

# Micron® Quad-Level Cell-Technologie Erschwinglicher Solid State-Speicher für mehr Anwendungen

QLC ermöglicht immense, lesefokussierte Workloads

## Übersicht

Seit Jahren werden lese-fokussierte Workloads auf älteren Speicher wie HDDs übertragen, wobei die Erschwinglichkeit das verbleibende Hindernis für die Flash-Einführung darstellt. Die Quad-Level Cell (QLC) NAND Flash-Technologie speichert vier Bits in jeder NAND-Zelle, was 33 Prozent mehr Bits pro Zelle entspricht als die Triple-Level Cell (TLC) NAND. Dadurch trägt QLC zu einem attraktiveren Preis bei, wodurch die Erschwinglichkeitslücke zwischen HDDs und Solid-State-Speichern verringert wird. Micron ist der erste Anbieter, der die QLC-Technologie in einer SSD der Enterprise-Klasse verfügbar macht.<sup>1</sup>

QLC bringt diese erstaunlichen Vorteile:

- Beschleunigt lesefokussierte Workloads
- Aktiviert neue Anwendungen
- Bringt kritische Daten näher an CPUs heran
- Reduziert den Platzbedarf im Rack

Dieser technische Überblick zeigt, wie die Micron® QLC-Technologie hervorragend für Anwendungen geeignet ist, die mehr lesen als schreiben, Daten näher an die CPU heranbringen und mehr Dichte pro Zelle für speicherdichte Server und Racks verpacken, um den Platzbedarf für leseintensive Datensätze mit hoher Priorität zu reduzieren.

## Kurzinformation

- Micron ist führend in QLC NAND und ist der erste SSD-Hersteller, der QLC-Vorteile für SSDs der Enterprise-Klasse bringt.<sup>1</sup>
- QLC packt 33 Prozent mehr Bits in jeder NAND-Zelle als TLC, was immense Gewinne auf System-, Rack- und Rechenzentrumsebene ermöglicht.
- Die Erschwinglichkeit von 4-Bit-pro-Zelle-NAND ermöglicht mehr Anwendungen und mehr Workloads, einfacher auf SSDs umzusteigen.

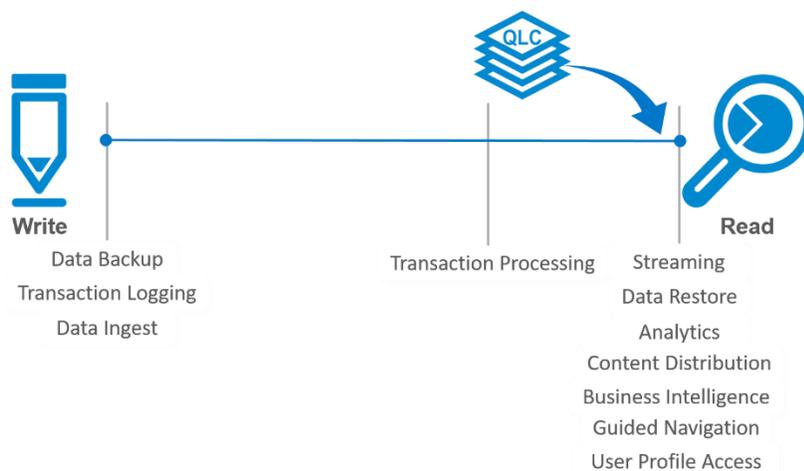


1. Micron 5210 ION Enterprise SSD

## Viele Anwendungen lesen weit mehr als sie schreiben

Wenn Anwendungen und Workloads auf Speicher zugreifen, lesen sie entweder Daten, schreiben Daten oder eine Kombination aus beidem. Mit vier Bits pro Zelle versetzt uns der QLC-Speicher in die Lage, mehr leseintensive Workloads in den Flash-Speicher zu verschieben, wodurch sie von den Einschränkungen des herkömmlichen Speichers befreit werden.

