



# Verbessern Sie die Leistung von SQL Server und senken Sie die Kosten mit den DC500M Enterprise Solid-State-Laufwerken von Kingston Technology

Oktober 2019

Verfasst von Bill Ramos, Leiter des technischen Produktmanagements, DB Best Technology.

Technische Gutachter: Hazem Awadallah, Systemtechniker, Kingston Technology



# Inhalt

Kurzfassung.....	3
Das Problem: Ende der Unterstützung (EOS) für SQL Server 2008 .....	6
Die Lösung: Ersetzen Sie Festplattenlaufwerke durch Kingston Technology Data Center DC500 Enterprise Solid-State-Laufwerke (SSDs) und führen Sie ein Upgrade auf SQL Server 2017 durch .....	7
Hardware .....	9
Software .....	10
Testszenarien bei Benchmark-Tests .....	12
Testergebnisse.....	15
Ergebnisse: SQL Server 2008 R2 mit 16 vCores auf HDD.....	15
Ergebnisse: SQL Server 2017 auf DC500M 16 vCores .....	16
Ergebnisse: SQL Server 2017 auf DC500M 8 vCores .....	17
Ergebnisse: SQL Server 2017 auf DC500M 4vCores .....	19
Fazit .....	21
Nächste Schritte .....	22
Lassen Sie Ihre Umgebung durch DB Best bewerten .....	22
Anhang A – Stückliste für das Testsystem .....	23
Server-Konfigurationen .....	23
Software-Plattformen.....	25
Abbildungsverzeichnis.....	27
Handelsmarken.....	28

# Kurzfassung

Unternehmen, die SQL Server 2008 und SQL Server 2008 R2 nutzen, standen im Juli 2019 vor einem kritischen Meilenstein, als Microsoft den Support<sup>1</sup> für diese Datenbanken beendet hat (EOS). Mit dem EOS hat Microsoft die Veröffentlichung von Sicherheitsupdates für diese SQL Server-Versionen vor Ort eingestellt, und diese Datenbanken sind einem großen Risiko ausgesetzt, gehackt zu werden, und erfüllen viele gesetzlichen Bestimmungen nicht mehr.

Für die Migration und Konsolidierung derjenigen SQL Server<sup>2</sup> 2008-Workloads, die aus gesetzlichen Gründen oder aufgrund von Kundenwünschen vor Ort bleiben müssen, ist eine kostengünstige Lösung erforderlich.

Dieses Whitepaper zeigt, dass SQL Server 2008-Workloads mit modernen Servern und [Kingston Technology DC500M Enterprise Solid-State Drives](#) (SSD) mit Microsoft SQL 2017 Windows Server 2019 Datacenter Edition kostengünstig auf eine moderne Hardware- und Softwarelösung migriert werden können.

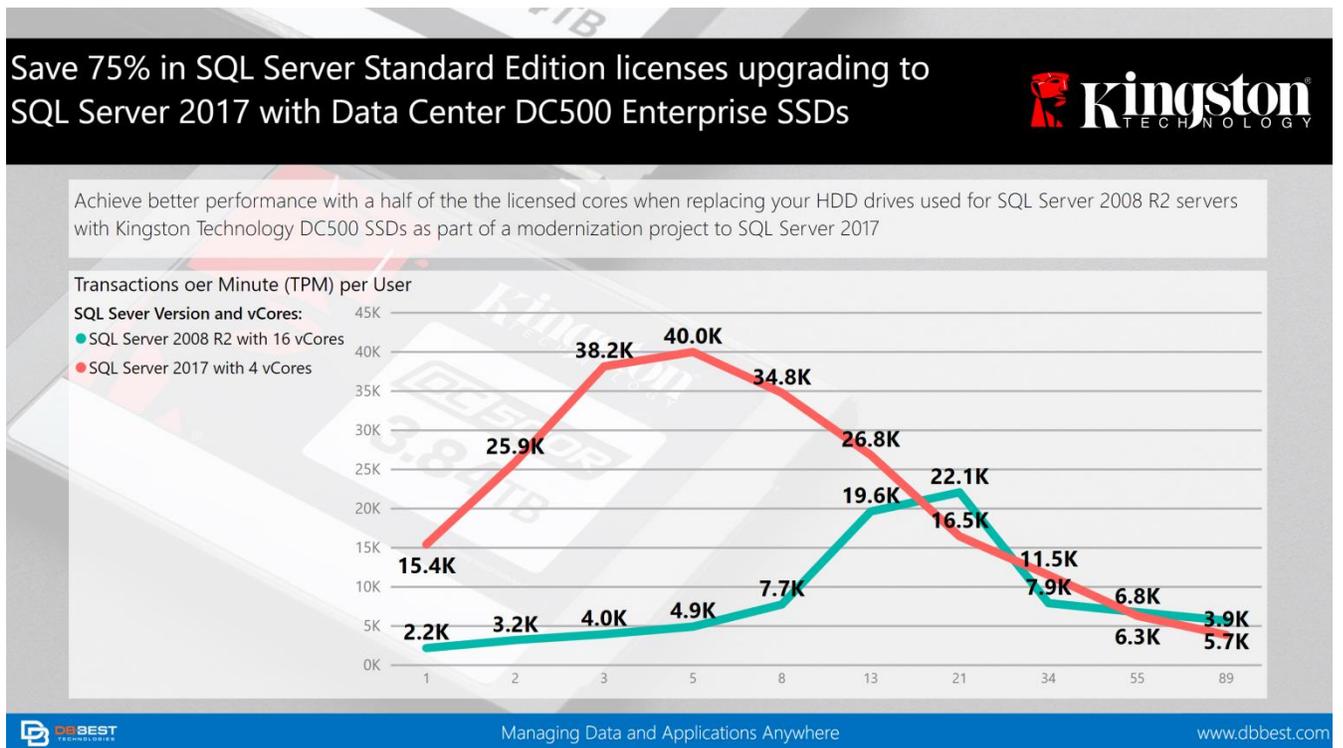
DB Best Technologies hat kürzlich in Zusammenarbeit mit Kingston Technology gezeigt, dass SQL Server 2017 mit 8 virtuellen Kernen (vCores) und [Kingston Technology DC500 Enterprise Solid-State Drives](#) (SSD) schneller läuft als SQL Server 2008 R2 mit 16 vCores bei der Verwendung von Festplatten (HDD). Wenn wir mit Kunden arbeiten, die ihre SQL Server 2008-Server auf neuere Versionen von SQL Server aktualisieren möchten, stellen wir in der Regel fest, dass diese Systeme Festplattenlaufwerke für Daten, Protokoll und tempdb verwenden.

---

<sup>1</sup> „SQL Server 2008 and SQL Server 2008 R2 End of Support,“ <<https://www.microsoft.com/en-us/sql-server/sql-server-2008>>

<sup>2</sup> Der Kürze halber bezieht sich „SQL Server 2008“ auf die beiden Versionen SQL Server 2008 und SQL Server 2008 R2.

Das folgende Diagramm zeigt die Ergebnisse der Ausführung des [HammerDB](#) TPC-C-Benchmark unter Verwendung von 2000 Warehouses mit SQL Server 2017 auf 4 vCores und [Kingston Data Center DC500M SATA 6GB/s 960GB SSDs](#) übertrifft SQL Server 2008 R2 auf 16 vCores und [Dell 400-ATJL 10.000 RPM SAS 12GB/s 1,2TB HDDs](#).



Auf der Grundlage früherer Benchmarks, die wir mit anderen Hardwareherstellern und Cloud-Anbietern durchgeführt haben, hatten wir eine ziemlich gute Vorstellung davon, dass durch den Umstieg von älteren Versionen von SQL Server auf SQL Server 2017 mit SSD für Datenprotokoll und tempdb weniger vCores verwendet werden könnten.

Dies bedeutet für Sie, dass Sie bei einem Upgrade Ihrer SQL Server 2008 R2-Server auf SQL Server 2017 Ihre SQL Server-Lizenzkosten bei besserer Leistung um 75 % senken können!

Component	SQL Server 2017	SQL Server 2008 R2	SQL Server 2017 4 vCores	SQL Server 2017 8 vCores	SQL Server 2008 R2 16 vCores
<b>Hardware Costs</b>					
Dell PowerEdge R740XD Intel 4114 2400 MHz	\$7,595.62	\$7,595.62			
KTD-PE426/32G	\$4,919.76	\$4,919.76			
SEDC500M 960 GB SATA 6Gb/s	\$1,815.92				
DELL 400-AJPI 1.2 TB SAS 1.2Gb/s		\$1,560.00			
<b>Sub total for hardware</b>	<b>\$14,331.30</b>	<b>\$14,075.38</b>			
<b>Software Costs</b>					
Windows Server Data Center Edition	\$12,310.00	\$12,310.00			
SQL Server 2017 Standard			\$7,434.00	\$14,868.00	\$29,736.00
<b>Total</b>			<b>\$34,075.30</b>	<b>\$41,509.30</b>	<b>\$56,121.38</b>
<b>Percentage of savings for the total server compared to SQL Server 2008 R2 with 16 vCores</b>			<b>39%</b>	<b>26%</b>	<b>0%</b>
<b>Savings in cost compared to SQL Server 2018 R2 with 16 vCores</b>			<b>\$22,046.08</b>	<b>\$14,612.08</b>	<b>\$0.00</b>
<b>Savings in SQL Server licensing costs</b>			<b>75%</b>	<b>50%</b>	<b>0%</b>

Der SQL Server 2008 R2-Server wurde als ein Server konfiguriert, der normalerweise auf älterer Software und Hardware ausgeführt wird. Insbesondere haben wir Windows Server 2008 R2 Datacenter 64-Bit für das Betriebssystem und insgesamt 8 Dell 10K SAS-Laufwerke (Dell-Teilenummer ST1200MM0099) verwendet, die als zwei physische Volumes als RAID 10 für separate Daten- und Protokolldateien konfiguriert wurden.

Der SQL Server 2017 Server wurde als moderner Server konfiguriert. Konkret haben wir Windows Server 2019 Datacenter 64-bit für das Betriebssystem und insgesamt 8 Kingston Technology SEDC500M960G Laufwerke verwendet, die als zwei logische Volumes als RAID 10 für separate Daten- und Protokolldateien konfiguriert wurden.

Beide Server wurden mit Windows Hyper-V konfiguriert. Das SQL Server 2008 R2-System verfügte über 16 vCores und 128GB RAM für die virtuelle Maschine. Das SQL Server 2017-System wurde mit 8 vCores und 4 vCores mit 128GB RAM für die virtuelle Maschine getestet.

# Das Problem: Ende der Unterstützung (EOS) für SQL Server 2008

SQL Server 2008 ist eine der am häufigsten eingesetzten SQL Server-Datenbankversionen, wodurch das Ende des Supports (EOS) durch Microsoft für SQL Server 2008 im Juli 2019 für viele Kunden zu einem entscheidenden Meilenstein wird.

Für Datenbank-Workloads, die aufgrund von gesetzlichen Bestimmungen oder Kundenpräferenzen vor Ort bleiben, ist eine kostengünstige Lösung erforderlich, die die Migration auf unterstützte Versionen von SQL Server und Windows Server umfasst<sup>3</sup>. Microsoft hat sowohl für SQL Server als auch für Windows Server auf ein Pro-Kern-Lizenzmodell umgestellt, wodurch sich die Lizenzierungsentscheidungen komplizierter gestalten und schlechtere Entscheidungen bei der Lizenzierung teurer werden.

