



Microsoft SQL Server 2017

Technisches Whitepaper



Veröffentlichung: September 2017

Themengebiet: Microsoft SQL Server 2017 für Windows, Linux und Docker-Container

Copyright

Die in diesem Dokument enthaltenen Informationen geben den aktuellen Standpunkt von Microsoft Corporation zu den besprochenen Themen zum Zeitpunkt der Veröffentlichung wieder. Da Microsoft auf sich wandelnde Marktbedingungen reagieren muss, dürfen diese Informationen nicht als verbindliche Zusagen seitens Microsoft interpretiert werden, und Microsoft kann die Richtigkeit der Informationen nach dem Zeitpunkt der Veröffentlichung nicht garantieren.

Dieses Whitepaper dient ausschließlich zu Informationszwecken. MICROSOFT GIBT FÜR DIE IN DIESEM DOKUMENT ENTHALTENEN INFORMATIONEN KEINE GARANTIEERKLÄRUNGEN AB, WEDER AUSDRÜCKLICH NOCH STILLSCHWEIGEND NOCH GESETZLICH.

Die Einhaltung aller geltenden Urheberrechtsgesetze obliegt dem Benutzer. Ohne die im Urheberrecht festgelegten Rechte einzuschränken, darf kein Teil dieses Dokuments vervielfältigt, in einem Datenabfragesystem gespeichert oder eingeführt werden oder in irgendeiner Form oder mittels irgendwelcher Methode (elektronisch, mechanisch, mittels Kopie, Aufnahme oder anderweitig) oder für irgendwelchen Zweck ohne die ausdrückliche schriftliche Erlaubnis der Microsoft Corporation übermittelt werden.

Microsoft kann über Patente, Patentanmeldungen, Marken, Urheberrechte oder andere gewerbliche Schutzrechte verfügen, die den Gegenstand dieses Dokuments betreffen. Sofern es in einem schriftlichen Lizenzvertrag von Microsoft nicht ausdrücklich geregelt ist, erteilt die Bereitstellung dieses Dokuments Ihnen keine Lizenz für diese Patente, Marken, Urheberrechte oder andere gewerbliche Schutzrechte.

© 2017 Microsoft Corporation. Alle Rechte vorbehalten.

Microsoft, Active Directory, Azure, Bing, Excel, Power BI, SharePoint, Silverlight, SQL Server, Visual Studio, Windows und Windows Server sind Marken der Microsoft-Unternehmensgruppe.

Alle anderen Marken sind Eigentum ihrer jeweiligen Inhaber.

Inhalt

Zusammenfassung	5
Industrielandschaft und Trends	5
Der nächste Schritt mit SQL Server 2017	7
Die Leistung von SQL Server jetzt auch für Linux und Container	7
Native Linux-Erfahrung mit Unterstützung für vorhandene SQL Server-Tools.....	8
Plattformabstraktion mit Containern.....	9
Ermöglichen von DevOps-Methoden mit Containern	9
SQL Server 2017 für den betrieblichen Einsatz mit relationalen und Graphdaten	10
In-Memory Online Transaction Processing	10
Verbesserungen von In-Memory OLTP in SQL Server 2017.....	12
Operative Echtzeitanalyse mithilfe hybrider Transaktions- und Analyseprozesse	13
Featuregruppe der adaptiven Abfrageverarbeitung	13
Automatische Plankorrektur.....	14
Neuerstellung eines fortsetzbaren Onlineindexes.....	14
SQL Graph.....	15
Resource Governor.....	16
Unternehmenskritische Hochverfügbarkeit auf jeder Plattform.....	17
Hohe Verfügbarkeit auf Instanzebene mit AlwaysOn-Failoverclusterinstanzen.....	17
Hochverfügbarkeit auf Datenbankebene mit AlwaysOn-Verfügbarkeitsgruppen	18
Flexibilität für HA-Architekturen.....	19
AlwaysOn-Verfügbarkeitsgruppen für Linux	19
Lastenausgleich von lesbaren sekundären Replikaten	20
SQL Server 2017 in Data Warehousing und Big Data.....	21
Data Warehousing im Petabytebereich.....	21
Abfrage aller Datentypen	22
Gruppierte Columnstore-Indizes für Data Warehousing.....	23
Tabellen-Partitioning.....	23
SQL Server 2017 in Business Intelligence	25
Reporting Services.....	25

Power BI-Berichtsserver	26
Analysis Services.....	27
SQL Server 2017 in Advanced Analytics	30
SQL Server 2017 in den Bereichen Datenintegration und Informationsverwaltung.....	31
SQL Server Integration Services (SSIS)	31
Master Data Services.....	31
Data Quality Services.....	32
SQL Server 2017-Sicherheit	34
Always Encrypted.....	34
Transparent Data Encryption	35
Sicherheit auf Zeilenebene	35
Dynamische Datenmaskierung.....	35
Auditing	36
SQL Server 2017 Cloud.....	37
Sicherung auf Azure	37
SQL Server 2017 in Azure-VMs	38
Bereitstellen von SQL Server anhand operativer Anforderungen anstatt nach Funktionssätzen	39
Computerübergreifende Skalierungslimits.....	39
Schlussfolgerung.....	40
Handlungsempfehlungen.....	40

Zusammenfassung

Die IT-Landschaft ist ständigen Änderungen und einer zunehmenden Diversifizierung unterworfen. Dies gilt besonders für Betriebssysteme, wie Linux. Bis 2020 wird ein massives Datenwachstum in Höhe von 50 ZB vorhergesagt. Die mit diesem Datenwachstum verbundenen Unternehmensinvestitionen eröffnen ein Potenzial zur Digitalen Transformation, wenn es den Unternehmen gelingt, ihre Anwendungen mit integrierten Analysefunktionen zu modernisieren. Kunden verfügen über allgemein erhältliche unstrukturierte Daten und möchten mit Big Data aussagekräftige Datenauswertungen erstellen. Unternehmen müssen sich heute sehr schnell an Veränderungen anpassen können und Wettbewerbsvorteile erlangen, um nicht hinter der Konkurrenz zurückzubleiben. Neue Technologien ermöglichen diesen Wettbewerbsvorteil. Daher ist es unabdinglich, den größtmöglichen Nutzen aus Big Data, der Cloud und Intelligence-Fähigkeiten zu ziehen. Denn diese Faktoren helfen dem Kunden, das Tempo seines Unternehmens durch intelligenter Entscheidungsfindung und schnellere Ausführung zu erhöhen.

