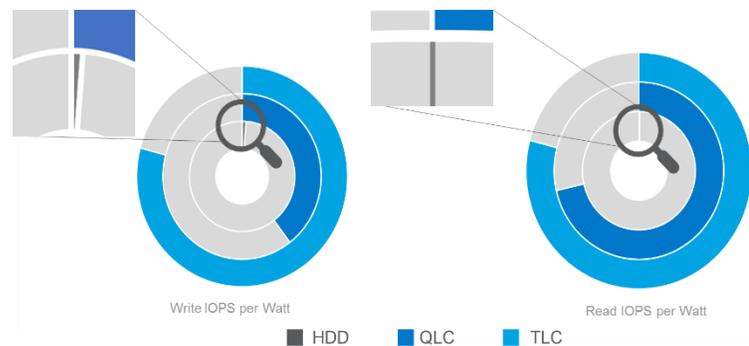


Abbildung 3: IOPS pro Watt Vorteile von SSDs

Diese Effizienz eröffnet eine enorme Möglichkeit für die Workload-Konsolidierung im Rechenzentrum. Wenn man bedenkt, dass QLC-SSDs den doppelten Lesedurchsatz, 450-fache Lese-IOPS und eine bessere Energieeffizienz als HDDs bieten, können Anwendungen auf weniger Servern mit QLC-SSDs im Vergleich zu HDDs in diesen Lösungen eingesetzt werden, um die gleiche Leistung zu erzielen.

Wie sieht es aus, wenn Sie ähnliche Kapazitäten benötigen? Auch hier bieten SSDs einen Vorteil. In unserem 8 TB-Beispiel werden aktuelle HDDs in einem 3,5 Zoll breiten x 1 Zoll hohen Gehäuse geliefert, während alle Kapazitäten von Micron Enterprise-SSDs in kleineren, 2,5 Zoll breiten Gehäusen verfügbar sind. Dies bedeutet, dass ein typisches 2RU-Servergehäuse die Anzahl der SSDs im Vergleich zu HDDs basierend auf den derzeit verfügbaren Designs um das Zweifache unterstützen kann. Durch die Hälfte der Anzahl der Server wird weniger Platz im Rack und weniger Rechenzentrumskapazität benötigt. Dies bedeutet auch weniger Strom und Kühlung. Dies führt zu einer drastischen Senkung der Gesamtbetriebskosten bei Verwendung von QLC SATA SSDs im Vergleich zu SATA SSDs für Business Intelligence und Entscheidungsunterstützungssysteme (BI/DSS), Video-Streaming und anderen stark auf Lesevorgänge zentrierte Workloads.

Angenommen, Sie sind gerade dabei, eine fünfjährige Technologieaktualisierung durchzuführen. Die durchschnittliche Kapazität von Hochleistungs-SATA-HDDs lag vor fünf Jahren bei 2 TB pro Laufwerk. Wenn Sie

einen Aktualisierungsvergleich Ihrer bestehenden Cassandra-Lösung mit drei Servern und 12 x 2 TB HDD gegenüber einer neuen Implementierung mit 8 TB QLC-basierten SATA-SSDs in Betracht ziehen, bieten die folgenden Diagramme einen geschätzten TCO-Vorteil von fünf Jahren für eine leistungsorientierte SSD-

	Current	SSD	Difference
Number of Drives	36	2	94% Fewer Drives
Usable Capacity (GB)	72,000	15,360	79% Lower Capacity
Performance (IOPS)	6,516	8,178	26% Higher Performance
5yr TCO	\$39,500	\$9,042	77% Lower Cost

Tabelle 1: Leistungsbasierte 5-Jahres-TCO -Analyse

	Current	SSD	Difference
Number of Drives	36	10	72% Fewer Drives
Usable Capacity (GB)	72,000	76,800	7% Higher Capacity
Performance (IOPS)	6,516	40,890	528% Higher Performance
5yr TCO	\$39,500	\$21,776	45% Lower Cost

Tabelle 2: Kapazitätsbasierte 5-Jahres-TCO-Analyse

Implementierung auf QLC-Basis von 77 % gegenüber HDDs (Tabelle 1), während der TCO-Vorteil für eine gleichwertige kapazitätsorientierte Cassandra-Lösung einen QLC-SDD-Vorteil von 45 % aufweist (Tabelle 2).² Beide QLC-basierten Aktualisierungsstrategien verwenden weniger SSDs als die entsprechenden HDD-basierten Implementierungen und bieten dennoch eine höhere Leistungsfähigkeit, um möglicherweise mehr Transaktionen zu unterstützen als die HDD-basierte Cassandra-Lösung.