Die meisten Kunden werden die Hardware der 2008-Ära, auf der die SQL Server 2008-Workload derzeit ausgeführt wird, endgültig außer Betrieb nehmen und müssen entscheiden, auf welcher neuen Hardware sie ihre migrierten Workloads ausführen möchten. Es gibt viele Möglichkeiten: physische Server, Server zum Hosten virtualisierter Workloads, private Clouds, hyperkonvergierte oder disaggregierte Architekturen, traditionelle SAN- bzw. DAS-Speicher oder neue softwaredefinierte Speicherlösungen.

Die Änderungen am Softwarelizenzierungsmodell von Microsoft in den letzten Jahren haben die Auswahl der Lizenzen komplexer gemacht und die Kosten für Softwarelizenzen so stark erhöht, dass die Softwarekosten die Gesamtkosten eines Systems dominieren können. Damit steigt das Risiko, einen teuren Fehler zu machen, wenn man eine schlechte Lizenzentscheidung trifft. Gut informierte Entscheidungen können die Kosten für Softwarelizenzen minimieren, wie wir Ihnen zeigen werden.

Dieses Whitepaper zeigt, wie der Einsatz von DC500 Enterprise Solid-State-Laufwerken (SSDs) von Kingston Technology Ihre Gesamtkapital- und Lizenzkosten um 39 % senken kann.

In diesem Whitepaper und Benchmarking-Projektdokument werden die Vorteile der Nutzung der jüngsten Fortschritte in der Hardware-Systemarchitektur und Software quantifiziert, um eine kosteneffiziente Lösung für die Herausforderungen zu erreichen, denen Kunden gegenüberstehen, die sich mit dem Ende der Unterstützung für SQL Server 2008 auseinandersetzen müssen.

---

<sup>3</sup> Das Ende der Unterstützung für Windows Server 2008 und Windows Server 2008 R2 steht ebenfalls bevor – im Januar 2020. Siehe „Windows Server 2008 and 2008 R2 End of Support“ <<https://www.microsoft.com/en-us/cloud-platform/windows-server-2008>>

# Die Lösung: Ersetzen Sie Festplattenlaufwerke durch Kingston Technology Data Center DC500 Enterprise Solid-State-Laufwerke (SSDs) und führen Sie ein Upgrade auf SQL Server 2017 durch

Die Kingston Enterprise SSDs erfüllen die Geschäftsanforderungen an 24/7-Betriebszeit und Zuverlässigkeit. Außerdem bieten sie einen Leistungsspeicher, der sowohl Leistungsvorhersagbarkeit als auch streng getestete Zuverlässigkeit kombiniert. Die SSDs der DC500-Serie von Kingston bieten Funktionen, mit denen Rechenzentren die Möglichkeit erhalten, die kostengünstigste SSD für ihre Workload(s) auszuwählen. Unternehmen benötigen Ergebnisse bei der Lieferung ihrer Produkte, Lösungen und Service-Level-Vereinbarungen (SLAs). Die SSDs der DC500-Serie von Kingston sind darauf ausgelegt, diese Erwartungen zu erfüllen.

## Microsoft SQL Server 2017

SQL Server 2017 bietet die Zuverlässigkeit, Sicherheit und vereinfachte Verwaltung für Ihre geschäftskritischen Workloads, die Sie benötigen, und zwar auf einer Datenplattform, die bei der In-Memory-Leistung zu OLTP-Datenbanken (Online Transaction Processing) führend ist.

Ab SQL Server 2008 R2 hat das SQL Server-Team mit der Version 2017 über 100 wichtige neue Features bereitgestellt.

WHAT'S NEW IN SQL SERVER 2017 SINCE 2008 R2					
OLTP Performance	Security	Business Intelligence	Hybrid Cloud		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Real-time operational analytics with in-memory OLTP or on disk</li> <li>In-memory for more applications</li> <li>Unparalleled scalability with Windows Server 2016, with 12TB memory and Windows Server 2016 max cores</li> <li>Enhanced AlwaysOn, with 8 secondaries and Replica Wizard</li> <li>Multiple node failover clustering (3 synchronous, up to 8 replicas)</li> <li>In memory OLTP</li> <li>Buffer Pool Extension to SSDs</li> <li>Enhanced query processing</li> <li>Resource Governor adds ID governance</li> <li>SysPrep as cluster level</li> <li>Predictable performance with tiering of compute, network and storage with Windows Server 2016 R2</li> <li>Delayed Durability</li> <li>Clustered Shared Volume support, VHDX support (Windows Server 2016 R2)</li> <li>Manage on-premises and cloud apps (System Center 2016 R2)</li> <li>Query optimization enhancements</li> <li>Recovery Advisor</li> <li>Windows Server Core</li> <li>Live Migration</li> <li>Online operations enhancements</li> <li>Query Store</li> <li>Temporal support</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>SQL Server Data Tools</li> <li>Local DB runtime (Express)</li> <li>Data-tier application component project template</li> <li>Data-Tier Application Framework (DAC Fx)</li> <li>Interoperability support (ADO.NET, ODBC, JDBC, PDO, ADO APIs and .NET C/C++), Java, Linux and PHP platforms)</li> <li>Interoperability support (ADO.NET, ODBC, JDBC, PDO, ADO APIs and .NET C/C++), Java, Linux and PHP platforms)</li> <li>Enhanced support for ANSI SQL standards</li> <li>Transact-SQL Static Code Analysis tools</li> <li>Transact-SQL code snippets</li> <li>Intelligence</li> <li>FileTable build on FILESTREAM</li> <li>Remote Blob Storage with SharePoint 2010</li> <li>Statistical Semantic Search</li> <li>Spatial features, Full Globe and arcs</li> <li>Large user-defined data types</li> <li>Distributed Replay</li> <li>Contained Database Authentication</li> <li>System Center Management Pack for SQL Server 2017</li> <li>Windows PowerShell 2.0 support</li> <li>Multi-server Management with SQL Server Utility Control Point</li> <li>Data Tier Application Component</li> <li>Automatic Plan Correction</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Transparent Data Encryption</li> <li>Always Encrypted</li> <li>Enhanced separation of duty</li> <li>Row-level security</li> <li>Dynamic data masking</li> <li>Enhanced separation of duties</li> <li>Default schema for groups</li> <li>SQL Server Audit</li> <li>SQL Server fine-grained auditing</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Enhanced connectors, new transformations, object-level security, ragged hierarchies**</li> <li>Graph data support</li> <li>Mobile BI</li> <li>Enhanced SSIS</li> <li>Enterprise-grade Analysis Services</li> <li>Enhanced tabular models</li> <li>In-memory analytics</li> <li>Enhanced multidimensional models</li> <li>JSON support</li> <li>Enhanced DQS</li> <li>Enhanced MDS</li> <li>Modern Reporting Services</li> <li>Temporal tables</li> <li>Advanced data mining</li> <li>Create mobile reports using the SQL Server Mobile Report Publisher</li> <li>Consume with Power BI mobile apps</li> <li>Azure HDInsight Service</li> <li>Power BI</li> <li>Power Map for Excel</li> <li>Mash up data from different sources, such as Oracle &amp; Hadoop</li> <li>HA for StreamInsight, complex event processing</li> <li>SQL Server Data Tools support for BI</li> <li>Change Data Capture for Oracle</li> <li>Import PowerView models into Analysis Services</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Enhanced productivity and performance</li> <li>Power View</li> <li>Configurable reporting alerts</li> <li>Reporting as SharePoint Shared Service</li> <li>Build organization knowledge base</li> <li>Connect to 3rd party data cleansing providers</li> <li>Master Data Hub</li> <li>Master Data Services Add-in for Excel</li> <li>Graphical tools in SSIS</li> <li>Extendable object model</li> <li>SSIS as a Server</li> <li>Broader data integration with more sources: DB vendors, cloud, Hadoop</li> <li>Pipeline improvements</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Stretch database</li> <li>Partitioning for efficient data loading</li> <li>Hybrid scenarios with SSIS</li> <li>Enhanced backup to Azure</li> <li>Easy migration to the cloud</li> <li>Simplified cloud DR with AlwaysOn replicas</li> <li>Simplified backup to Azure</li> <li>Support for backup of previous versions of SQL Server to Azure</li> <li>Cloud back-up encryption support</li> <li>Simplified cloud Disaster Recovery with AlwaysOn replicas in Azure VMs</li> <li>New Azure Deployment UI for SQL Server</li> <li>Larger SQL Server VMs and memory sizes available in Azure</li> <li>SQL Server Data Tools</li> <li>Support backups for Azure via SQL Server Management Studio</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Data Warehousing</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adaptive Query Processing</li> <li>Operational analytics</li> <li>In-memory ColumnStore</li> <li>Deployment rights for APS</li> <li>Enhanced In-memory ColumnStore for DW</li> <li>PolylBase for simple T-SQL to query structured and unstructured data</li> <li>Enhanced database caching</li> <li>Up to 15,000 partitions</li> <li>Analytics Platform System</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Advanced Analytics</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Platform</li> </ul>	

Abbildung 1 – Neue Features, die ab SQL Server 2008 R2 zu SQL Server hinzugefügt wurden

Zu den wichtigsten OLTP-Verarbeitungsfunktionen, die in SQL Server 2017 verfügbar sind, gehören Folgende:

- **Leistung:** Das integrierte In-Memory-Toolset von SQL Server geht weit über isolierte Features hinaus und bietet Unterstützung für eine drastische Leistungssteigerung in einer Vielzahl von Szenarien.

- **Sicherheit und Compliance:** Im Zuge der Weiterentwicklung von SQL Server wurden neue Funktionen hinzugefügt, um Daten sowohl im Ruhezustand als auch bei der Bewegung zu schützen, mit neuen Features wie „Always Encrypted“ und „Row-Level-Security“.
- **Verfügbarkeit:** SQL Server ist bekannt für seine sehr robuste, zuverlässige Leistung und fügt AlwaysOn bedeutende neue Verbesserungen hinzu, darunter eine bessere Lastverteilung und neue Features für flexible und effiziente Backups.
- **Skalierbarkeit:** Neue Fortschritte in den Bereichen Berechnung, Speicherung und Vernetzung werden direkte Auswirkungen auf die geschäftskritischen SQL Server-Workloads haben.
- **Cloud-Dienstleistungen:** Neue Tools in SQL Server und Microsoft Azure machen es noch einfacher, auf die Cloud zu skalieren. Patching-, Backup- und Disaster-Recovery-Lösungen zu erstellen und auf Ressourcen zuzugreifen, wo immer sie sich befinden – vor Ort, in der privaten oder öffentlichen Cloud gestalten sich immer einfacher.

Diese Tests konzentrieren sich auf die Verwendung von Tabellen, die auf Standardfestplatten basieren, anstatt die Vorteile der speicherinternen OLTP-Funktionen zu nutzen. Denn unser Ziel war es zu zeigen, wie die Verwendung der DC500M-Laufwerke von Kingston Technology mit SQL Server 2017 zur Konsolidierung von SQL Server 2008-Workloads verwendet werden kann, indem sie auf moderner Hardware ausgeführt werden, ohne dass außer einem einfachen Upgrade irgendwelche Änderungen an der Datenbank vorgenommen werden.

### Windows Server 2019 Datacenter

Windows Server 2019 ist ein Cloud-fähiges Betriebssystem, das neue Sicherheitsebenen und von Microsoft Azure inspirierte Innovationen für die Anwendungen und die Infrastruktur bietet, die Ihr Unternehmen antreiben. Aus Speichersicht enthält Windows Server 2019 neue Funktionen und Verbesserungen für softwaredefinierten Speicher sowie für traditionelle Dateiserver.