Wenn Sie auswählen, welche Workloads zu QLC verschoben werden sollen, müssen wir wissen, wie viele Datenanwendungen geschrieben werden. Dies ist besonders wichtig, wenn Anwendungen in QLC verschoben werden, da Flash beim Schreiben verbraucht wird und unterschiedliche Flash-Typen unterschiedliche



Schreibausdauer haben. QLC hat eine geringere Schreibausdauer als andere Flash-Typen. Weitere Informationen finden Sie im Abschnitt NAND-Speichergrundlagen am Ende dieser Kurzbeschreibung.

Zu wissen, wie viel unsere Anwendungen Daten schreiben, hilft dabei, diejenigen zu identifizieren, die viel mehr lesen als schreiben. Eine Anwendung mit meist gelesener E/A eignet sich gut für die QLC-Migration. Wir können QLC nutzen, indem wir diese lesefokussierten Workloads von teureren Flash-Typen oder langsameren älteren HDDs entfernen (und andere Flash-Typen für gemischte Workloads verwenden).

Abbildung 1: Anwendungsspeicher Zugriffstypverteilung

Abbildung 1 zeigt, wie einige Anwendungen in der Regel auf Speicher zugreifen. Anwendungen, die schreibintensiv sind, sind auf der linken Seite, leseintensiv sind auf der rechten und gemischte Zugriffe (einige leseintensiv, einige schreibintensiv) befinden sich dazwischen. Die meisten Beispielanwendungen lesen wesentlich mehr Daten als sie schreiben, wodurch QLC eine gute Lösung darstellt. Die folgende Tabelle 1 zeigt, wie diese Anwendungen bei einer Migration zu QLC profitieren könnten.

Workload	Wie QLC Wert schafft
Echtzeit-Analytik und große Datenmengen	Bietet eine Leistungssteigerung für das „Backend“ von großen Datenmengen. Zum Beispiel kann ein verteiltes Hadoop-Dateisystem mit einem Speicher mit hoher Kapazität, der kostengünstig und blitzschnell ist, mehr Wert bieten.
Business Intelligence und Entscheidungsunterstützungssysteme	Mithilfe schnellerer, tieferer Abfragen können Sie schnell riesige Datensätze erstellen, um reaktionsschnellere, detailliertere Analysen für bessere Erkenntnisse zu erstellen.
Aktive Archive und großer Blockspeicher	Verschieben Sie aktive Archive von einer Speicherressource in ein strategisches Datenobjekt und liefern Sie mühelos große Datenströme mit großen Blöcken.
Leseintensive Künstliche Intelligenz (KI)	Bietet die Geschwindigkeit, auf die KI-Algorithmen angewiesen sind, um Muster in großen Datensätzen schnell und mit hoher Kapazität zu identifizieren.
Maschine und Tiefenlernen	QLC liefert Geschwindigkeit mit einem erreichbaren Preispunkt für immense Datenmengen - denn Maschinen können nur so schnell lernen, wie sie Daten lesen und analysieren können.

Content-Lieferung, Video-on-Demand, Content-Streaming	Unterstützt massive, parallele Anforderungen und Streams, um mehr Benutzern konsistent mehr Ressourcen zu liefern.
NoSQL-Datenbanken	Geben Sie datengesteuerten Workloads wie der Klassifizierung und dem Tagging von Inhalten sowie der Beschleunigung von Benutzerprofilen neues Leben.
Benutzerauthentifizierung	Schnellspeicher bedeutet schnelle Authentifizierung