Der gesamte moderne Datenbesitz kann sowohl strukturierte Daten, wie OLTP-, mobile, ERP- und LOB-Daten, als auch unstrukturierte Daten, wie Diagrammdaten, Daten aus sozialen Netzwerken und IoT-Daten, umfassen. Kunden müssen in der Lage sein, sowohl Betriebsdaten als auch Data Warehouse-Daten zu verwalten und Big Data zu verarbeiten. Sie benötigen Insights, um zurückzublicken (Business Intelligence) und um mit Machine Learning-Algorithmen (erweiterte Analyse mit prädiktiver und präskriptiver Analyse) Voraussagen über die Zukunft zu treffen. Die Daten, der Zugriff und die Anwendungen des Datenbesitzes müssen geschützt werden. Zudem müssen Kunden die Flexibilität besitzen, sowohl in der privaten als auch in der öffentlichen Cloud die Plattform, Entwicklungssprache und den Ort ihrer Wahl zu verwenden.

Microsoft SQL Server 2017 ermöglicht die Analyse und Verwertung aller Daten, da sowohl strukturierte als auch unstrukturierte Datenquellen unterstützt werden. Die Lösung basiert auf vorherigen Versionen von SQL Server, die vier Jahre in Folge den TPC-E-Benchmark anführten. Sie ist auf mehrere Petabyte an Daten skalierbar und bietet Kunden die Möglichkeit, Big Data mit PolyBase und unter Verwendung von T-SQL für alle Daten zu verarbeiten. Zudem war SQL Server in den letzten sieben Jahren die am wenigsten anfällige Datenbank. SQL Server 2017 liefert Einblicke in Daten mit Business Intelligence-Fähigkeiten, die Analysen zu einem Bruchteil der Kosten anderer Geräte ermöglichen. Erweiterte Analysen mit Unterstützung für R und Python sind ebenfalls möglich.

Anwendungsentwickler können ihre Anwendungen in jeder beliebigen Sprache, wie zum Beispiel Node.js, .NET, Java und PHP, entwickeln und ihre Lösungen auf Plattformen wie Windows und Linux sowie in Docker-Containern bereitstellen. Dies ist alles in einer privaten Cloud (On-Premises), Microsoft Azure, Drittanbieter-Clouds oder einer Hybridumgebung möglich.

Industrielandschaft und Trends

Neben der Anpassung an eine sich ständig ändernde Landschaft sehen sich IT-Unternehmen mit vielen Datentypen, verschiedenen Entwicklungssprachen und einer Mischung aus On-Premises-, Cloud- und Hybridumgebungen konfrontiert. Immer komplexere Umgebungen zu unterhalten, ist eine gewaltige Aufgabe, bei der Menschen und Prozesse Schritt halten müssen, wobei gleichzeitig die Betriebskosten gesenkt werden sollen.

Microsoft ist bestrebt, Kunden die Möglichkeit zu bieten, die beste Plattform für ihre Daten und Anwendungen auszuwählen. Dies schließt die Interoperabilität mit Open-Source-Lösungen ein. So werden zum Beispiel Linux-Distributionen wie Red Hat Enterprise Linux, Ubuntu und SUSE für relationale und nicht relationale Workloads immer beliebter.

Kunden verwenden zudem Open-Source-Technologien wie Hadoop, Spark, R und Python, um Herausforderungen in den Bereichen Datenverwaltung und -analyse zu meistern. Mit Microsoft können Kunden die beste Plattform für ihre Lösungen auswählen. Die Interoperabilität mit Open-Source-Lösungen ist gewährleistet, und Lösungen wie HDInsight (ein vollständig verwaltetes Cloud-Apache-Hadoop-Angebot auf Azure) und Microsoft Machine Learning Server können sowohl unter Windows als auch unter Linux bereitgestellt werden.

Zudem engagiert sich Microsoft im Bereich der Anwendungsentwicklung, wie zum Beispiel für .NET Core als Open-Source-Projekt und die kürzlich angekündigte Visual Studio Code-Erweiterung für SQL Server. Außerdem sind SQL Server-Treiber, Verbindungstools und APIs für nahezu jede Umgebung verfügbar, sodass jede Anwendung, unabhängig von der Programmiersprache und Umgebung, in SQL Server integriert werden kann.

Der nächste Schritt mit SQL Server 2017

SQL Server 2017 basiert auf den branchenführenden¹ Fähigkeiten von SQL Server 2016, das bei den folgenden Benchmarks ganz vorne liegt:

- **Leistung:** SQL Server ist führend bei den TPC-E-Leistungsbenchmarks für die Verarbeitung von Transaktionen, den TPC-H-Leistungsbenchmarks für Data Warehousing und den Leistungsbenchmarks für führende Geschäftsanwendungen². Im April 2017 hat Hewlett Packard Enterprise einen neuen TPC-H-1TB-Weltrekord für SQL Server 2017 unter Linux veröffentlicht³.
- **Sicherheit:** Gemäß dem Ausschuss für öffentliche Sicherheit des National Institute of Standards and Technology (NIST) weist SQL Server im Vergleich mit den wichtigsten Datenbankanbietern die geringste Anzahl von Sicherheitsrisiken auf (NIST, 2016).
- **Gesamtbetriebskosten:** Die Gesamtbetriebskosten von SQL Server sind bedeutend niedriger als die vergleichbarer Datenlösungen für Unternehmen. In einigen Fällen waren die Gesamtbetriebskosten für SQL Server 2016 um ein Zwölftel geringer als die vergleichbarer Produkte/Funktionen.