### Kingston Data Center DC500 SSD-Serie

Kingstons Data Center DC500 (DC500R / DC500M) Serie umfasst Hochleistungs-SATA-SSDs mit 6Gb/s, die neueste 3D TLC NAND einsetzen und speziell für leseorientierte und gemischte Server-Workloads konzipiert ist. Bei den SSDs werden die strengen QoS-Anforderungen von Kingston umgesetzt, um eine vorhersagbare zufällige E/A-Leistung sowie vorhersagbare niedrige Latenzen über einen weiten Bereich von Lese- und Schreib-Workloads zu gewährleisten. Sie können die Produktivität in den Bereichen KI, maschinelles Lernen, Big Data Analytics, Cloud Computing, softwaredefinierter Speicher, operative Datenbanken (ODB), Datenbankanwendungen und Data Warehousing steigern. Speicherkapazitäten reichen von 480GB, 960GB, 1,92TB bis zu 3,84TB.

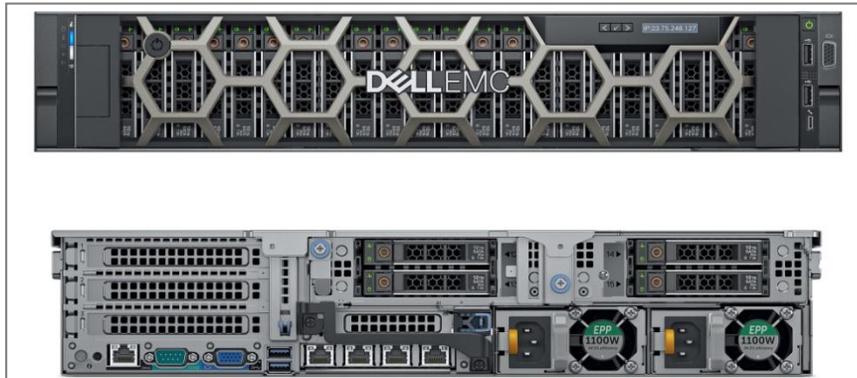


Abbildung 2 – Kingston Data Center DC500M – Solid-State-Laufwerk – 960GB – SATA 6Gb/s

# Hardware

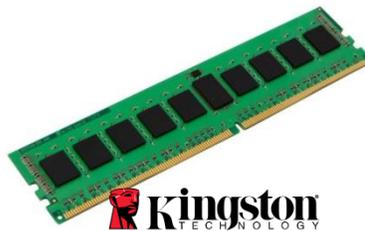
Für diesen Test haben wir zwei Dell PowerEdge R740XD-Server verwendet. Einer wurde zum Benchmarking von SQL Server 2008 R2 unter Windows Server 2008 R2 mit Dell SAS-Festplatten mit 10.000 U/min und 1,2 TB verwendet. Dies wäre typisch für einen Server, auf dem noch SQL Server 2008 R2 ausgeführt wird. Der zweite Server wurde zum Benchmarking von SQL Server 2017 unter Windows Server 2019 mit DC500M 960 GB Solid-State-Laufwerken verwendet.

Jeder Server nutzte zwei Intel Xeon Silver 4114 2.2G, 10C/20T, 9.6GT/s, 14M Cache, Turbo, HT (85W) DDR4-2400 Prozessor für insgesamt 40 virtuelle Kerne (vCores).



*Abbildung 3 – PowerEdge R740xd Rack-Server*

Jeder Server verfügte über 24 Module des Kingston Server Premier KTD-PE426/32G Speichers mit insgesamt 768GB RAM.



*Abbildung 4 – Kingstons Server Premier – DDR4 – 32GB – DIMM 288-polig – registriertes Speichermodul*

Für den SQL Server 2008 R2 Server haben wir 8 Dell – Festplatten – 1,2TB – SAS 12Gb/s Laufwerke verwendet.



Abbildung 5 – Dell – Festplatte – 1,2TB – SAS 12Gb/s

Vier der Laufwerke wurden unter Verwendung des PERC H740P RAID-Controllers mit 8GB NV-Cache unter Verwendung von RAID 10 mit einem 64K-Stripe und einer 64k-Zuordnungsgröße als logisches Volumen für SQL Server-Datendateien konfiguriert. Die anderen vier Laufwerke wurden ebenfalls mit RAID 10 mit einem 64k-Stripe und einer 8k-Zuordnungsgröße als logisches Volumen für die SQL Server-Protokolldateien konfiguriert. Wir haben den Read-Ahead/Write-Through-Cache des RAID-Controllers verwendet.

## Software

Jeder Bare-Metal-Server lief mit Windows Server 2019 Datacenter (10.0, Build 17763) mit der Hyper-V-Rolle. Wir zogen in Betracht, Windows Storage Spaces für den Attached Storage zu verwenden. Allerdings waren die Speicherplätze mit Windows Server 2008 R2 Datacenter nicht verfügbar. Wir haben uns dann dafür entschieden, die Festplatten über den RAID-Controller zu konfigurieren.

Jeder Server wurde mit zwei virtuellen Maschinen mit jeweils 16 vCores und 128GB RAM konfiguriert. Wir haben ein Image als Testtreiber-VM für die Ausführung des HammerDB-Programms verwendet, das Transaktionen an den Testserver sendet.

Die SQL Server 2017-Workloads wurden in einer virtuellen Hyper-V-Maschine ausgeführt, mit Windows Server 2019 als Gastbetriebssystem, SQL Server 2017 Developer Edition und 16 vCores zum Starten. Die SQL Server 2008 R2-Workloads wurden in virtuellen Hyper-V-Maschinen mit Windows Server 2008 R2 als Gastbetriebssystem, SQL Server 2008 R2 Developer Edition und 16 vCores ausgeführt.

Das Laufwerklayout beinhaltet Folgendes:

Laufwerk	Größe GB	Zweck	Anmerkungen	Gesamtgröße der verwendeten SQL Server-Dateien (GB)
C:	129	BS	SQL Server wurde in jeder VM mit sysprep installiert	
D:	282	Daten	Format von 64k	TPCC-Daten (193), TempDB-Daten (16)
L:	400	Protokoll	Format von 8k	TPCC-Protokoll (20), TempDB-Protokoll (0,5)

Abbildung 6 – Festplattenlayout für SQL Server VMs mit TPC-C mit 2.000 Warehouses für eine 157GB-Datenbank.

### Lastgenerierung und HammerDB-Einrichtung

Mit dem Tool HammerDB wurde ein TPC-C-ähnlicher Transaktionsaufwand für 2000 Warehouses erzeugt. [HammerDB](#) wird häufig für Datenbank-Benchmarking verwendet und stellt einen gewissen Industriestandard dar, der von der Community kontrolliert wird. TPC-C ist der vom Transaction Process Performance Council (TPC) veröffentlichte Benchmark-Standard für OLTP-Workloads. Die Übereinstimmung mit der TPC-C-Spezifikation gewährleistet die Zuverlässigkeit und Konsistenz der Tests.

Für den Testlauf haben wir eine 157 GB große Datenbank verwendet, die die mittelgroße OLTP-Datenbank auf Basis von Daten von DB Best-Kunden darstellt. Die folgende Tabelle zeigt die Größen für jede der Tabellen, wie sie im Bericht SQL Server Management Studio **Disk Usage by Top Tables** angegeben werden.

This report provides detailed data on the utilization of disk space by top 1000 tables within the Database. The report does not provide data for memory optimized tables.

Table Name	# Records	Reserved (KB)	Data (KB)	Indexes (KB)	Unused (KB)
dbo.stock	200,000,000	64,134,928	64,000,000	134,896	32
dbo.customer	60,000,000	53,378,304	43,636,368	9,741,808	128
dbo.order_line	599,962,513	39,434,768	39,341,808	92,888	72
dbo.history	60,000,000	3,605,944	3,605,184	184	576
dbo.orders	60,000,000	3,093,584	1,959,184	1,134,272	128
dbo.new_order	18,000,000	321,544	320,720	736	88
dbo.district	20,000	321,016	160,000	160,952	64
dbo.warehouse	2,000	32,272	16,000	16,096	176
dbo.item	100,000	9,544	9,416	32	96

Abbildung 7 – Größe der einzelnen Tabellen für eine TPC-C-Datenbank mit 2.000 Warehouses

Wir haben uns dafür entschieden, 10 Gruppen von virtuellen Benutzern mit einer Fibonacci-Reihe von 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55 und 89 auszuführen.

### SQL Server-Einrichtung

SQL Server 2017 Standard Edition in den virtuellen Maschinen wurde wie in der folgenden Tabelle konfiguriert.

Parametername	Minimum	Maximal	Konfig.-Wert	Ausführ.-Wert
Kostenschwelle für Parallelität	–	32.767	50	50
Cursor-Schwelle	1	2.147.483.647	1	1
Standardablaufverfolgung aktiviert	–	1	1	1
Max. Parallelitätsgrad	–	32.767	1	1
Max. Server-Speicher (MB)	128	2.147.483.647	104.857	104.857
Netzwerk-Paketgröße (B)	512	32.767	4.096	4.096
Abfrage warten (s)	1	2.147.483.647	1	1

Abbildung 8 – Für OLTP-Workloads optimierte SQL Server-Konfiguration

Die Testergebnisse wurden in die Treiber-VM von HammerDB geschrieben und dann in Power BI geladen, um die Ergebnisse zu analysieren.

# Test szenarien bei Benchmark-Tests

## Erklärungen zum Benchmark-Test

Den TPC-C-Benchmark gibt es seit 1992, seine formale Definition ist unter [tpc.org](http://www.tpc.org) verfügbar<sup>4</sup>. Er bietet einen echten Test von SQL Server und Server-Hardware zum besseren Verständnis der potenziellen Leistung verschiedener Serverkonfigurationen. DB Best verwendet diesen Benchmark, um die Ausgangssituation Baseline von VMs unterschiedlicher Größe zu bestimmen, die vor Ort oder in verschiedenen Clouds ausgeführt werden, um Kunden bei der besseren Planung ihrer Implementierungen in neuen Umgebungen zu unterstützen.

HammerDB ist eine kostenlose Open-Source-Benchmarking-Anwendung, die SQL Server, Oracle Database, IBM DB2, MySQL, MariaDB, PostgreSQL, Redis und Amazon Redshift unterstützt. Sie unterstützt die Durchführung des TPC-C-Benchmark für OLTP und des TPC-H-Benchmark für Analyse-Workloads von Data-Warehouses. Der Quellcode für HammerDB ist auf [GitHub](https://github.com) verfügbar, die von der [TPC](http://www.tpc.org) gehostet wird, so dass Datenbankhersteller ihre eigenen Versionen des Benchmarks hinzufügen können.

HammerDB<sup>5</sup> kann mit einem Skript versehen werden, um Datenbanken zu generieren, Daten zu testen und die Benchmark-Tests auszuführen. Für diesen Benchmark haben wir die Autopilot-Funktion genutzt, um den Benchmark mit 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55 und 89 Benutzern gleichzeitig durchzuführen. Wir mögen die Fibonacci-Sequenz, da sie ein gutes Gefühl dafür gibt, wie das System bei mehr Benutzern reagiert.

Die Autopilot-Funktion bietet eine Möglichkeit, eine Anlaufzeit zu definieren, damit alle Benutzer mit der Verarbeitung von Transaktionen beginnen und die Datenbank in den Speicher des Datenbankservers warmlaufen lassen können. Im Allgemeinen dauert es 1 Minute, um bis zu 100 Benutzer zu starten. Wir haben eine Anlaufzeit von 3 Minuten verwendet, um genügend Zeit zu haben, bevor der Testzyklus beginnt.