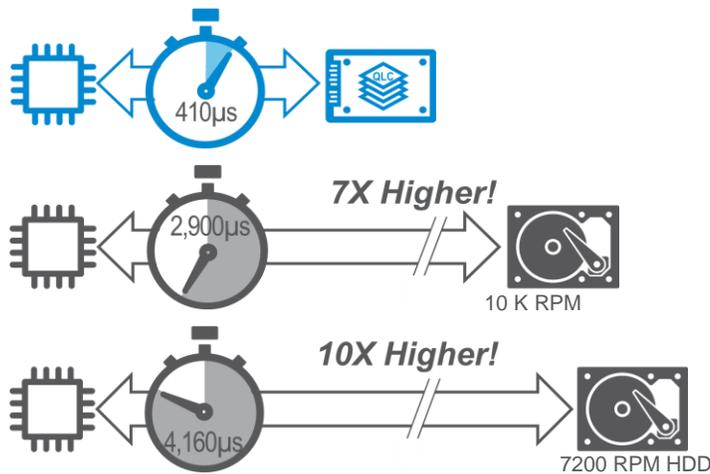
**Tabelle 1: Beispiel-Workloads und QLC-Vorteile**

Die Anwendungen in Tabelle 1 haben alle einen gemeinsamen Thread, der QLC zu einer guten Option macht: Sie lesen wesentlich mehr Daten als sie schreiben und schnelle, effiziente Lesevorgänge sind für ihren Wert von entscheidender Bedeutung.

## Bringen Sie Daten näher zur CPU

Indem wir Daten näher an die CPU bewegen, können wir sie verarbeiten, daraus lernen und viel schneller daraus Nutzen ziehen. Während herkömmliche HDDs durch ihr physikalisches Design begrenzt sind (drehende Plattenteller, physische Köpfe, die sich über diese Platten bewegen, Magneten, Servos und so weiter), benötigen QLC (und andere Flash-Technologien) diese beweglichen Teile nicht. Dadurch können sich Daten näher an die CPU bewegen (was die Latenz verringert, sodass die CPU nicht so lange auf Daten warten muss).

Um die Latenzunterschiede zu veranschaulichen, die Flash machen kann, zeigt Abbildung 2 einen Vergleich zwischen einer QLC SSD<sup>2</sup> und zwei herkömmlichen Enterprise-Festplatten: einer 10K RPM (Mitte) und einer 7200 RPM (unten).

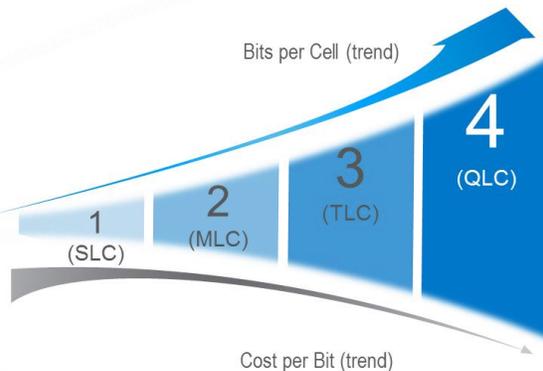


**Abbildung 2: QLC vs HDD Latenzvergleich**

Die herkömmlichen HDDs haben eine viel höhere Latenzzeit. Im QLC-Beispiel beträgt die Latenz nur 410 µs, während die 10K-RPM-Latenz 2900 µs beträgt und die 7200-RPM-HDD-Latenz auf 4160 µs ansteigt.<sup>2</sup> Beachten Sie, dass die Festplatten-Latenzen so viel höher sind, dass sie in Abbildung 2 auf einer gebrochenen Skala dargestellt sind.

Ein großer Teil der übermäßigen Latenzzeit einer HDD ist auf ihre mechanische Beschaffenheit zurückzuführen (z. B. erfordert ein wahlfreier Zugriff auf eine HDD möglicherweise, dass ihre Köpfe über ihre sich drehenden Platten schwingen). Der genaue Latenzunterschied hängt vom HDD-Design ab.

2. Micron 5210 ION Enterprise SSD. HDD-Informationen aus öffentlichen Datenblättern für HDDs von einem renommierten, namhaften Anbieter. 10K RPM gaben eine mittlere Latenz = 2,90 ms an, während 7200 RPM eine Latenz = 4,16 ms angeben. Es werden keine zusätzlichen Details zur HDD-Latenzmessung angegeben. QLC-Latenz basierend auf 4K-Übertragung mit Warteschlangentiefe = 32.