Die Schnittstellenfestigkeit von QLC als Ersatz für HDDs³

Als Speichertechnologie bieten SSDs eine bessere Nutzungsdauer als HDDs. Die Nutzungsdauer bezieht sich auf die Menge der von einem Gerät verarbeiteten Daten. Gegenwärtig erhältliche TLC-SSDs können eine Schreibdauer [gemessen in geschriebenen Bytes (TBW)] von mehr als 8 Petabyte (PB) aufweisen, während SATA-HDDs der Enterprise-Klasse im Allgemeinen eine veröffentlichte „Schnittstellenfestigkeit“ von etwa 2,5 - 3,5 PB aufweisen⁴

Wie unterscheidet sich die Schnittstellenfestigkeit einer Festplatte von einer SSD? HDD-Anbieter veröffentlichen Beschränkungen normalerweise auf der Grundlage der maximalen Anzahl von Datenbytes, die in beiden Richtungen durch die Laufwerksschnittstelle geleitet werden können (d. h. Lese- und Schreibvorgänge), sowie

² Basierend auf Metriken von Micron-Forrester® Consulting [MOVE2SSD TCO Tool](#), unter Verwendung von frühen 5210 ION-Leistungs- und Kostenschätzungen für einen 95 %/5 % Workload, der auf einem Cassandra®-Cluster mit drei Servern gehostet wird und auf dem Yahoo! läuft. Cloud Server Benchmark-Workload B. Die tatsächlichen Ergebnisse können von den geschätzten Werten abweichen. Die verwendeten Daten können sich ändern.

³ Festigkeitsberechnungen basieren auf einer branchenüblichen 5-Jahres-Garantie für SATA-Laufwerke der Enterprise-Klasse, die nur zu Vergleichszwecken verwendet werden. Ihre Garantiebeschränkungen können von den in dieser Beschreibung beschriebenen abweichen.

⁴ „Schnittstellenfestigkeit“ misst sowohl Lese- als auch Schreibdaten, die über die SATA-Schnittstelle zwischen dem Host-Computer und dem Festplattenlaufwerk übertragen werden. HDD-Anbieter begrenzen in der Regel die Datenmenge, die Laufwerke lesen und schreiben können, im Vergleich zu SSDs, die nur auf der Menge der Daten basieren, die in die SSD geschrieben, nicht von dieser gelesen werden.

eine zeitbasierte Garantiezeit von typischerweise 3 oder 5 Jahren. Das Überschreiten eines der beiden Werte kann zum Erlöschen der Garantie führen. SSDs berücksichtigen im Allgemeinen nur die Daten, die auf das Gerät geschrieben werden, zusammen mit einem zeitbasierten Lebenszyklus und einer Garantiezeit von typischerweise 3 oder 5 Jahren. Aus diesem Grund beeinflussen alle E/A einer Anwendung - sowohl Lese- als auch Schreibvorgänge - die Lebensdauer einer SATA-HDD, während nur die von einer Anwendung geschriebenen Daten die Lebensdauer einer SSD beeinflussen. Während QLC-SSDs ein viel niedrigeres TBW-Maximum haben als TLC-Laufwerke, spielt die geringere TBW-Nutzungsdauer bei Anwendungen mit hohen Lese-/Schreibverhältnissen (90 % oder mehr Lesezugriffe) keine Rolle.