Für den Testzyklus haben wir eine Dauer von 5 Minuten genutzt. Während dieser Zeit generiert der Benchmark neue Aufträge, wie man es von einem typischen Auftragseingabeprogramm erwarten würde, um Transaktionen über den zeitlichen Verlauf zu verarbeiten. HammerDB zeichnet die tatsächliche Anzahl der Transaktionen auf, die für die Verarbeitung der neuen Aufträge verwendet wurden, sowie einen Wert für New Orders Per Minute (NOPM) als Darstellung der tatsächlichen Arbeit, die die Datenbank leisten muss.

Am Ende des Testlaufs erstellt HammerDB für jeden Benutzerlauf Protokolldateien mit den Transaktionsinformationen. Darüber hinaus wurden grundlegende Leistungszähler und andere Systeminformationen erfasst, um die Ergebnisse mit der Leistung von CPU, Laufwerk, Netzwerk und Speicher zu korrelieren.

---

<sup>4</sup> Die Liste aller TPC-Spezifikationen finden Sie unter [http://www.tpc.org/tpc\\_documents\\_current\\_versions/current\\_specifications.asp](http://www.tpc.org/tpc_documents_current_versions/current_specifications.asp)

<sup>5</sup> HammerDB Website – [http://www.tpc.org/tpc\\_documents\\_current\\_versions/current\\_specifications.asp](http://www.tpc.org/tpc_documents_current_versions/current_specifications.asp)

## CPU-Leistung

Für die CPU-Performance verwenden wir einen Single-Threaded-Leistungstest<sup>6</sup> mit SQL Server, bevor wir mit dem eigentlichen Test beginnen. Im Allgemeinen hat die Intel Xeon Silver 4114 CPU mit 2,2 GHz, die wir für den Test verwendet haben, eine langsamere Taktrate als die Gold- oder Platin-Prozessoren<sup>7</sup>.

In unserem Fall erhielten wir einen Wert von etwa 14.000. Neuere Prozessoren erreichen bei diesem Test in der Regel einen Wert von ca. 7.000. Wir haben diese CPU jedoch deshalb ausgewählt, weil sie heute üblicherweise für die Ausführung bestehender SQL Server 2008 R2-Datenbanklösungen verwendet wird. (Ist ein Wert von 14.000 besser oder schlechter als der Wert 7.000? Brauche hier Klarheit für mich, nicht für Whitepaper)

Der TPC-C Benchmark favorisiert schnellere CPUs. Die Verwendung einer modernen CPU für SQL Server 2017 hilft also auch, die Anzahl der benötigten vCores zu reduzieren. Allerdings ist die Laufwerksleistung entscheidend für die Ergebnisse.

## Laufwerksleistung

Um die Leistung der Festplatte auf der Windows-Plattform zu verstehen, verwenden wir das Open-Source-Programm Diskspd, das ursprünglich von Microsoft<sup>8</sup> entwickelt wurde. Für Linux-Plattformen verwenden wir FIO. Bei der Ausführung von Diskspd verwenden wir die Anleitung von SQL Server MVP Glen Berry, wie Diskspd verwendet wird, um das E/A-Muster für SQL Server-Transaktionen anzupassen<sup>9</sup>. Die Befehlszeile lautet wie folgt:

```
diskspd -b8K -d30 -o4 -t8 -h -r -w25 -L -Z1G -c20G T:\iotest.dat > DiskSpeedResults.txt
```

Hier sind einige Highlights der Ausführung von Diskspd für die Datendatei-Volumes, die für SQL Server 2008 R2 auf der HDD und SQL Server 2017 auf der DC500M SSD verwendet werden, wobei beide mit vier Laufwerken unter Verwendung von RAID 10 konfiguriert sind.

---

<sup>6</sup> Der Quellcode für den Single-Threaded-Leistungstest für SQL Server ist verfügbar unter <https://www.hammerdb.com/blog/uncategorized/hammerdb-best-practice-for-sql-server-performance-and-scalability/>

<sup>7</sup> Eine vollständige Liste der Intel Xeon Prozessoren und ihrer Spezifikationen finden Sie unter <https://ark.intel.com/content/www/us/en/ark/products/series/125191/intel-xeon-scalable-processors.html>

<sup>8</sup> GitHub-Repository für Windows Diskspd unter <https://github.com/Microsoft/diskspd>

<sup>9</sup> Verwenden von Microsoft DiskSpd zum Testen eines Speichersubsystems unter <https://sqlperformance.com/2015/08/io-subsystem/diskspd-test-storage>

Hier folgen die Ergebnisse für das HDD-Volumen, das für die SQL Server 2008 R2-Datendateien verwendet wird.

Total IO						
thread	bytes	I/Os	MB/s	I/O per s	AvgLat	LatStdDev
total:	459390976	56078	14.60	1869.31	17.119	23.801
Read IO						
thread	bytes	I/Os	MB/s	I/O per s	AvgLat	LatStdDev
total:	344678400	42075	10.96	1402.53	20.563	21.940
Write IO						
thread	bytes	I/Os	MB/s	I/O per s	AvgLat	LatStdDev
total:	114712576	14003	3.65	466.78	6.772	26.069
Latency (ms)						
%-ile	Read (ms)	Write (ms)	Total (ms)			
min	0.290	0.259	0.259			
25th	8.306	0.722	5.497			
50th	14.220	2.336	10.825			
75th	25.396	6.475	21.006			
90th	42.511	11.673	37.731			
95th	56.386	15.962	51.870			
99th	94.808	73.804	93.303			

Abbildung 9 – Datenlaufwerk Diskspd-Ergebnisse für die für SQL Server 2008 R2 verwendete HDD

Vergleichen Sie dies mit den Ergebnissen des Datenvolumens unter Verwendung von DC500M SSDs von Kingston Technology.

Total IO						
thread	bytes	I/Os	MB/s	I/O per s	AvgLat	LatStdDev
total:	24128364544	2945357	767.02	98178.97	0.325	0.252
Read IO						
thread	bytes	I/Os	MB/s	I/O per s	AvgLat	LatStdDev
total:	18084192256	2207543	574.88	73585.07	0.334	0.262
Write IO						
thread	bytes	I/Os	MB/s	I/O per s	AvgLat	LatStdDev
total:	6044172288	737814	192.14	24593.90	0.297	0.219
Latency (ms)						
%-ile	Read (ms)	Write (ms)	Total (ms)			
min	0.074	0.063	0.063			
25th	0.211	0.199	0.208			
50th	0.281	0.257	0.274			
75th	0.377	0.333	0.365			
90th	0.524	0.464	0.512			
95th	0.629	0.570	0.612			
99th	1.384	0.868	1.272			

Abbildung 10 – Datenlaufwerk Diskspd-Ergebnisse für DC500M Laufwerke, die für SQL Server 2017 verwendet werden

Diese Diskrepanz zwischen alten Laufwerken mit SQL Server beobachten wir oft als Teil unserer Datenbank-Upgrade-Praxis bei unseren Kunden.

## Leistungskennzahlen

Während der eigentlichen Testläufe verfolgen wir die Leistung mit dem Windows-Befehl typeperf zum Sammeln von BS- und SQL Server-Leistungswerten<sup>10</sup>.

# Testergebnisse

Für jeden der Testläufe führen wir drei Durchläufe durch und mitteln dann die Leistung, um die Ergebnisse zu veröffentlichen.

## Ergebnisse: SQL Server 2008 R2 mit 16 vCores auf HDD

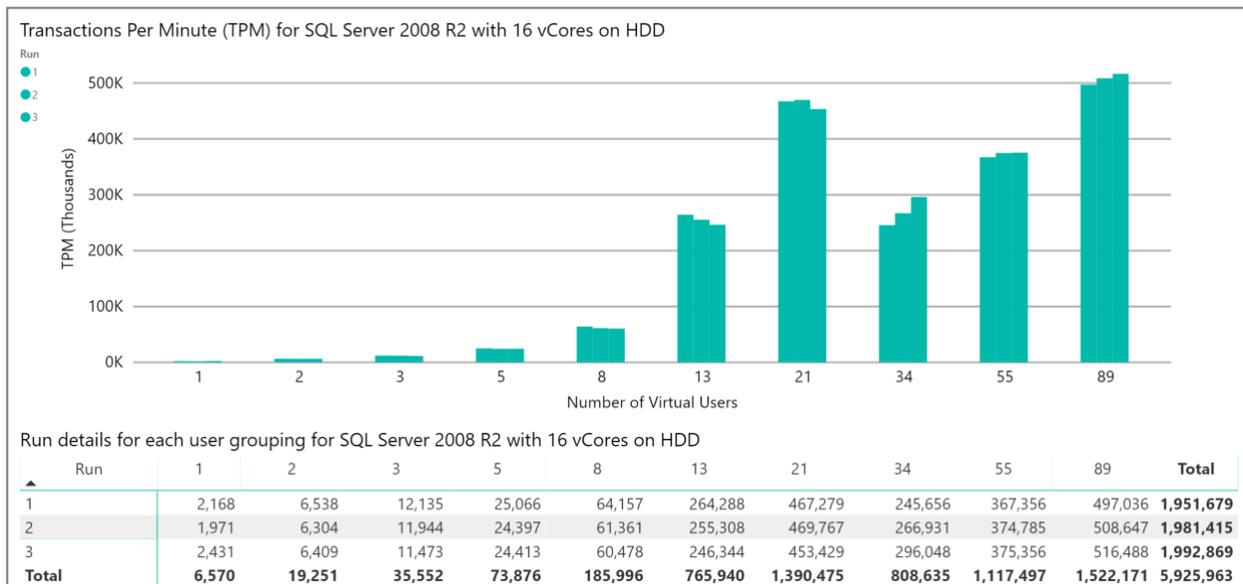


Abbildung 11 – SQL Server 2008 R2-Ergebnisse mit 16 vCores auf HDD

<sup>10</sup> Die Dokumentation zu Windows typeperf finden Sie unter <https://docs.microsoft.com/en-us/windows-server/administration/windows-commands/typeperf>

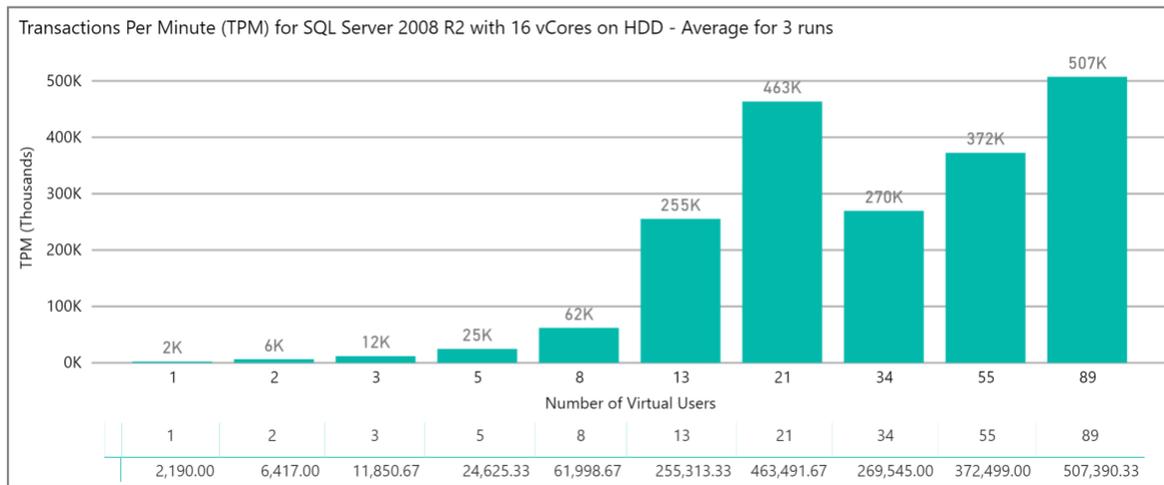


Abbildung 12 – SQL Server 2008 R2 mit 16 vCores – Durchschnitt für 3 Testläufe

## Ergebnisse: SQL Server 2017 auf DC500M 16 vCores

Für SQL Server 2017 testeten wir das System zunächst mit 16 vCores, um ein Gefühl dafür zu bekommen, wie es im Vergleich zu SQL Server 2008 R2 mit HDD laufen würde. Hier ist der Vergleich zwischen den beiden Versionen.