SQL Server 2017 knüpft an die Entwicklung von SQL Server an, indem die moderne Dateninfrastruktur durch neue Fähigkeiten erweitert wird, mit denen die Datenverwaltung und datenbezogene Anwendungen besser unterstützt und verbessert werden. In den folgenden Szenarien werden neben den neuesten Funktionen auch mögliche Einsatzmöglichkeiten für SQL Server 2017 vorgestellt.

Die Leistung von SQL Server jetzt auch für Linux und Container

SQL Server 2017 stellt die besten Features der relationalen Datenbank-Engine von Microsoft für die Linux-Unternehmensinfrastruktur bereit. Dies umfasst SQL Server Agent, Active Directory-Authentifizierung, branchenführende Hochverfügbarkeit/Notfallwiederherstellung und beispiellose Datensicherheit. Wichtiger Hinweis: SQL Server 2017 unter Linux ist kein portiertes oder neu geschriebenes System. Es ist das gleiche erstklassige Managementsystem für relationale Datenbanken (Relational Database Management System, RDBMS) von Microsoft, das jetzt auch auf weiteren Betriebssystemen wie etwa Red Hat Enterprise Linux, SUSE Linux Enterprise Server und Ubuntu sowie weiteren Cloud- und Containerplattformen (wie etwa Docker) verfügbar ist.

¹ Gartner hat Microsoft bereits in zwei aufeinanderfolgenden Jahren als führenden Anbieter für operationale Datenbankverwaltungssysteme eingestuft, weil das Unternehmen hält, was es verspricht, und sich durch eine umfassende Vision auszeichnet. *Gartner empfiehlt die in dieser Marktanalyse genannten Lösungsanbieter, Produkte oder Dienstleistungen nicht und rät Technologienutzern nicht, ausschließlich die am höchsten bewerteten oder auf andere Arten ausgezeichneten Lösungsanbieter auszuwählen. Die Gartner-Forschungspublikationen beruhen auf den Meinungen der Gartner-Forschungsorganisation und sollten nicht als Feststellung eines Sachverhalts aufgefasst werden. Gartner schließt alle ausdrücklichen oder stillschweigenden Gewährleistungen hinsichtlich dieser Studie inklusive Marktängigkeit oder Eignung für einen bestimmten Zweck aus.*

² Lenovo hat einen Weltrekord für den TPC-H 10 TB-Benchmark (Lenovo Server Performance Lab, 2016) mit SQL Server 2016 erreicht. Im Mai 2016 hat Lenovo außerdem einen neuen Weltrekord für den TPC- H 30 TB- Benchmark erreicht (Lenovo Server Performance Lab, 2016).

³ www.tpc.org, "TPC-H Result Highlights HPE Proliant DL380 Gen9", März 2017 ([Link](#))

SQL Server 2017 bietet jetzt auf allen unterstützten Plattformen, wie zum Beispiel unter Windows und Linux sowie in Containern, die besten Leistungs- und Sicherheitsfunktionen. Hochleistungsfunktionen verleihen datengestützten Anwendungen Rekordgeschwindigkeit. Diese Funktionen umfassen Columnstore, der spaltenbasierte Datenspeicherung und -verarbeitung bietet und damit eine im Vergleich zur zeilenbasierten Speicherung bis zu 10 Mal höhere Abfrageleistung und Datenkomprimierung erzielt, sowie In-Memory-OLTP. Mit dieser wird eine Transaktionsverarbeitung für speicheroptimierte Tabellen bereitgestellt, die bis zu 2,5 Mal schneller als bei festplattenbasierten Tabellen ist. Sicherheitsfunktionen wie Auditing, Transparent Data Encryption, Row-Level Security, Dynamic Data Masking und Always Encrypted bieten serverseitige Sicherheitsmaßnahmen, die den Schutz der Daten vor nicht autorisiertem Zugriff erheblich vereinfachen, ohne dass vorhandene Clientanwendungen verändert werden müssen. Mit Auditing können Teams den Zugriff überwachen und möglicherweise verdächtige Aktivitäten nachverfolgen. Transparent Data Encryption schützt ruhende Daten auf Dateiebene, und Always Encrypted schützt ruhende und übertragene Daten. Da diese Fähigkeiten bei allen SQL Server-Editionen verfügbar sind, müssen Unternehmen ihre Bereitstellungsumgebung nicht mehr nach den gewünschten Funktionen auswählen, sondern können diese stattdessen nach den betrieblichen Anforderungen ermitteln.

SQL Server 2017 unter Linux ist kein portiertes oder neu geschriebenes System. SQL Server unter Windows und Linux besitzen eine gemeinsame Codebasis, die über eine Plattformabstraktionsschicht auf Betriebssystemfunktionen auf niedriger Ebene zugreift. Obgleich noch nicht alle in diesem Whitepaper behandelten Szenarien und Funktionen unter Linux unterstützt werden, kann SQL Server 2017 unter Linux transktionale und Data Warehousing-Workloads unterstützen und an Verfügbarkeitsgruppen teilnehmen. Der größte Teil der Database Engine-Workloads kann ohne Änderungen von Windows auf Linux verschoben werden. Microsoft bietet Tools wie Data Migration Assistant an, mit deren Hilfe vorhandene Workloads auf SQL Server 2017 verschoben werden können. Weitere Informationen über SQL Server-Funktionen, die derzeit nicht unter Linux unterstützt werden, finden Sie unter [Versionshinweise für SQL Server unter Linux](#).

Native Linux-Erfahrung mit Unterstützung für vorhandene SQL Server-Tools

Microsoft hat es sich zum Ziel gesetzt, bereits ab dem Installationsvorgang eine Linux-native Benutzererfahrung für SQL Server zu bieten. SQL Server 2017 verwendet die standardmäßige paketgestützte Installationsmethode für Linux unter Verwendung von yum für Fedora-basierte und apt-get für Debian-basierte Distributionen. Administratoren können SQL Server 2017-Instanzen unter Linux mit ihren vorhandenen Paket-Update/-Upgrade- Prozessen aktualisieren.