**Abbildung 3 - NAND-Bitdichte nach Generation**

Migration von MLC zu TLC hat gezeigt, dass Flash aufgrund niedrigerer Kosten, solider Zuverlässigkeit und hoher Leistung zu einer Hauptstütze der Mainstream-IT geworden ist.

Die Einführung von QLC fügt ein weiteres Bit pro Zelle hinzu (von drei auf vier), ein Zuwachs von 33 Prozent gegenüber der Technologie der vorherigen Generation. Diese Änderung ermöglicht eine verbesserte SSD-Wirtschaftlichkeit und führt Flash-Preise immer näher an herkömmliche HDDs.

Die Einführung von QLC unterscheidet sich von früheren Generationen. Frühere Übergänge haben die neue Technologie (MLC, dann TLC) weitgehend ersetzt. QLC ist jedoch eine komplementäre Technologie zu TLC. Es füllt eine dringend benötigte Lücke zwischen TLC- und älteren HDDs, so dass mehr lesefokussierte Workloads von älteren HDDs auf Flash umgestellt werden können.

## Paket 33 % mehr Kapazität pro Zelle

Single-Level-Cell (SLC) (mit einem Bit pro Zelle) war die erste allgemein verfügbare Flash-Technologie. Bei seiner Einführung war SLC-Flash mit begrenzter Kapazität teuer.

Als Flash von SLC zu MLC-Technologie (Multi-Level Cell) überging, verdoppelte sich die Anzahl der Bits in jeder Zelle (von eins auf zwei). Dieser Meilenstein machte Flash erschwinglicher und erweiterte seine Nutzung.

Als die MLC zur Technologie der Triple-Level-Cell (TLC) überging, stieg die Anzahl der Bits pro Zelle um 50 Prozent (von zwei auf drei). Der Preis pro Bit wurde gesenkt und die Akzeptanz wurde wieder ausgeweitet. Die

## QLC erstellt Solid Storage Density nach Server, Rack und Rechenzentrum

Ständig steigende Datenmengen und mehr Anwendungen für den Zugriff auf diese Daten bedeuten, dass IT-Abteilungen gezwungen sind, steigenden Speicher- und Serviceanforderungen gerecht zu werden. Wenn wir neue Server bauen, um ältere Server am Ende des Gerätezyklus zu ersetzen, haben wir in der Regel die Wahl: hohe Pro-Laufwerkskapazität im größeren 3,5-Zoll-Formfaktor mit relativ niedrigem Lese-IOPS oder kleinere 2,5-Zoll-Laufwerke mit höherer Leseleistung.<sup>3</sup> Während 2TB 3,5-Zoll-Festplatten in vielen aktuellen Festplatteninstallationen Standard sind, bieten große Festplattenhersteller Enterprise-3,5-Zoll-Festplatten mit bis zu 14TB und 2,5-Zoll 10K-RPM-Festplatten mit bis zu 2,4TB.

Wir können eine gute Speicherdichte pro Einheit erreichen, indem wir neuere HDD und Standard-2U-Server verwenden, die bis zu zwölf 3,5-Zoll- oder 24-Zoll-2,5-Zoll-Festplatten unterstützen (einige spezielle Designs unterstützen möglicherweise mehr). Die verfügbare Rohkapazität pro Server hängt von der Konfiguration und der beabsichtigten Verwendung ab. Abbildung 4 zeigt drei typische HDD-Konfigurationen.