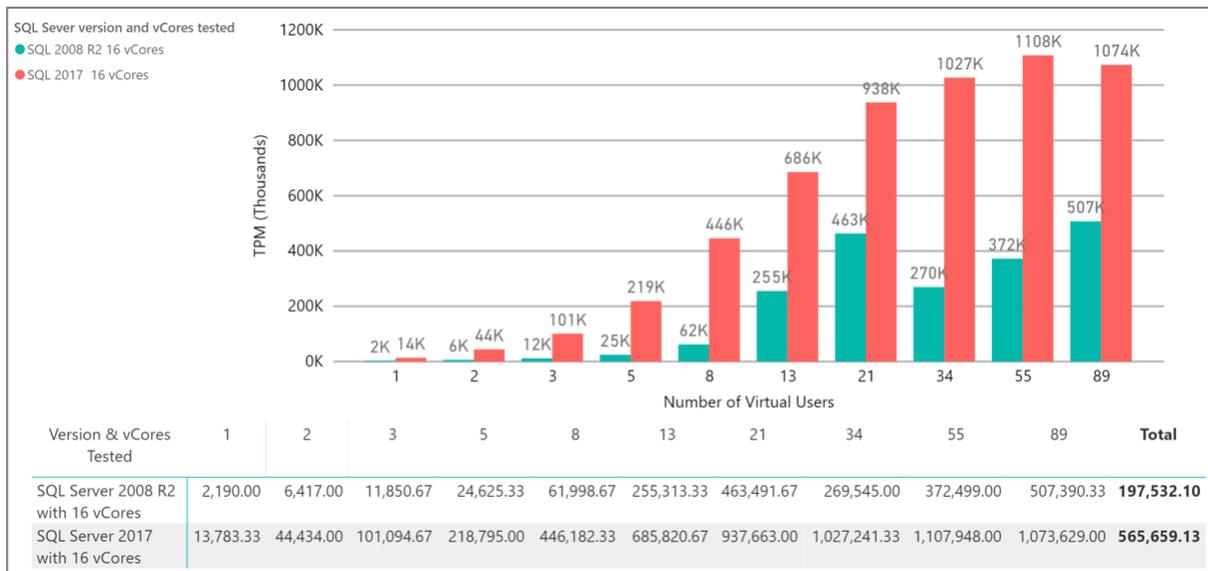
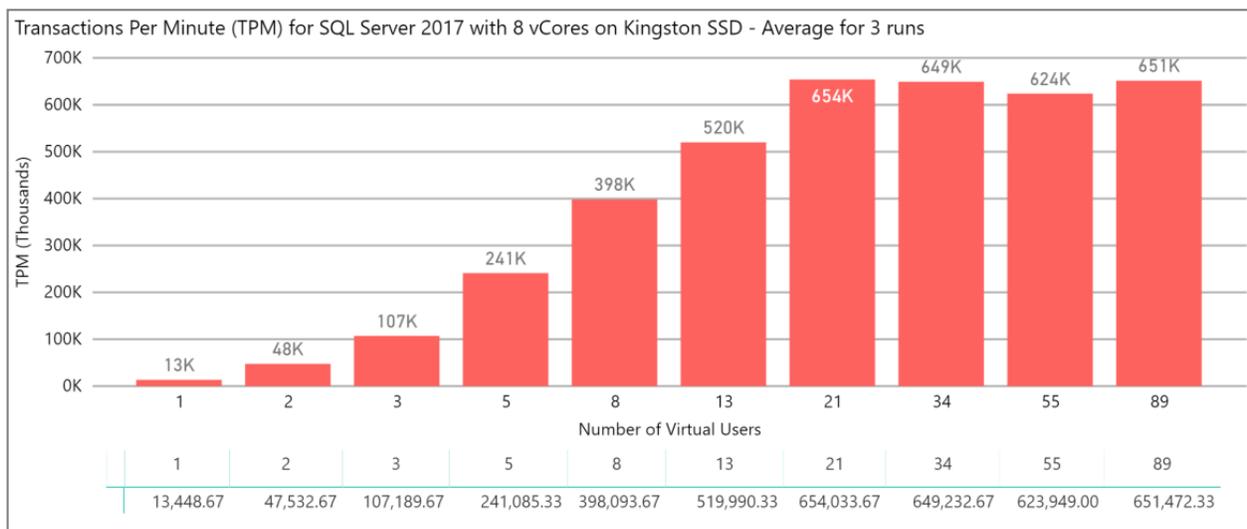
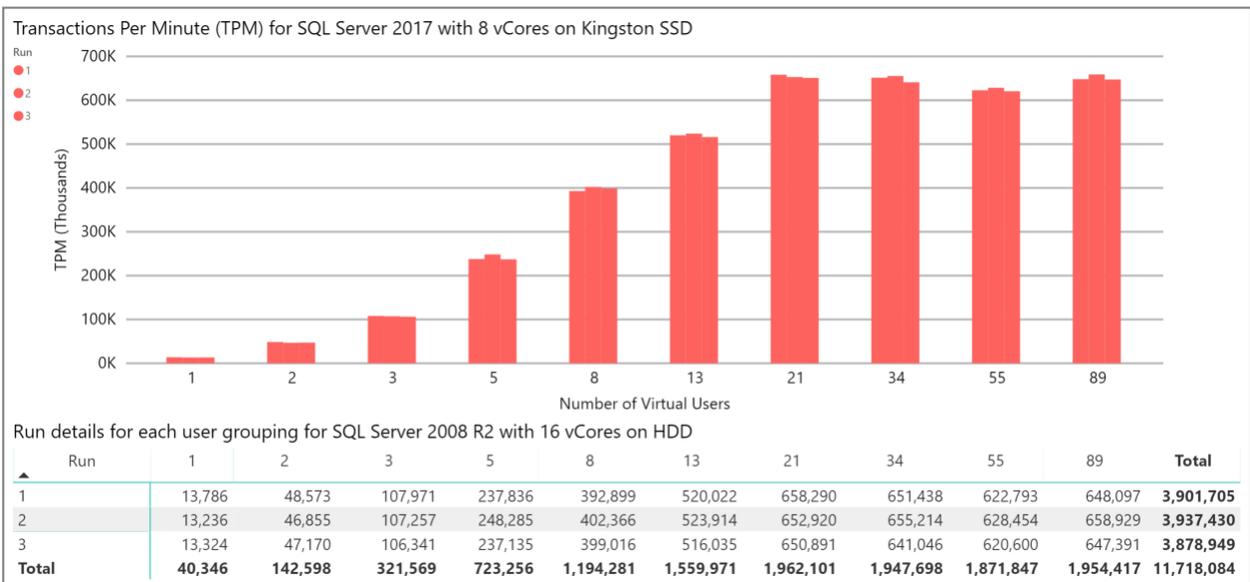


Abbildung 13 – Vergleich von SQL Server 2008 R2 auf HDD mit SQL Server 2017 und DC500M Laufwerken mit 16 vCores

Der gesamte Leistungszuwachs ist dramatisch. Wenn Benutzer des SQL Server 2008 R2-Systems mit ihrer aktuellen Leistung zufrieden wären, würde SQL Server 2017 mit DC500M Laufwerken sie verblüffen. Bei Konsolidierungs- und Datenbank-Upgrade-Projekten suchen wir nach Möglichkeiten, die Kosten für Kunden zu senken, um sie zum Umstieg auf die neueste Version von SQL Server zu bewegen. Durch die Verwendung von DC500M Laufwerken ist es möglich, die vCores zu reduzieren, die benötigt werden, um eine ähnliche Leistung wie ihre bestehenden Datenbanklösungen zu erzielen, da die Enterprise SSD mehr Transaktionen mit geringerer Latenzzeit verarbeiten kann.

# Ergebnisse: SQL Server 2017 auf DC500M 8 vCores

Unsere nächste Iteration bestand darin, den Benchmark auf einer VM mit nur 8 vCores und den gleichen 128GB Server-DRAM durchzuführen. Aufgrund unserer bisherigen Erfahrungen hätten wir den Speicher auf 32GB reduzieren können und hätten immer noch ähnliche Ergebnisse beobachten können.



Für diesen Testlauf haben wir den prozentualen Anteil der CPU-Auslastung während des Benchmarks im Vergleich zur Leerlauf-Prozessdauer verfolgt.

In der untenstehenden Tabelle stellt die rote Linie, die mit 94 für 1 Benutzer beginnt, den Prozentsatz des Systemleerlaufs dar. Die grüne Linie stellt den Prozentsatz der CPU-Zeit dar, die von SQL Server verwendet wird.

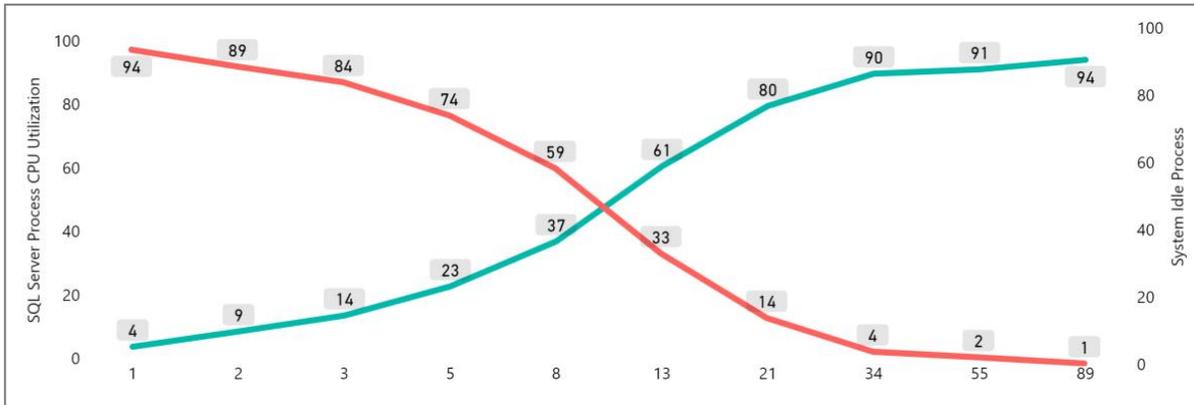


Abbildung 14 – SQL Server 2017 mit 8 vCores mit Darstellung von CPU-Zeit im Vergleich zur Leerlaufzeit in Prozent

Bei einer geringen Anzahl von Benutzern benötigt SQL Server nur sehr wenig CPU zur Verarbeitung der Transaktionsanforderungen. Der Systemleerlauf am unteren Ende ist vor allem auf die Effizienz der Kingston DC500M Laufwerke zurückzuführen. Im Wesentlichen tut der Server buchstäblich nichts.