Stellen Sie sich eine Anwendung vor, die nur 10 % Schreibvorgänge statt 90 % Lesevorgänge generiert und eine Blockgröße von 4 KB verwendet. Sie liest und schreibt Daten jedoch sehr schnell und verbraucht dabei die volle IOPS-Kapazität des Laufwerks. Mit den E/A-Raten von HDDs, TLC SSDs und QLC SSDs können alle drei Optionen diese Lösungs-Workload bewältigen, ohne die jeweiligen Garantielimits für den Datendurchsatz zu überschreiten, selbst bei diesen hohen E/A-Raten.

Laufwerkstyp	Schreib-IOPS	Lese-IOPS	Gesamte IOPS für Lebenszyklusberechnungen	5 J Gesamtzahl der verarbeiteten Bytes	5 J Gesamtanzahl der maximal zulässigen Bytes
HDD	21	189	210 (Lese- und Schreibvorgänge)	135 TB (Lese- und Schreibvorgänge)	2750 TB (Lese- und Schreibvorgänge)
QLC	500 (schätzungsweise)	4500 (schätzungsweise)	500	322 TB	450 TB (schätzungsweise)
TLC	950	8550	950	613 TB	8400 TB

Tabelle 3: 90 %/10 % Workload-Einfluss auf die Nutzungsdauer-Garantie

In diesem Beispiel schreibt die QLC-SSD über die 5-jährige Lebensdauer beider Geräte 23 mal so viele Daten wie eine HDD (Abbildung 4).



Abbildung 4: Vergleich von GB geschrieben auf Basis eines Schreiblastprofils von 10 %

Aus der Perspektive des Datendurchsatzes (unter Verwendung sequentieller Großblockdaten) mit dem gleichen 90 % Lese- und 10 % Schreib-E/A-Profil benötigen QLC-Laufwerke länger, um ihre maximale Datenverarbeitungserwartung basierend auf dem SSD-TBW-Maximum zu erreichen, verglichen mit der typischen Lebensdauer der HDD-Schnittstelle, die in der Garantie eines Festplattenherstellers aufgeführt ist. Beachten Sie, dass HDDs Daten mit einer Rate von 240 MB/s schreiben können, während QLC SSDs Daten mit einer Rate von ca. 340 MB/s schreiben können. Bei diesen Raten würde die HDD das erwartete Schnittstellendatenlimit (Lese- und Schreibvorgänge) in 139 Tagen ausschöpfen, während die QLC SSD voraussichtlich etwa 150 Tage hält.

Wenn der Lese-Prozentsatz über 90 % steigt, steigt der QLC-SSD-Vorteil dramatisch. Tatsächlich würde die QLC SSD bei 100 % Lesezugriff ohne geschriebene Daten nie ihre maximal dokumentierte TBW-Grenze im SSD-Datenblatt erreichen, aber die HDD würde ihre Schnittstellen-Datengrenze (Lese- und Schreibvorgänge) in diesen 139 Tagen ausschöpfen. (Abbildung 5).

Ein Beispiel für einen 100% gelesenen Workload wäre eine Video-Streaming-Lösung, bei der das Laufwerk, sobald es mit Videodateien gefüllt ist, ab diesem Zeitpunkt als 100% gelesener Workload angesehen werden könnte. QLC bietet Vorteile in Bezug auf Leistung und Nutzungsdauer, die die TCO für diese Art von Anwendungsfall maximieren.