Der SQL Server-Dienst läuft nativ mit systemd, und die Leistung kann über das Dateisystem überwacht werden. Linux-Dateipfade werden in T-SQL-Anweisungen und -Skripten unterstützt, um Vorgänge wie die Definition/Änderung des Speicherorts von Dateien oder Datenbanksicherungsdateien durchzuführen. Hochverfügbares Clustering kann mit beliebten hochverfügbaren Linux-Lösungen wie Pacemaker und Corosync verwaltet werden.

Die Volltextsuche ist jetzt für Linux verfügbar. Mit dieser Funktion können Sie Volltextabfragen für charakterbasierte Daten in SQL Server-Tabellen durchführen. Mit Volltextabfragen führen Sie Sprachsuchen in Textdateien von Volltextindizes durch, indem Wörter und Sätze basierend auf den Regeln einer Sprache, wie Englisch oder Japanisch, verarbeitet werden. Volltextabfragen können einfache Wörter und Sätze oder verschiedene Varianten eines Wortes oder Satzes enthalten. Bei einer Volltextabfrage werden alle Dokumente ausgegeben, die mindestens eine Übereinstimmung enthalten (auch *Treffer* genannt). Ein Treffer liegt dann vor, wenn ein Zieldokument alle in der Volltextabfrage aufgeführten Begriffe enthält und beliebige andere Suchkriterien erfüllt, wie zum Beispiel die Entfernung zwischen den übereinstimmenden Begriffen. Weitere Informationen zu dieser Funktion finden Sie unter [SQL Server-Volltextsuche unter Linux](#).

Plattformabstraktion mit Containern

Container sind softwaredefinierte Bereiche, die Ähnlichkeiten zu virtuellen Computern aufweisen. Container verwenden keine Hardwarevirtualisierung, sondern das Hostbetriebssystem wird aus dem Bereich abstrahiert, sodass der Container nur die für die Anwendung erforderlichen Abhängigkeiten und die Anwendung selbst enthält. Ein Linux-basierter Container kann auf allen Linux-Geräten (physisch oder virtuell) durch die Ausführung von Docker bereitgestellt und in der Regel ohne Veränderungen des Hostbetriebssystems ausgeführt werden. Windows Server 2016 bietet native Unterstützung für Windows-Container. Docker EE für Windows Server stattet Windows-Lösungen mit den gleichen Fähigkeiten aus.

SQL Server 2017 unterstützt die Installation auf Linux-Betriebssystemen wie Red Hat Enterprise Linux, und die Erweiterung ermöglicht die Unterstützung von Linux-Containern. Auf ähnliche Weise ermöglicht Docker CE für Mac Entwicklern, Linux-Container mit SQL Server 2017 auf macOS auszuführen. SQL Server unterstützt zudem die Installation in Windows-Containern. Einer der Hauptvorteile bei der Verwendung von Containern im Entwicklungsprozess ist die Möglichkeit, in verschiedenen Umgebungen zu arbeiten. Mit Containern können Entwicklungsteams in Entwicklungs-/Testumgebungen arbeiten, deren Funktionen mit denen der Produktionsumgebungen übereinstimmen. Zudem können Container-Orchestrierungslösungen automatisch die Bereitstellung von Containern verwalten, wodurch die Automatisierung von Tests und der Bereitstellung unterstützt werden.

Ermöglichen von DevOps-Methoden mit Containern

DevOps bietet Kunden durch Menschen, Prozesse und Tools hervorragende Anwendungen. Ein schlanker Ansatz der Produktentwicklung (zum Beispiel durch Aufteilen der Arbeit in kleinere Batches und Implementierung von Kunden-Feedback) verspricht eine höhere IT-Leistung und weniger Probleme bei der Bereitstellung.⁴ Verglichen mit den Herausforderungen eines traditionellen Bereitstellungsansatzes oder sogar eines agilen Ansatzes hat sich DevOps durch die Bereitstellung von Hochleistungslösungen auf dem Markt bewährt. Traditionelle Hardware- und VM-Installationen von SQL Server hatten bei der Anpassung an dieses Framework einige Anfangsschwierigkeiten. Da SQL Server jetzt auch in Containern verfügbar ist, stehen viele DevOps-Methoden für die datengestützte Anwendungsentwicklung zur Verfügung, darunter auch die Möglichkeit, ein Containerimage zu erstellen, das in jeder Umgebung verwendet werden kann.

SQL Server 2017 zur Ausführung in Containern ist konform mit den DevOps-Prinzipien und ermöglicht verschiedene Schlüsselpraktiken, die bei der Bereitstellung von unternehmenskritischen intelligenten Apps in der Produktion eine wesentliche Rolle spielen, kosteneffizient sind sowie eine hohe Qualität und Kundenzufriedenheit bieten. Von der Parität der Umgebung mit Dev/Test bis zu Hochgeschwindigkeits-Bereitstellungen durch kontinuierliche Integration (Continuous Integration, CI) und Bereitstellung (Continuous Deployment, CD) ist SQL Server unter Linux und in Containern eine fähige Ergänzung der DevOps-Tools eines Unternehmens.

⁴ Puppet and Dora, 2016 State of DevOps Report ([Link](#)).