Wenn die Anzahl der Benutzer steigt, steigt die CPU-Auslastung, bis die CPU beginnt, als Engpass zu wirken. Auf der anderen Seite wird erwartet, dass die Leerlaufprozesse des Systems mit abnehmender reiner Leerlaufzeit zurückgehen. Allerdings beginnt sich ein weiterer Leerlaufprozess des Systems einzuschleichen. Dies ist die Wartezeit, die SQL Server benötigt, um Daten aus dem Speicher in die Transaktionsprotokolldatei zu schreiben, wenn die Anzahl der Transaktionen steigt. Das ist eigentlich gut.

Dies liegt im Wesentlichen daran, dass die vier RAID 10-Laufwerke bis zu 98.000 Lese-/Schreib-IOPS mit einer Laufwerklatenz von 1,3 ms beim 99. Perzentil erreichen können.

Bei 89 Anwendern läuft das System mit 8 vCores bei einer CPU von 94 % und einer Wartezeit von nur 1 % mit optimalem Durchsatz.

Vergleichen Sie dies mit den folgenden Daten von SQL Server 2008 R2 mit 16 vCores und HDD.

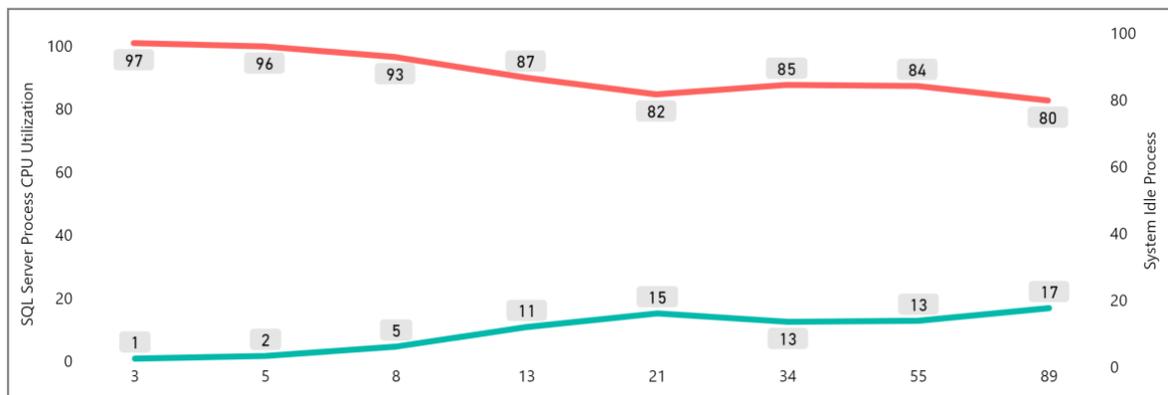


Abbildung 15 – SQL Server 2008 mit 16 vCores mit Darstellung von CPU-Zeit im Vergleich zur Leerlaufzeit in Prozent

Der Grund dafür, dass die CPU-Auslastung nicht wie bei der Ausführung von SQL Server 2017 steigt, ist die Wartezeit, die SQL Server 2008 R2 benötigt, um Daten von langsameren Laufwerken in den Pufferpool-Cache zu lesen. Da HammerDB auch Transaktionen mit hoher Geschwindigkeit ausgibt, wartet SQL Server aufgrund der zusätzlichen Wartezeit auch auf Latches und Locks.

Für die HDD-Laufwerke betrug die von Diskspd gemeldete IOPS nur ca. 1900. Das ist mehr als 50 Mal langsamer als die Kingston DC500M Laufwerke!

Im Folgenden wird ein Nebeneinander-Vergleich von SQL Server 2008 R2 mit 16 vCores und SQL Server 2017 mit nur 8 vCores durchgeführt.

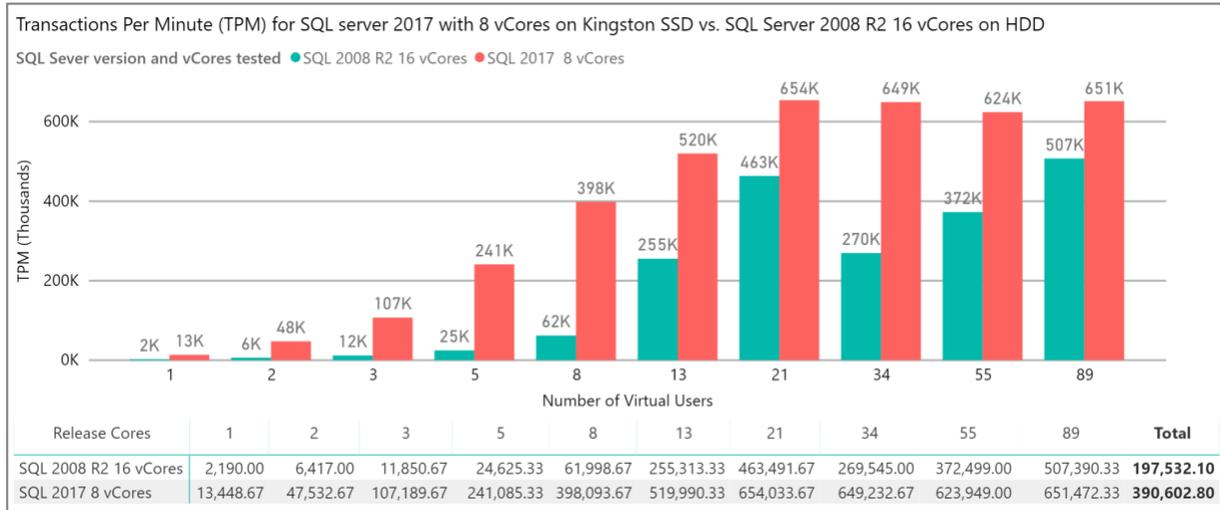


Abbildung 16 – Nebeneinander-Vergleich von SQL Server 2008 R2 mit 16 vCores und SQL Server 2017 mit 8 vCores

Dies zeigt zwar eine hervorragende Leistung für SQL Server 2017, aber es bestehen weitere Möglichkeiten, die Anzahl der vCores zu reduzieren.

## Ergebnisse: SQL Server 2017 auf DC500M 4vCores

Um weiter zu verstehen, wie die schnelleren Kingston DC500M Laufwerke die für SQL Server benötigten Kerne reduzieren können, haben wir die Kerne auf 4 vCores mit 128GB RAM reduziert. Die folgende Tabelle zeigt den Vergleich zwischen TPM und SQL Server 2008 R2 auf HDD.

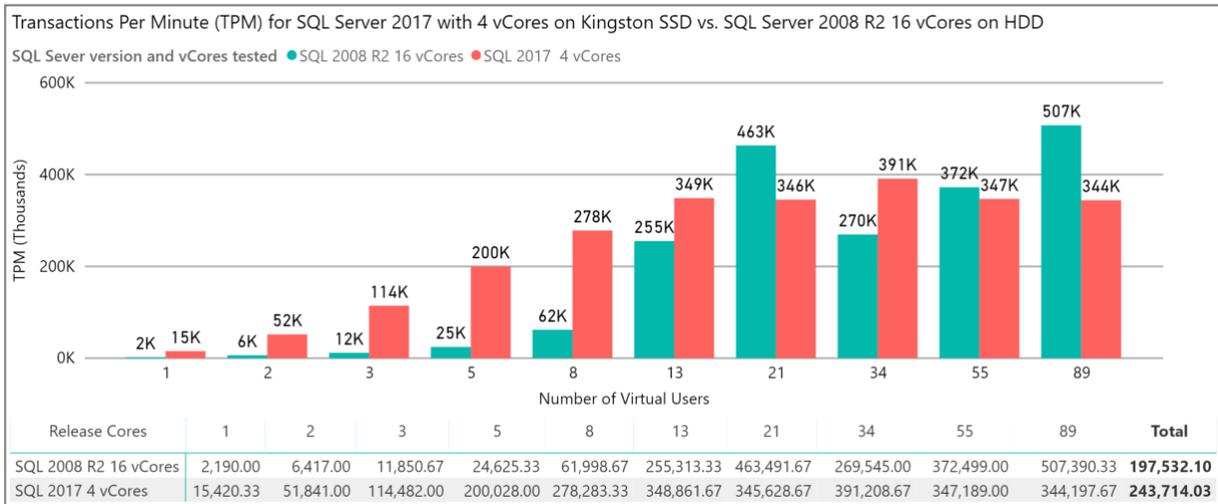


Abbildung 17 – Nebeneinander-Vergleich von SQL Server 2008 R2 mit 16 vCores und SQL Server 2017 mit 4 vCores

Dieses Diagramm zeigt, dass für alle ausgeführten Benutzer das durchschnittliche TPM für SQL Server 2008 R2 197.532 gegenüber 243.714 für SQL Server 2017 mit nur 4 vCores betrug. Im Wesentlichen ist SQL Server 2017 unter Verwendung von 4 vCores mit Kingston DC500M Laufwerken 1,2 Mal schneller.

Aus Benutzersicht zeigt das folgende Diagramm das TPM/Benutzer für jede der Benutzergruppen für SQL Server 2018 R2 mit 16 vCores im Vergleich zu SQL Server 2017 mit 4 vCores.

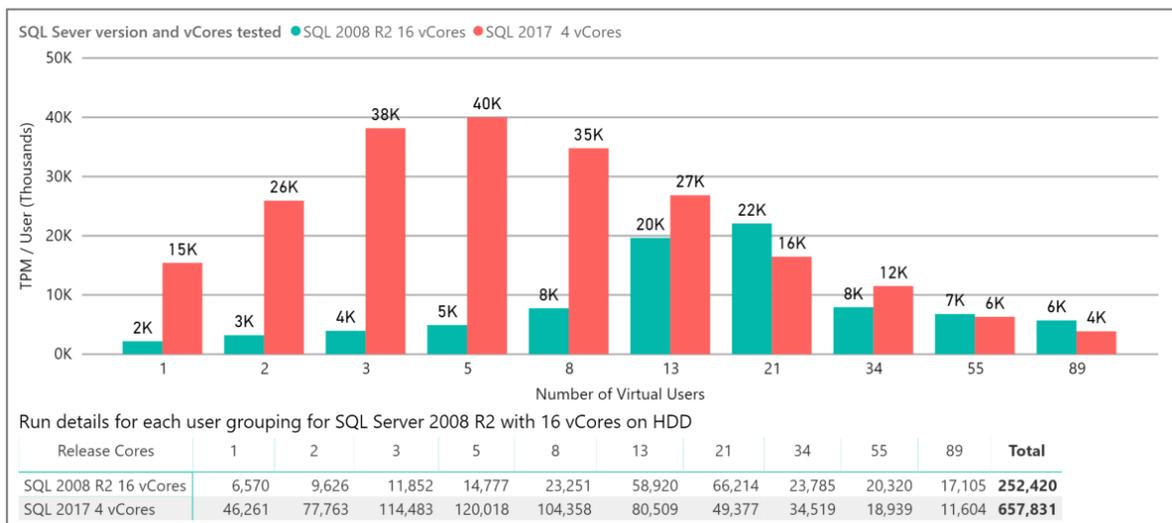


Abbildung 18 – Vergleich von TPM/Benutzer für SQL Server 2017 mit 4 vCores und SQL Server 2008 R2 mit 16 vCores

Aus TPM/Benutzer-Perspektive konnte ein Benutzer bei SQL Server 2008 R2 mit 16 vCores auf HDD 2.190 TPM erreichen. Bei 89 Benutzern, obwohl SQL Server 2008 R2 5.702 TPM/Benutzer hatte, konnte SQL Server 2017 mit nur 4 vCores und Kingston DC500M Laufwerken 3.868 TPM/Benutzer erzielen. Aus Benutzersicht erscheint SQL Server 2017 immer noch fast 1,8 Mal schneller als SQL Server 2008 R2.