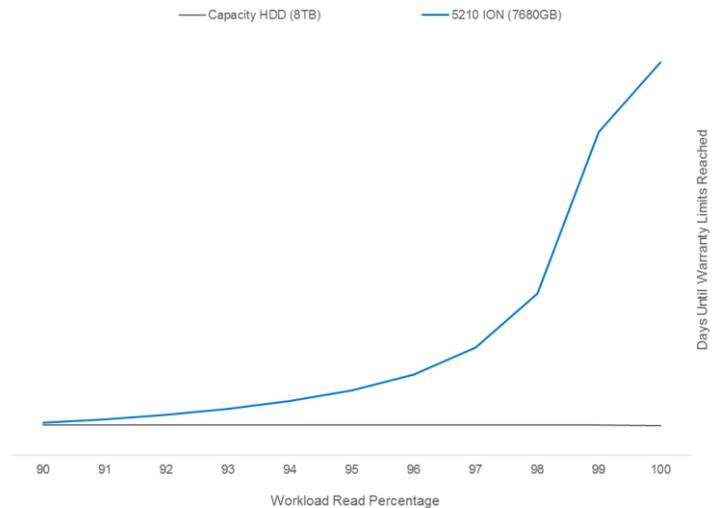


Abbildung 5: Tage bis zum Erreichen von Garantielimits für sequenzielle Workloads mit großem Block

Betrachten Sie QLC für Ihre nächste lesezentrische Anwendung

Herkömmliche HDDs waren aufgrund ihrer Allgegenwärtigkeit und ihres Kostenvorteils gegenüber neueren Flash-basierten SSD-Geräten eine Hauptstütze von kostengünstigen, adäquaten lesezentrischen Lösungen. Die Einführung von QLC - der nächsten Generation der Flash-Speichertechnologie - bietet HDDs mit einer kostengünstigeren Flash-basierten SSD-Option eine viel breitere Konkurrenz. Während QLC-SSDs pro Gigabyte mehr kosten als HDDs, ist QLC die kosteneffektivere Option für allgemeine lesezentrierte Workloads. Die zusätzliche Leistung und Effizienz sind die entscheidenden Vorteile für QLC-SSDs über einen Zeitraum von fünf Jahren, in denen eine typische Unternehmenslösung aktualisiert wird.

Das All-Flash-Rechenzentrum wird immer mehr zur Realität und wenn sich die Technologie weiter verbessert, ist dies alles andere als unvermeidlich. Jetzt ist es an der Zeit, QLC ernsthaft für lesezentrierte Workloads wie Videoverarbeitung, BI/DSS und Archivierung in Betracht zu ziehen. Besuchen Sie micron.com/QLC für weitere Informationen zu den branchenweit ersten QLC-SSDs von Micron.

Was sich hinter den Zahlen verbirgt

HDD-Leistungsannahmen

Alle Leistungsvergleiche verwenden die folgenden Metriken für ein „typisches“ Unternehmen 8 TB, 7200 U / min, 3,5-Zoll-SATA-HDD:

Metrik		Wert
Durchsatz (MB/s)	Lesevorgänge	240
	Schreibvorgänge	240
EA/Sec (IOPS)	Lesevorgänge	198
	Schreibvorgänge	267
Latenz (ms)	Durchschnittliche Lesevorgang-Latenz	4.16
Zuverlässigkeit:	MTTF (Stunden)	2 Millionen
Energie-Effizienz:	Maximale Leistung (Watt)	8,6

IOPS pro Watt wird mit der folgenden Formel berechnet:

$$\text{Lesevorgänge: } \frac{IOPS_{\text{read}}}{\text{Maximale Leistung}}$$

$$\text{Schreibvorgänge: } \frac{IOPS_{\text{write}}}{\text{Maximale Leistung}}$$

Ihre spezifischen Modelle bieten möglicherweise andere Leistungsmerkmale als die in dieser Anleitung verwendeten.

SSD-Leistungsannahmen

Alle Leistungsvergleiche für TLC-basierte SSDs basieren auf veröffentlichten Spezifikationen für die Micron 7680GB 5200 ECO SSD, wie im technischen Datenblatt auf micron.com veröffentlicht.

Alle Leistungsvergleiche für QLC-basierte SSDs basieren auf frühen internen Testergebnissen für das neue Micron 7680GB 5210 ION SSD. Die endgültigen Produktspezifikationen können sich von den in diesem Dokument verwendeten abweichen.