SQL Server 2017 für den betrieblichen Einsatz mit relationalen und Graphdaten

In-Memory Online Transaction Processing

Mit der seit SQL Server 2014 integrierten Funktion In-Memory-Technologie für SQL Server werden Durchsatz und Latenz der SQL Server-OLTP-Funktionalität dramatisch verbessert. Sie wurde entworfen, um die Anforderungen der anspruchvollsten Anwendungen der Transaktionsverarbeitung zu erfüllen, und Microsoft hat bei der Erfüllung dieser Ziele eng mit zahlreichen Unternehmen zusammengearbeitet. Funktionen von In-Memory-OLTP:

- **Speicheroptimierte Tabellen:** Es gibt zwei Arten von speicheroptimierten Tabellen. Dauerhafte Tabellen werden vollständig protokolliert und bleiben auch nach Server-Neustarts weiter bestehen. Kurzlebige Tabellen bleiben nach Server-Neustarts nicht erhalten und werden meistens anstelle von globalen temporalen Tabellen in der Benutzerdatenbank oder in Szenarien verwendet, wenn keine Persistenz notwendig ist, wie zum Beispiel bei Stagingtabellen innerhalb eines ETL-Vorgangs (Extrahieren, Transformieren, Laden).
- **Speicheroptimierte Tabellenvariablen:** Diese Variablen werden mit speicheroptimierten Tabellenarten erstellt. Variablen werden In-Memory gespeichert, wodurch ein effizienterer Datenzugriff ermöglicht wird, da die gleichen für Speicher optimierten Algorithmen und Datenstrukturen wie bei speicheroptimierten Tabellen verwendet werden. Dies ist vor allem der Fall, wenn systemeigen kompilierte, gespeicherte Verfahren verwendet werden.
- **Systemeigen kompilierte, gespeicherte Verfahren:** SQL Server kann gespeicherte Verfahren, die auf speicheroptimierte Tabellen zugreifen, systemeigen kompilieren. Die systemeigene Kompilierung ermöglicht einen schnelleren Datenzugriff und eine effizientere Ausführung der Abfrage als interpretiertes (traditionelles) Transact-SQL. Systemeigen kompilierte, gespeicherte Verfahren werden zerlegt und kompiliert, wenn sie in systemeigene DLLs (Dynamic Link Libraries) geladen werden. Darin besteht der Unterschied zu anderen gespeicherten Verfahren, die bei der ersten Ausführung kompiliert werden. Es wird ein Ausführungsplan erstellt und wiederverwendet, und für die Ausführung wird ein Interpreter verwendet.
- **Systemeigen kompilierte, skalare benutzerdefinierte Funktionen (UDFs):** Sie ersetzen traditionelle skalare UDFs ohne Datenzugriff, wodurch die UDF-Laufzeit herabgesetzt wird. Systemeigen kompilierte, skalare UDFs können nicht auf festplattenbasierte Tabellen zugreifen. Wenn ein Datenzugriff erforderlich ist, sollten Sie eine Migration der Tabelle auf speicheroptimiert in Erwägung ziehen (wenn kein Datenzugriff erfolgt, ist keine Migration erforderlich).

In-Memory-OLTP ist auf den folgenden Architekturprinzipien aufgebaut:

- **Optimierung des Hauptspeicher-Datenzugriffs** Speicheroptimierte Engines (wie die aktuelle OLTP- Engine in SQL Server) bewahren "heiße" Daten basierend auf der Zugriffshäufigkeit in einem Hauptspeicher-Pufferpool auf. Der Datenzugriff und die Modifikationsmöglichkeiten sind jedoch so aufgebaut, dass Daten zu jeder Zeit von der oder auf die Festplatte ausgelagert werden können. Mit In- Memory-OLTP platzieren Sie bei der maximalen Transaktionsverarbeitung einer Anwendung genutzte Tabellen in speicheroptimierten Hauptspeicherstrukturen. Die verbleibenden Anwendungstabellen, wie z. B. Referenz- oder historische Daten bleiben in traditionellen

speicheroptimierten Strukturen erhalten. Mit diesem Ansatz können Sie Hotspots für die Speichernutzung optimieren, ohne mehrere Daten-Engines verwalten zu müssen. Hauptspeicher-Strukturen für In-Memory OLTP machen den Mehraufwand und den Umweg über die speicheroptimierte Ansicht unnötig und bieten dennoch alle Atomaritäts-, Konsistenz-, Isolations- und Dauerhaftigkeitseigenschaften (ACID), die Sie von einem Datenbanksystem erwarten.

- **Integration von Tools für die Migration** Um entsprechende Tabellen und Speicherstrukturen für die Verwendung von In-Memory OLTP zu identifizieren, verfügt SQL Server Management Studio über Tools, die Benutzer bei der Umstellung auf In-Memory OLTP unterstützen. Dazu gehören die Analyse der Transaktionsleistung, um Objekte zu identifizieren, die von der Migration profitieren würden, Migrationsberater, die bei der Migration festplattenbasierter Tabellen zu speicheroptimierte Tabellen helfen, und die Migration traditioneller gespeicherter Verfahren und Funktionen in systemeigen kompilierte Objekte.
- **Beschleunigung der Geschäftslogikverarbeitung.** In-Memory OLTP, Abfragen und prozedurale Logik in Verfahren, die in Transact-SQL (T-SQL) gespeichert sind, werden durch aggressive Optimierungen während der Kompilierung direkt in Maschinencode kompiliert. Daher kann das gespeicherte Verfahren mit der Geschwindigkeit des systemeigenen Codes ausgeführt werden.
- **Reibungsloses Scale-Up** In-Memory OLTP implementiert einen hoch skalierbaren Parallelitäts-Steuermechanismus und verwendet eine Reihe nicht-blockierender Datenstrukturen, um traditionelle Sperren und Latches zu beseitigen, während eine korrekte transaktionale Semantik gleichzeitig Datenkonsistenz gewährleistet.
- **Integration in SQL Server** Besonders beeindruckend an In-Memory OLTP sind die Verbesserungen der Transaktionsverarbeitungsfähigkeiten ohne die Notwendigkeit eines Zusatzprodukts für die Datenverwaltung oder neuen Programmiermodells. Dies ermöglicht eine integrierte Entwickler- und Datenbankadministratorfahrung (DBA) mit den gleichen T-SQL-, Client-Stack-, Tool-, Sicherungs- und Wiederherstellungs- sowie AlwaysOn-Fähigkeiten. Da die In-Memory-Funktion in SQL Server integriert ist, sind die Gesamtbetriebskosten geringer als wenn Sie für die In-Memory-Verarbeitung ein separates System kaufen, verwalten und warten müssten.