# Fazit

Die Workload-Konsolidierung steigert die Effizienz von IT-Organisationen sowie Cloud- und Hosting-Providern, indem die zunehmende Leistungsfähigkeit moderner Hostserver genutzt wird, um eine steigende Anzahl von Workloads zu unterstützen. Die Erhöhung der Workload-Dichte – also der Anzahl der auf einem Hostserver ausgeführten Workloads – fördert die Wirtschaftlichkeit der Konsolidierung, indem die Anzahl der für eine bestimmte Anzahl von Workloads erforderlichen Hostserver reduziert wird.

Kingstons hochleistungsfähige Speicher- und RAM-Speicherlösungen für Rechenzentren, die aus SSDs (DC500M) und Serverspeicher (Server Premier) bestehen, ermöglichen ein Preis-Leistungs-Verhältnis, das nicht nur eine verbesserte Workload-Effizienz ermöglicht, sondern auch die Rentabilität eines Unternehmens optimieren und gleichzeitig die Gesamtbetriebskosten (TCO) senken kann.

Reduzieren Sie die Anzahl der benötigten Hostserver, dann senken Sie sowohl die Kosten für die Hardware als auch für Softwarelizenzen. Die Kosten für Softwarelizenzen sind bei der Bewertung von Einsparungspotenzialen zu berücksichtigen, wie in [Anhang A – Stückliste für das Testsystem](#) gezeigt wird, in welcher die Kosten für die während dieses Tests verwendeten Hostserver-Konfigurationen aufgeführt sind.

Die Kosten für Softwarelizenzen dominieren die Gesamtsystemkosten, vor allem die Kosten für SQL Server Standard Edition pro Kern, die 113 % der Gesamtsystemkosten für 16 vCores ausmachen.

Component	SQL Server 2017	SQL Server 2008 R2	SQL Server 2017 4 vCores	SQL Server 2017 8 vCores	SQL Server 2008 R2 16 vCores
<b>Hardware Costs</b>					
Dell PowerEdge R740XD Intel 4114 2400 MHz	\$7,595.62	\$7,595.62			
KTD-PE426/32G	\$4,919.76	\$4,919.76			
SEDC500M 960 GB SATA 6Gb/s	\$1,815.92				
DELL 400-AJPI 1.2 TB SAS 1.2Gb/s		\$1,560.00			
<b>Sub total for hardware</b>	<b>\$14,331.30</b>	<b>\$14,075.38</b>			
<b>Software Costs</b>					
Windows Server Data Center Edition	\$12,310.00	\$12,310.00			
SQL Server 2017 Standard			\$7,434.00	\$14,868.00	\$29,736.00
<b>Total</b>			<b>\$34,075.30</b>	<b>\$41,509.30</b>	<b>\$56,121.38</b>
<b>Percentage of savings for the total server compared to SQL Server 2008 R2 with 16 vCores</b>			<b>39%</b>	<b>26%</b>	<b>0%</b>
<b>Savings in cost compared to SQL Server 2018 R2 with 16 vCores</b>			<b>\$22,046.08</b>	<b>\$14,612.08</b>	<b>\$0.00</b>
<b>Savings in SQL Server licensing costs</b>			<b>75%</b>	<b>50%</b>	<b>0%</b>
<b>Percentage of the SQL Server license costs compared to the hardware and OS</b>			<b>28%</b>	<b>56%</b>	<b>113%</b>

Abbildung 19 – Gesamtvergleich der Kosten und wie die Reduzierung der vCores die Kosten mit DC500M Laufwerken drastisch senken kann

Eine größere Workload-Konsolidierung mit weniger Kernen bedeutet, dass Sie weniger Lizenzen pro Kern benötigen – und Sie erhebliche Einsparungen erzielen können.

Die hohe CPU-Auslastung mit einer E/A-Latenzzeit von nahezu Null zeigt, dass die SSD-Speicherleistung hoch genug ist, um die CPUs auch bei maximaler Benutzerzahl zu beschäftigen.

# Nächste Schritte

Wenden Sie sich an Kingston Technology und erfahren Sie, wie die Enterprise Solid-State-Laufwerke (SSDs) Data Center DC500 (DC500R / DC500M) Ihre Geschäftsanforderungen optimieren, Ihre Workload-Effizienz steigern und Ihre TCO bei der Migration Ihrer Microsoft SQL Server 2008-Workloads auf SQL Server 2017 senken können.

Besuchen Sie – <https://www.kingston.com/us/ssd/dc500-data-center-solid-state-drive>, und erfahren Sie mehr über Kingston DC500 Enterprise SSDs. Sie können auch den Live Chat nutzen unter <https://www.kingston.com/us/support/technical/emailcustomerservice>.

Lassen Sie Ihre Umgebung durch DB Best bewerten

Wir gehen davon aus, dass Hostserver-Konfiguration und Workloads von Kunden nicht mit unserer Testumgebung identisch sind und die Unterschiede die Auswirkungen dieser Lösungen beeinflussen. Obwohl wir der Meinung sind, dass die Annahmen und Entscheidungen, die sich in unserer Testumgebung widerspiegeln, vernünftig und repräsentativ sind und die von uns beobachteten Ergebnisse strenge Tests widerspiegeln, ermutigen wir jeden Kunden, der die Anwendbarkeit dieser Lösungen bewertet, eine Bewertung seiner einzigartigen Umgebung zu veranlassen, indem er sich an DB Best wendet:

Sie erreichen uns im Internet unter <https://www.dbbest.com/company/contact-us/>

Oder kontaktieren Sie Dmitry Balin, [Dmitry@dbbest.com](mailto:Dmitry@dbbest.com), oder einen der Autoren des Whitepapers.

# Anhang A – Stückliste für das Testsystem

## Server-Konfigurationen

Im Folgenden finden Sie eine Kopie der Stückliste für den Dell PowerEdge R740XD mit zwei Intel Xeon Silver 4114 2.2G-Servern mit insgesamt 20 physischen Kernen/40 virtuellen Kernen.

PowerEdge R740XD - [amer_r740xd_12238]		1	\$7,595.62
Estimated delivery date: Nov. 9, 2018			
210-AKZR	PowerEdge R740XD Server	1	-
329-BDKH	PowerEdge R740/R740XD Motherboard	1	-
461-AADZ	No Trusted Platform Module	1	-
321-BCRC	Chassis: up to 24 x 2.5 Hard Drives including 12 NVMe Drives, 2CPU Configuration	1	-
340-BLBE	PowerEdge R740XD Shipping	1	-
343-BBFU	PowerEdge R740 Shipping Material	1	-
338-BLUS	Intel Xeon Silver 4114 2.2G, 10C/20T, 9.6GT/s, 14M Cache, Turbo, HT (85W) DDR4-2400	1	-
374-BBPP	Intel Xeon Silver 4114 2.2G, 10C/20T, 9.6GT/s, 14M Cache, Turbo, HT (85W) DDR4-2400	1	-
412-AAIQ	Standard 1U Heatsink	1	-
412-AAIQ	Standard 1U Heatsink	1	-
370-ADHU	2666MT/s RDIMMs	1	-
370-AAIP	Performance Optimized	1	-
780-BCDS	Unconfigured RAID	1	-
405-AAHR	PERC H740P RAID Controller, 8GB HV Cache, Adapter, Full Height	1	-
619-ABVR	No Operating System	1	-
421-5736	No Media Required	1	-
385-BBKT	iDRAC9, Enterprise	1	-
528-BCBW	iDRAC Digital License	1	-
379-BCQV	iDRAC Group Manager, Enabled	1	-
379-BCSF	iDRAC, Factory Generated Password	1	-
330-BBHD	Riser Config 6, 5 x8, 3 x16 slots	1	-
540-BBBW	Broadcom 5720 QP 1Gb Network Daughter Card	1	-
384-BBPZ	6 Performance Fans for R740/R740XD	1	-
450-ADWS	Dual, Hot-plug, Redundant Power Supply (1+1), 750W	1	-
350-BBBW	No Bezel	1	-
389-BTTO	PE R740XD Luggage Tag	1	-
350-BBJV	No Quick Sync	1	-
750-AABF	Power Saving Dell Active Power Controller	1	-
770-BBQ	ReadyRail: Sliding Rails Without Cable Management Arm	1	-
631-AAK	No Systems Documentation, No OpenManage DVD Kit	1	-
332-1286	US Order	1	-
813-6068	Dell Hardware Limited Warranty Plus On-Site Service	1	-
813-6075	ProSupport: Next Business Day On-Site Service After Problem Diagnosis, 3 Years	1	-
813-6087	ProSupport: 7x24 HW/SW Technical Support and Assistance, 3 Years	1	-
989-3439	Thank you choosing Dell ProSupport. For tech support, visit <a href="http://www.dell.com/support">http://www.dell.com/support</a> or call 1-800-945-3355	1	-
900-9997	On-Site Installation Declined	1	-
973-2426	Declined Remote Consulting Service	1	-
370-ADNI	8GB RDIMM, 2666MT/s, Single Rank	2	-
400-ASEG	120GB SSD SATA Boot 6Gbps 512n 2.5in Hot-plug Drive, 1 DWPD, 219 TBW	2	-
400-AWLI	Intel 1TB, NVMe, Read Intensive Express Flash, 2.5 SFF Drive, U.2, P4500 with Carrier	1	-
450-AALV	NEMA 5-15P to C13 Wall Plug, 125 Volt, 15 AMP, 10 Feet (3m), Power Cord, North America	2	-

Abbildung 20 – Stückliste für Dell PowerEdge R740XD

Da Kingston Technology ein führender Anbieter von Speicher für Client- und Unternehmenssysteme ist, haben wir uns für das Speichermodul KTD-PE426/32G entschieden. Der Server verwendete 24 Module, die derzeit bei CDW<sup>11</sup> mit 204,99 US-Dollar pro Modul (ab XXX-Datum) gelistet sind. Der Gesamtpreis für den Serverspeicher würde 4.919,76 US-Dollar betragen.

<sup>11</sup> Der Listenpreis des Kingston Technology KTD-PE426/32G wurde am 16. Oktober 2019 abgefragt unter <https://www.cdw.com/product/kingston-ddr4-32-gb-dimm-288-pin-registered/4862854?pfm=srh>.

Für das SQL Server 2017 Testsystem hat Kingston Technology 8 SEDC500M 960GB SATA 6Gb/s Laufwerke bereitgestellt. Diese Laufwerke werden derzeit bei CDW<sup>12</sup> mit 226,99 US-Dollar gelistet und kosten insgesamt 1.815,92 US-Dollar (ab XXX-Datum).

Für das SQL Server 2008 R2-Testsystem finden Sie hier die beigefügte Stückliste für 8 Dell 400-ATJL Laufwerke.