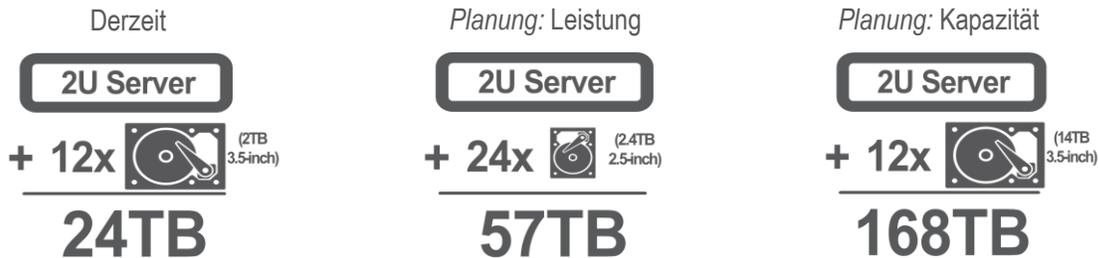


Abbildung 4: Typische 2U HDD-basierte Server mit Rohkapazität

Das Aufkommen von 14 TB HDDs erhöht die Serverkapazität enorm. Basierend auf der Serverdichte, die in Abbildung 4 gezeigt wird, würden wir diese 14-TB-HDDs wählen, wenn wir maximale HDD-basierte Kapazität wünschen. Bei der Planung der Leseleistung und -kapazität würden wir uns für eine 10K-RPM 2,4TB-Hybrid-2,5-Zoll-Formfaktor-HDD2 entscheiden.

### QLC bedeutet Server mit höherer Dichte

Mit der Einführung des QLC-Speichers ändert sich das Bild für Server mit hoher Kapazität und hoher Leseleistung.

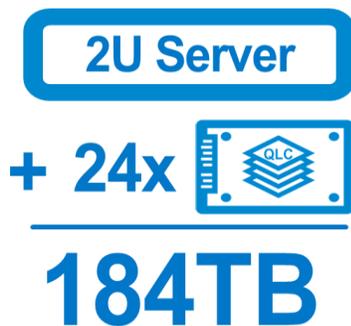


Abbildung 5: Rohkapazität pro Server mit QLC

Beispielsweise ermöglicht QLC problemlos 7,68 TB pro SSD in einem 2,5-Zoll-Formfaktor.<sup>4</sup> Bei Verwendung des gleichen 2U-Servers mit 24 Laufwerksschächten zeigt Abbildung 5, dass QLC bis zu 184 TB Rohkapazität aktivieren kann.

Der größere Rohkapazitätsvorteil von QLC ist im Vergleich zu dem derzeit im Einsatz befindlichen Server (mit 2TB HDDs) klar: Der QLC-Serverspeicher ist 7,7 mal so groß.

QLC ermöglicht die 3,2-fache Kapazität des beispielhaften Leistungsservers (10K RPM 2,4-TB-Hybrid-HDDs) und eine um etwa 10 Prozent höhere Kapazität als die 14-TB-HDD-Konfiguration.

3. IOPS- und Kapazitätsdaten aus öffentlichen Datenblättern für 14-TB- und 10-K-RPM-Hybrid-HDDs von großen Herstellern. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieses Dokuments war 2,4 TB die größte kommerziell erhältliche Hybrid-HDD mit 10.000 RPM, die von einem großen Hersteller erhältlich war.
4. Berechnungen basieren auf 7,68 TB Micron 5210 ION.

## Reduzieren Sie Rack-Platzbedarf von großen Datensätzen

QLC ermöglicht eine Verbesserung der Dichte pro Server von erheblich (7,7 x) bis deutlich weniger (10 Prozent). Wenn Sie diese Verbesserungen im Rack-Maßstab betrachten, erhalten Sie eine andere Perspektive.