Verbesserungen von In-Memory OLTP in SQL Server 2017

Verbesserte Leistung, Unterstützung und Skalierbarkeit

Die mit SQL Server 2017 hinzugefügten Funktionen verbessern die Leistung und Unterstützung von In-Memory OLTP-Workloads. Zudem werden viele Beschränkungen bei Tabellen und gespeicherten Verfahren aufgehoben, sodass es nun einfacher ist, Anwendungen zu migrieren und die Vorteile von In-Memory OLTP zu nutzen.

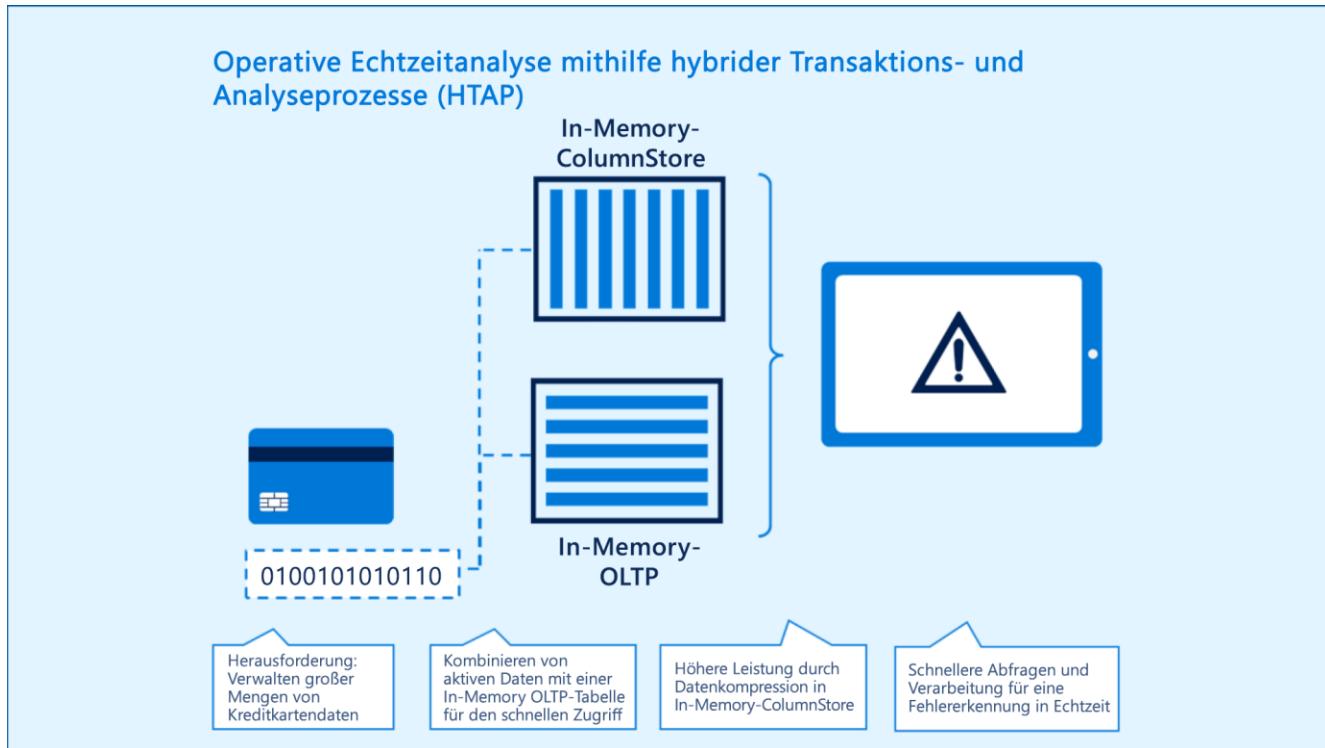
Verbesserungen der Skalierbarkeit:

- Die Beschränkung von acht Indizes für speicheroptimierte Tabellen wurde aufgehoben.
- Die Transaktionsprotokoll-Wiederholung bei speicheroptimierten Tabellen wird nun parallel durchgeführt. Dies führt zu schnelleren Wiederherstellungszeiten und erhöht die Dauertransferrate der AlwaysOn-Fähigkeitsgruppen-Konfiguration erheblich.
- Die Leistung der BTree-Indexwiederherstellung (nicht gruppiert) für MEMORY_OPTIMIZED-Tabellen während der Datenbankwiederherstellung wurde deutlich optimiert. Diese Verbesserung verringert die Datenbankwiederherstellungszeit erheblich, wenn nicht gruppierte Indizes verwendet werden.
- sp_spaceused wird jetzt für speicheroptimierte Tabellen unterstützt.
- sp_rename wird jetzt für speicheroptimierte Tabellen und systemeigenen kompilierte T-SQL-Module unterstützt.
- ALTER TABLE bei speicheroptimierten Tabellen ist jetzt in den meisten Fällen viel schneller.
- Dateien speicheroptimierter Dateigruppen können jetzt auf Azure Storage gespeichert werden. Die Sicherung/Wiederherstellung von speicheroptimierten Dateien wird auf Azure Storage unterstützt.

Verbesserungen von Transact-SQL

Die Abfragefläche in systemeigenen Modulen wurde dahingehend verbessert, dass nun vollständiger Support für JSON-Funktionen verfügbar ist. Zudem ist jetzt systemeigener Support für Abfragekonstrukte wie CROSS APPLY, CASE und TOP (N) WITH TIES verfügbar. Speicheroptimierte Tabellen unterstützen jetzt berechnete Spalten.