Billing Address		Shipping Address	Ship Method		
Kingston Technology Company, Inc 17600 Newhope Street Fountain Valley CA, 92708 USA		USA			
<b>Comments</b>					
Product ID	Description	Qty	Unit Price	Ext Amt	
400-ATJL	DELL 10,000 RPM SAS HARD DRIVE 12GBPS 512N 2.5IN HOT-PLUG DRIVE - 1.2 TB,CK	8	\$195.00	\$1,560.00	
		Pieces 8			
		Lines 1	Sub Total		\$1,560.00
			Sales Tax		\$0.00
			Freight		\$0.00
			<b>TOTAL</b>		<b>\$1,560.00</b>

Abbildung 21 – Stückliste für 8 Dell 400-ATJL Laufwerke

Die folgende Tabelle ist eine Zusammenfassung der Hardwarekosten für die Testsysteme.

Komponente	SQL Server 2017	SQL Server 2008 R2
Dell PowerEdge R740XD Intel 4114 2400 MHz	7.595,62\$	7.595,62\$
KTD-PE426/32G	4.919,76 \$	4.919,76 \$
SEDC500M 960GB SATA 6Gb/s	1.815,92\$	
DELL 400-AJPI 1,2 TB SAS 1,2Gb/s		1.560,00\$
Gesamt	<b>14.331,30\$</b>	<b>14.075,38\$</b>

Abbildung 22 – Kosten für Hardware-Server

<sup>12</sup> Der Listenpreis für Kingston Technology SEDC500M/960G Laufwerke wurde am 16. Oktober 2019 abgefragt.

# Software-Plattformen

Das getestete System verwendete Windows Server 2019 Data Center Edition und SQL Server 2017 Developer Edition. Für die unten aufgeführten Lizenzkosten wird SQL Server Standard Edition verwendet, da es bis zu 24 Kerne und 128GB RAM-Speicher unterstützt, die SQL Server für seinen Betriebsspeicher verwenden kann.

## Zu SQL Server-Lizenzen

Die in dieser Lösung vorgesehenen SQL Server 2008-Workloads verwendeten SQL Server 2008 Standard Edition und werden weiterhin die Standard Edition von SQL Server 2017 verwenden.

Wenn Sie mehrere virtualisierte Instanzen von SQL Server ausführen, gibt es verschiedene Lizenzstrategien zu berücksichtigen<sup>13</sup>.

- Jede VM wird separat lizenziert – jede VM wird für die Standard Edition lizenziert, mit einem Minimum von 4 Kern-Lizenzen pro VM (auch für VMs mit weniger als 4 virtuellen Kernen).
- Die Standard Edition „Open no level pricing (US-\$)“ kostet 3.717 \$ pro 2-Kern-Paket<sup>14</sup>.
- Normalerweise gibt es ein Verhältnis von 2:1 zwischen virtuellen Kernen (vCores) und physischen Kernen mit Server-Hyper-Threading-Technologie, die beim Dell PowerEdge R740XD Prozessor verfügbar ist.
- Um einzelne VMs mit dem Pro-Kern-Modell zu lizenzieren, müssen Kunden eine Kern-Lizenz für jeden vCore (oder virtuellen Kern, virtuellen Prozessor, virtuelle CPU, virtuellen Thread) erwerben, welcher der VM zugeordnet ist, wobei ein Minimum von vier Kern-Lizenzen pro VM erforderlich ist. Für Lizenzzwecke wird ein vCore einem Hardware-Thread zugeordnet.

---

<sup>13</sup> Weitere Informationen finden Sie im SQL Server 2017 Lizenzierungshandbuch unter [https://download.microsoft.com/download/7/8/C/78CDF005-97C1-4129-926B-CE4A6FE92CF5/SQL\\_Server\\_2017\\_Licensing\\_guide.pdf](https://download.microsoft.com/download/7/8/C/78CDF005-97C1-4129-926B-CE4A6FE92CF5/SQL_Server_2017_Licensing_guide.pdf)

<sup>14</sup> Die Preise für SQL Server 2017 wurden am 16. Oktober 2019 abgefragt von <https://www.microsoft.com/en-us/sql-server/sql-server-2017-pricing>

Die folgende Tabelle zeigt die SQL Server-Lizenzkosten für VMs, die das Pro-Kern-Modell mit der Standard Edition verwenden.

SQL Server Standard Edition 2-Kern-Paket	Zu lizenzierende vCores	Lizenzkosten
3.717,00\$	4	7.434,00\$
	8	14.868,00\$
	16	29.736,00\$

Abbildung 23 – Pro-Kern-Lizenzierung für VMs mit Standard Edition

Natürlich sollte die Reduzierung der Anzahl der vCores bei der Aktualisierung von SQL Server 2008 R2 auf SQL Server 2017 eine Priorität sein.

### Zu Windows Server-Lizenzen

Dieses System verwendet die Windows Server 2019 Datacenter Edition, die auch unbegrenzte Hyper-V VMs pro lizenziertem Server gewährt. Die Preise für die Datacenter Edition gelten für 16 Kernlizenzen mit einem Preis von 6.155 US-Dollar (Open NL ERP). Da jeder physische Server 20 Kerne hatte, würden die Kosten für die Windows Server 2019 Datacenter Edition 12.310 US-Dollar betragen<sup>15</sup>.

### Gesamt-Systemkosten

Die folgende Tabelle zeigt die Gesamtkosten der Hard- und Software für die getesteten Systeme.

Component	SQL Server 2017	SQL Server 2008 R2	SQL Server 2017 4 vCores	SQL Server 2017 8 vCores	SQL Server 2008 R2 16 vCores
<b>Hardware Costs</b>					
Dell PowerEdge R740XD Intel 4114 2400 MHz	\$7,595.62	\$7,595.62			
KTD-PE426/32G	\$4,919.76	\$4,919.76			
SEDC500M 960 GB SATA 6Gb/s	\$1,815.92				
DELL 400-AJPI 1.2 TB SAS 1.2Gb/s		\$1,560.00			
<b>Sub total for hardware</b>	<b>\$14,331.30</b>	<b>\$14,075.38</b>			
<b>Software Costs</b>					
Windows Server Data Center Edition	<b>\$12,310.00</b>	<b>\$12,310.00</b>			
SQL Server 2017 Standard			\$7,434.00	\$14,868.00	\$29,736.00
<b>Total</b>			<b>\$34,075.30</b>	<b>\$41,509.30</b>	<b>\$56,121.38</b>
<b>Percentage of savings compared to SQL Server 2008 R2 with 16 vCores</b>			<b>39%</b>	<b>26%</b>	<b>0%</b>
<b>Savings in cost compared to SQL Server 2008 R2 with 16 vCores</b>			<b>\$22,046.08</b>	<b>\$14,612.08</b>	<b>\$0.00</b>

Abbildung 24 – Gesamtkosten für die Ausführung von SQL Server 2008 R2 auf HDD im Vergleich zu SQL Server 2017 mit 4 und 8 vCores unter Verwendung von Kingston DC500M Laufwerken

Hier ist erkennbar, dass Sie die Einsparungen durch die Reduzierung der vCores von 16 auf 8, die für die Ausführung von SQL Server 2017 mit DC500M Laufwerken von Kingston Technology benötigt werden, für die Anschaffung eines neuen Servers nutzen können. Mit der weiteren Reduzierung um 7.434 US-Dollar durch den Umstieg auf 4 vCores können Sie 60 % der Lizenzkosten für die Windows Server 2019 Datacenter Edition abdecken.

<sup>15</sup> Preise für Windows Server 2019 Datacenter, abgefragt am 16. Oktober 2019 unter <https://www.microsoft.com/en-us/cloud-platform/windows-server-pricing>

# Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 – Neue Features, die ab SQL Server 2008 R2 zu SQL Server hinzugefügt wurden.....	7
Abbildung 2 – Kingston Data Center DC500M – Solid-State-Laufwerk – 960GB – SATA 6Gb/s.....	8
Abbildung 3 – PowerEdge R740xd Rack-Server.....	9
Abbildung 4 – Kingstons Server Premier – DDR4 – 32GB – DIMM 288-polig – registriertes Speichermodul.....	9
Abbildung 5 – Dell – Festplatte – 1,2TB – SAS 12Gb/s.....	10
Abbildung 6 – Festplattenlayout für SQL Server VMs mit TPC-C mit 2.000 Warehouses für eine 157GB-Datenbank.....	10
Abbildung 7 – Größe der einzelnen Tabellen für eine TPCC-Datenbank mit 2.000 Warehouses.....	11
Abbildung 8 – Für OLTP-Workloads optimierte SQL Server-Konfiguration.....	11
Abbildung 9 – Datenlaufwerk Diskspd-Ergebnisse für die für SQL Server 2008 R2 verwendete HDD.....	14
Abbildung 10 – Datenlaufwerk Diskspd-Ergebnisse für DC500M Laufwerke, die für SQL Server 2017 verwendet werden.....	14
Abbildung 11 – SQL Server 2008 R2-Ergebnisse mit 16 vCores auf HDD.....	15
Abbildung 12 – SQL Server 2008 R2 mit 16 vCores – Durchschnitt für 3 Testläufe.....	16
Abbildung 13 – Vergleich von SQL Server 2008 R2 auf HDD mit SQL Server 2017 und DC500M Laufwerken mit 16 vCores.....	16
Abbildung 14 – SQL Server 2017 mit 8 vCores mit Darstellung von CPU-Zeit im Vergleich zur Leerlaufzeit in Prozent.....	18
Abbildung 15 – SQL Server 2008 mit 16 vCores mit Darstellung von CPU-Zeit im Vergleich zur Leerlaufzeit in Prozent.....	18
Abbildung 16 – Nebeneinander-Vergleich von SQL Server 2008 R2 mit 16 vCores und SQL Server 2017 mit 8 vCores.....	19
Abbildung 17 – Nebeneinander-Vergleich von SQL Server 2008 R2 mit 16 vCores und SQL Server 2017 mit 4 vCores.....	20
Abbildung 18 – Vergleich von TPM/Benutzer für SQL Server 2017 mit 4 vCores und SQL Server 2008 R2 mit 16 vCores.....	20
Abbildung 19 – Gesamtvergleich der Kosten und wie die Reduzierung der vCores die Kosten mit DC500M Laufwerken drastisch senken kann.....	21
Abbildung 20 – Stückliste für Dell PowerEdge R740XD.....	23
Abbildung 21 – Stückliste für 8 Dell 400-ATJL Laufwerke.....	24
Abbildung 22 – Kosten für Hardware-Server.....	24
Abbildung 23 – Pro-Kern-Lizenzierung für VMs mit Standard Edition.....	26
Abbildung 24 – Gesamtkosten für die Ausführung von SQL Server 2008 R2 auf HDD im Vergleich zu SQL Server 2017 mit 4 und 8 vCores unter Verwendung von Kingston DC500M Laufwerken.....	26

# Handelsmarken

Kingston und das Kingston Logo sind eingetragene Handelsmarken von Kingston Technology Corporation. IronKey ist eine eingetragene Handelsmarke von Kingston Digital, Inc. Alle Rechte vorbehalten. Alle Handelsmarken sind Eigentum ihrer jeweiligen Besitzer.

Die folgenden Begriffe sind Handelsmarken anderer Unternehmen: Intel, Xeon und das Intel Logo sind Handelsmarken oder eingetragene Handelsmarken der Intel Corporation oder ihrer Tochtergesellschaften in den USA und anderen Ländern. Active Directory, Hyper-V, Microsoft, SQL Server, Windows, Windows Server und das Windows-Logo sind Handelsmarken der Microsoft Corporation in den USA, anderen Ländern oder in beiden. Andere Namen von Firmen, Produkten und Dienstleistungen können Handelsmarken oder Dienstleistungsmarken anderer Rechteinhaber sein.