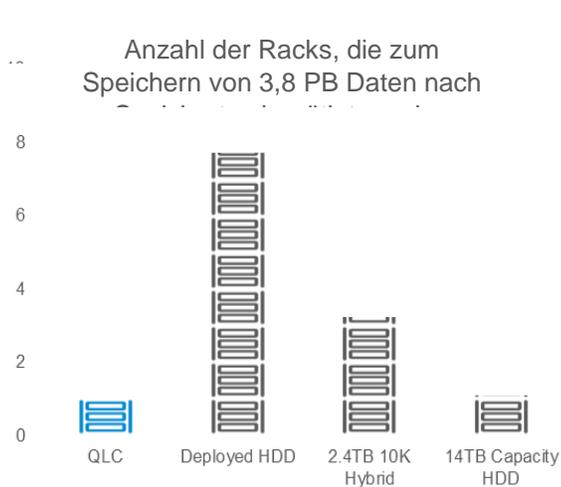


Abbildung 6: Reduzierung des Rackplatzes

Abbildung 6 zeigt, wie viele Racks benötigt werden, um einen 3,8 PB-Beispieldatensatz zu speichern, wenn ein standardmäßiges 42U-Rack verwendet wird und vollständig mit 2U-Servern bestückt wird (alle 42U sind von Servern belegt).

Der Dichtevorteil von QLC ist klar im Vergleich zu einem typischen eingesetzten Server und einem neuen HDD-fokussierten Server mit Lese-Performance.

Eine nähere Betrachtung von Abbildung 6 zeigt auch, dass die HDD-Konfiguration mit der höchsten Dichte (zwölf 14 TB HDDs) nicht in ein Rack passt. Es erfordert ein komplettes Rack plus etwa 4U in einem zweiten Rack.

Dieser Vergleich zeigt, wie QLCs Fähigkeit, die Dichte pro Server zu erhöhen, den Rack-Platz für einen enormen Skalierungseffekt reduziert.

## Das Ergebnis

Microns QLC-Einführung - die nächste Generation der Flash-Speichertechnologie - bringt 33 Prozent mehr Bits pro Zelle mit sich, wodurch mehr Anwendungen und mehr Workloads einfacher und kostengünstiger auf SSDs umgestellt werden können. Micron ist der erste SSD-Hersteller, der QLC-Vorteile für SSDs der Enterprise-Klasse bietet.

Die Kapazität von herkömmlichen HDD ist sprunghaft angestiegen, da Unternehmenslaufwerke bis zu 14 TB erreichen. Ihr 3,5-Zoll-Formfaktor begrenzt jedoch den Speicher pro Server. Herkömmliche 10.000 RPM Hybrid-HDDs (lange die Wahl für lesefokussierte Anwendungen, die eine hohe Leistung verlangen) haben eine begrenzte Kapazität. Diese Einschränkungen erzwingen eine schwierige Entscheidung: größere Kapazität, aber langsame oder geringere Kapazität, aber schnell?

QLC ermöglicht sowohl Kapazität als auch Geschwindigkeit.

Die zusätzliche Speicherdichte ermöglicht eine höhere Serverkapazität, sodass IT-Gruppen mehr Daten übertragen und den Platz im Rack reduzieren können (ein echter Vorteil für überfüllte Rechenzentren).

QLC bringt das All-Flash-Rechenzentrum der breiten Akzeptanz ein Stück näher. Während viele Workloads bereits zum Flash migriert wurden, wurden die Holdouts auf lese-fokussierte Anwendungen wie Business Intelligence und Analytics, NoSQL-Datenbanken und Content-Bereitstellung, Video on Demand und Streaming, große Datenmengen und aktive Archive sowie Backup und Wiederherstellung im Rechenzentrum ausgerichtet. Die Micron QLC-Technologie unterstützt diese Anwendungen, indem sie den Solid-State-Speicher für lesefokussierte Workloads zugänglicher macht.



Erfahren Sie mehr über die QLC-Technologie und ihre transformative Wirkung auf Ihr Geschäft bei [micron.com](https://micron.com). Bleiben Sie auf dem neuesten Stand über Trends im Speicher, indem Sie Microns [Storage Blog](#) lesen und uns auf Twitter [@MicronStorage](#) folgen.