Operative Echtzeitanalyse mithilfe hybrider Transaktions- und Analyseprozesse



Die seit SQL Server 2016 integrierte Funktion operativer Echtzeitanalyse entfernt die Datenlatenz aus der Analyse, indem ein analytischer Workload im Columnstore-Index einer Tabelle ausgeführt wird, während die transaktionale Workload gleichzeitig in der Tabelle ausgeführt wird (auch "Rowstore" genannt). Bisher wurde ein analytischer Workload meistens in einem separaten Data Warehouse-Speicher ausgeführt und für die Analyseverarbeitung mit einem Datenwürfel verbunden. Die operative Echtzeitanalyse ist möglich, da Columnstore-Indizes Rowstore-Daten spiegeln, beinahe sofort aktualisiert werden und als separater Workload auf einem SQL Server arbeiten, sodass Echtzeitanalysen möglich sind, ohne auf langsame, teure ETL-Warehousing-Prozesse warten zu müssen. Da die indizierten Daten Rowstore-Daten spiegeln, können operative Echtzeitanalysen gemeinsam mit einem OLTP- Workload ausgeführt werden, ohne deren Leistung zu beeinträchtigen.

Echtzeitanalyse-Funktionen in Kombination mit den speicheroptimierten Tabellenfunktionen von SQL Server ermöglichen eine beispiellose Geschwindigkeit mit In-Memory OLTP, wodurch eine leistungsstarke Hybrid-Transaktions-/Analyseverarbeitungsplattform (HTAP) entsteht. Dies bedeutet, dass Kunden leistungsstarke transaktionale und analytische Workloads auf einer einzigen Plattform verarbeiten können.

Featuregruppe der adaptiven Abfrageverarbeitung

In SQL Server 2017 werden mit der adaptiven Abfrageverarbeitung neue Funktionen eingeführt, mit denen der SQL Server-Abfrageprozessor Planentscheidungen basierend auf Laufzeiteigenschaften ändern kann.

Während der Abfrageverarbeitung und -optimierung ist der Vorgang zur Einschätzung der Kardinalität (CE) verantwortlich für die Einschätzung der Anzahl von Reihen, die in jedem Schritt eines Ausführungsplans verarbeitet werden. Ungenaue Einschätzungen können in einer längeren Antwortzeit für die Anfrage, einer sehr hohen Ressourcennutzung (CPU, Speicher, E/A), einem geringeren Durchsatz und einer niedrigeren Parallelität resultieren. Zur Verbesserung der CE-Technik führt SQL Server 2017 eine neue Featuregruppe, die adaptive Abfrageverarbeitung (AQP), ein. Mit AQP können hartnäckige CE-Probleme leichter behoben werden. Funktionen der AQP-Featuregruppe:

Überlappende Ausführung: Realisiert problematische Schätzungen von Tabellenwertfunktionen mit mehreren Anweisungen (MSTVF), die an nachgeschaltete Vorgänge weitergegeben werden, korrigiert ungenaue Schätzungen und ermöglicht dem Abfrageoptimierer die Überarbeitung von Planentscheidungen anhand von exakten Schätzungen. Die erste Version der überlappenden Ausführung befasst sich mit der Einschätzung der Kardinalität für MSTVFs.

Adaptive Joins im Batchmodus: Ermöglicht die Verzögerung der Auswahl zwischen einem Hash-Join oder einem Join geschachtelter Schleifen und einer Columnstore-Tabelle, bis die erste Join-Eingabe analysiert wurde. Adaptive Join wertet die Eingabe aus und führt den effizientesten der beiden Join-Algorithmen zur Ausführungszeit aus.

Feedback für die Speicherzuweisung im Batchmodus: Überwacht den tatsächlich für eine Abfrage benötigten Speicher und ermöglicht beim nächsten Aufruf einer identischen Anwendung eine exaktere Speicherzuweisung. Auf diese Weise werden übermäßige Speicherzuweisungen vermieden, um die Parallelität zu reduzieren, sowie zu klein dimensionierte Speicherzuweisungen, die dazu führen können, dass die Festplatte als Datenüberlauf verwendet wird.

Automatische Plankorrektur

Neue Funktionen von SQL Server 2017 erkennen Regressionen bei der Planauswahl und empfehlen Maßnahmen zur Problembehebung. Diese Funktionen für die automatische Plankorrektur helfen dabei, die Leistung von Datenabfragen auch dann beizubehalten, wenn Anwendungsänderungen auftreten.

Automatische Optimierung: Diese Datenbankfunktion liefert Einblicke in potenzielle Abfrageleistungsprobleme, empfiehlt Lösungen und korrigiert identifizierte Probleme automatisch.

Erzwingen des letzten funktionierenden Plans: Die Benutzer sollten das System regelmäßig auf Abfragen mit rückläufiger Leistung überwachen, um unerwartete Leistungsprobleme zu vermeiden. Wenn ein Plan rückläufig ist, sollte ein vorheriger funktionierender Plan gesucht und anstelle des aktuellen Plans verwendet werden. Mit dieser Funktion können Sie die Leistung einer ausgeführten Abfrage mit dem erzwungenen Plan überwachen und überprüfen, ob der Plan wie erwartet funktioniert.

Automatische Regressionserkennung: Das Datenbankmodul erkennt potenzielle Regressionen bei der Planauswahl und empfiehlt Maßnahmen in der Ansicht "sys.dm_db_tuning_recommendations". Diese Ansicht zeigt Informationen über das Problem, die Bedeutung des Problems und Details, wie beispielsweise die ermittelte Abfrage, die ID des rückläufigen Plans, die ID des Plans, der als Grundlage für den Vergleich verwendet wird, und die Transact-SQL-Erklärung, die ausgeführt werden kann, um das Problem zu beheben.

Automatische Planoptimierung: Das Datenbankmodul kann automatisch zum letzten funktionierenden Plan wechseln, wenn eine Regression erkannt wird.