In der folgenden Tabelle sind die Leistungsmetriken für jeden SSD-Typ zusammengefasst:

Metrik		TLC	QLC
Durchsatz (MB/s)	Lesevorgänge	540	540
	Schreibvorgänge	520	360
EA/Sec (IOPS)	Lesevorgänge	95.000	90.000
	Schreibvorgänge	9.500	5.000
Latenz (ms)	QoS Lesevorgang-Latenz	1	0,200
Zuverlässigkeit:	MTTF (Stunden)	3 Millionen	2 Millionen
Energie-Effizienz:	Maximale Leistung (Watt)	6	6.3

5-Jahres-TCO-Schätzung

Die TCO-Berechnungen basieren auf einem hypothetischen fünfjährigen Aktualisierungsvergleich einer bestehenden Cassandra NoSQL-Datenbanklösung mit drei Knoten, bei dem ein typischer 95%iger Lese-zu-Schreib-Workload durchgeführt wird, wie z.B. das Hinzufügen von Metadaten/Tags zu bestehenden Daten, der durch ein hypothetisches QLC SSD-basiertes Angebot mit zwei möglichen Entscheidungskriterien für den Einsatz ersetzt wird:

- 1) Bereitstellung einer neuen Cassandra-Lösung, die die gleiche Leistungsklasse wie die bestehende Lösung bietet.
- 2) Bereitstellung einer neuen Cassandra-Lösung, die die gleiche Kapazität wie die bestehende Lösung bietet.

Die folgenden Tabellen enthalten die in den TCO-Berechnungen verwendeten Annahmen:

Welche Art von Festplattenspeicher verwenden Sie jetzt?

Hinweis: Die Kosten pro Laufwerk basieren auf durchschnittlichen öffentlichen Preisen.

Laufwerkstyp	HDD
Modell	HDD_7200_RPM
Kapazität	2000 GB
Kosten pro Laufwerk	USD 138,33

Wie wird Ihr Serverspeicher bereitgestellt?

Chassis-Größe (in U)?	2
Wie viele Laufwerke pro Chassis?	12
Wie viele Chassis mögen das?	3
Welcher RAID-Level?	0
Wieviel % wird verwendet? (Nur Festplatte)	100 %

Für welche Art von Speicher interessieren Sie sich?

Hinweis: Die Kosten pro Laufwerk basieren auf durchschnittlichen öffentlichen Preisen.

Laufwerkstyp	SSD
Klasse	Rechenzentrum
Anbieter	Micron
Modell	_5200_ECO
Kapazität	7680 GB
Kosten pro Laufwerk	USD 1572,45

Welche Art von Anwendung verwenden Sie?

Familie	Datenbank
Anbieter	NoSQL_Cassandra
Workload	Hinzufügen von Metadaten/Tags zu vorhandenen Daten
Benutzerdefinierte Anwendung?	<input type="checkbox"/>
Übertragungsgröße (KB)	0,5
Lese-/Schreib-Ration (%)	100/0

Workload-Details	
Übertragungsgröße (KB)	128
Lese-/Schreib-Ration (%)	95/5

Softwarelizenzierung (pro Jahr)	
Aktuelle Lizenzierung pro Knoten	USD 1.000
SSD-fähige Lizenzierung pro Knoten	USD 0

Please enter your power costs and cooling factor

State	Use US Average
Custom Power Cost? \$/KWh	<input type="checkbox"/> \$0.950
Cooling Factor	1.7

Power Cost US EIA \$/KWh	\$0.077
-----------------------------	---------

micron.com

Diese technische Beschreibung wurde von Micron veröffentlicht und wurde nicht von Oracle autorisiert, gesponsert oder anderweitig genehmigt. Für die Produkte wird nur eine Gewährleistung gegeben, um die Spezifikationen des Produktionsdatenblattes von Micron zu erfüllen. Produkte, Programme und Spezifikationen können ohne vorherige Ankündigung geändert werden. Termine sind nur Schätzungen.

© 2018 Micron Technology, Inc. Alle Rechte vorbehalten. Alle hierin enthaltenen Informationen werden wie besehen und ohne Gewährleistung jeglicher Art zur Verfügung gestellt. Micron und das Micron-Logo sind Marken von Micron Technology, Inc. Alle anderen Marken sind Eigentum ihrer jeweiligen Inhaber. Rev. A 05/18 CCM004-676576390-11060