## NAND-Speichergrundlagen

Der Artikel befasst sich mit verschiedenen QLC-Vorteilen und schlägt mögliche Anwendungen und Workloads vor, die mit QLC gut funktionieren sollten. Um diese Vorteile ein wenig genauer zu verstehen, können einige Hintergrundinformationen zu NAND (im Allgemeinen) und QLC (speziell) hilfreich sein.

Ein NAND-Speicher unterscheidet sich von vielen anderen Speicherarten. Wenn wir Daten in eine NAND-Zelle schreiben (auch bekannt als Programmierung), müssen wir die Daten löschen, bevor wir neue Daten in dieselbe Zelle schreiben. Dieser Prozess wird als ein Programmierungs-/Löschen-Zyklus bezeichnet.

NAND wird programmiert und gelöscht, indem eine Spannung angelegt wird, um Elektronen durch einen Isolator zu senden. Die Position dieser Elektronen (und ihre Größe) bestimmen, wann Strom zwischen einer Quelle und einer Senke fließen wird (Spannungsschwelle genannt), wobei die in dieser Zelle gespeicherten Daten (1en und 0en) bestimmt werden.

Wenn NAND geschrieben und gelöscht wird, sendet es die Elektronen durch den Isolator und zurück, und der Isolator beginnt sich zu verschleifen (die genaue Anzahl dieser Zyklen in jeder einzelnen Zelle variiert je nach NAND-Design). Schließlich verschleißt der Isolator bis zu dem Punkt, an dem er Schwierigkeiten haben kann, die Elektronen in ihrer korrekten (programmierten) Position zu halten, was es zunehmend schwieriger macht, zu bestimmen, ob die Elektronen dort sind, wo wir sie platziert haben oder ob sie alleine migriert sind.

### SLC (Single-Level Cell) - Ein Bit pro Zelle

Wenn wir ein Bit (SLC) speichern, brauchen wir die Elektronenpositionen nicht genau im Auge zu behalten, so dass ein paar migrierende Elektronen keine große Rolle spielen. Da wir nur eine 1 oder eine 0 speichern, müssen wir nur genau bestimmen, ob die Spannung fließt oder nicht.

### MLC (Multi-Level Cell) - Zwei Bits pro Zelle

Möglicherweise falsch benannt, speichert MLC zwei Bits pro Zelle, so dass wir mehr Präzision benötigen (das Bestimmen des Spannungsschwellenwerts ist komplexer). Wir müssen zwischen 00, 01, 10 oder 11 unterscheiden. Migrierende Elektronen haben einen größeren Einfluss, so dass wir den Isolator nicht so stark wie bei SLC benutzen können.

### TLC (dreistufige Zelle) - drei Bits pro Zelle

Dieser Trend setzt sich mit TLC fort, wo wir drei Bits speichern: 001, 010, 100, ... 110 und 111. Migrierende Elektronen haben mehr Effekt als bei MLC, was den tolerierbaren Isolatorverschleiß weiter reduziert.

### QLC (Quad-Level Cell) - Vier Bits pro Zelle

QLC speichert vier Bits (16 mögliche Kombinationen von 1en und 0en). Mit QLC haben migrierende Elektronen den signifikantesten Effekt. Der tolerierbare Isolatorverschleiß wird weiter reduziert.

Daher eignet sich QLC hervorragend für lesezentrierte Workloads, da NAND-Zellen beim Lesen von Daten vernachlässigbar abgenutzt werden, während sie beim Schreiben von Daten (Programmierung und Löschen) stärker abgenutzt sind. Beim Schreiben und Neuschreiben vieler Daten verschleißt der Isolator schneller. Wenn eine NAND-Zelle diesen Verschleiß tolerieren kann, eignet sie sich gut zum Lesen/Schreiben gemischter Zugriffe. Je weniger abnutzungsfähig NAND-Zellen sind, desto besser sind sie für lesezentrierte Workloads und Anwendungen geeignet.

## micron.com

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. © 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 6/18, CCM004-676576390-11100