Neuerstellung eines fortsetzbaren Onlineindexes

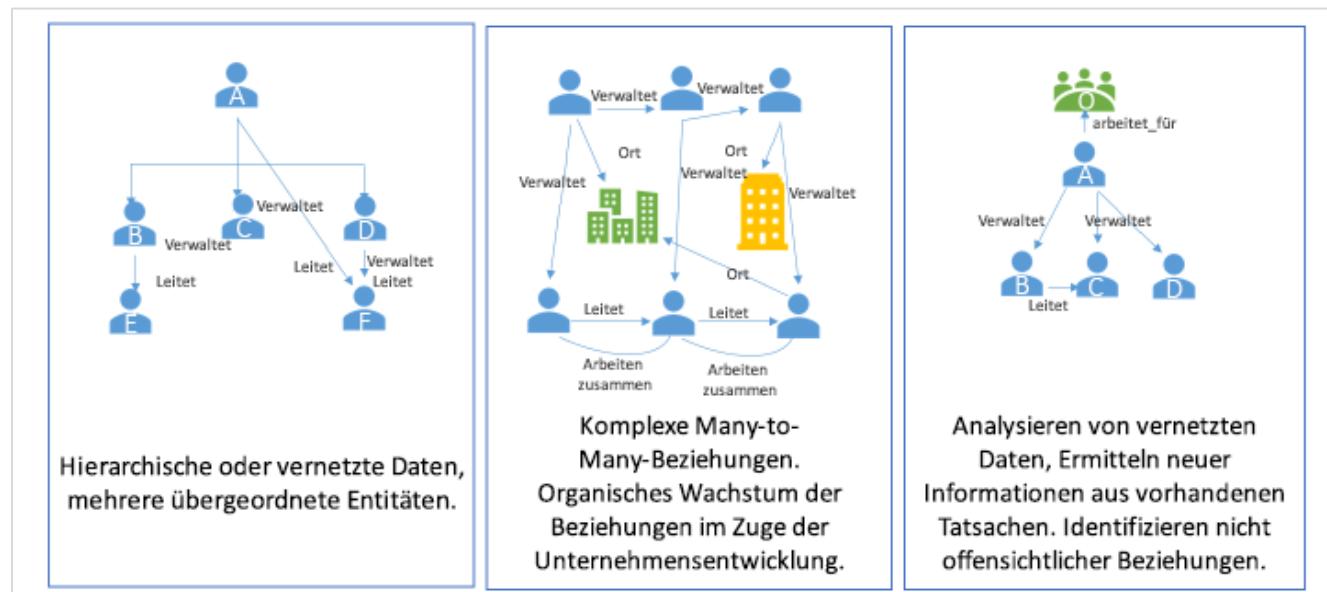
Einen umfangreichen Index online zu planen, zu warten und zu verwalten, kann eine große Herausforderung sein. Je größer der Index, desto höher ist auch der Wartungsaufwand. Die Neuorganisation und der Wiederaufbau von Indizes kann besonders umständlich sein. Die Neuerstellung eines fortsetzbaren Onlineindexes in SQL Server 2017 ermöglicht das Fortsetzen einer Indexneuerstellung nach einem Fehler (z. B. Durch einen Failover auf ein Replikat oder durch unzureichenden Festplattenplatz). Durch die Neuerstellung eines fortsetzbaren Onlineindexes kann der Vorgang der Neuerstellung eines Onlineindexes angehalten und später fortgesetzt werden.

Es ist zum Beispiel möglich, dass Sie vorübergehend Systemressourcen freimachen müssen, um eine besonders wichtige Aufgabe auszuführen, oder die Neuerstellung des Indexes zu einem Zeitpunkt fortsetzen müssen, wenn das verfügbare Wartungsfenster für eine große Tabelle zu knapp bemessen ist. Die Neuerstellung eines fortsetzbaren Onlineindexes benötigt zudem nicht besonders viel Speicherplatz, sodass Sie während des Vorgangs eine Protokollkürzung vornehmen können.

Die Neuerstellung eines nicht-fortsetzbaren Onlineindexes ist bereits seit SQL Server 2005 eine Funktion der SQL Server Enterprise Edition.

SQL Graph

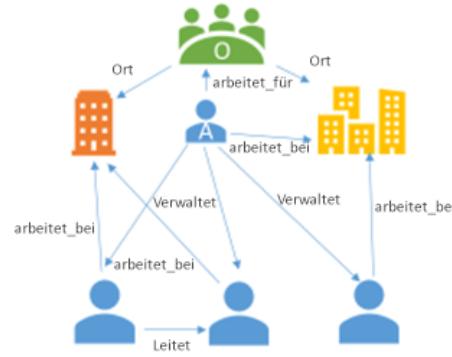
Neben der Verwaltung großer Datenmengen müssen Kunden auch andere Aufgaben bewältigen. Sie müssen ihre vorhandenen Daten effizienter analysieren, um die Beziehungen und Muster zu verstehen. Das Abfragen von Daten aus einem relationalen Schema mit traditionellen SQL-Abfragen kann eine komplexe Aufgabe sein. SQL Graph wurde zusammen mit SQL Server 2017 eingeführt, um die Modellierung und Analyse von Beziehungen zu vereinfachen, indem Benutzer die Beziehungen flexibler und agiler bearbeiten können.



Eine Graphdatenbank besteht aus einer Gruppe von Knoten (oder Scheitelpunkten) und Kanten (oder Beziehungen). Eine Graphdatenbank ist nützlich für die Repräsentation von Daten, die viele und häufig auch komplexe Beziehungen enthalten. Mit dem in SQL Server 2017 integrierten SQL Graph erhält SQL Server die Fähigkeit, Graphen zu verarbeiten, sodass Benutzer verschiedene Teile verbundener Daten zusammenführen können, um wertvolle Einblicke zu erhalten und die betriebliche Flexibilität zu verbessern. Dies ist besonders gut für Anwendungen geeignet, bei denen Beziehungen eine wichtige Rolle spielen, wie zum Beispiel Betrugsermittlung, Risikomanagement, soziale Netzwerke, Empfehlungsmodule, prädiktive Analysen und IoT Suites.

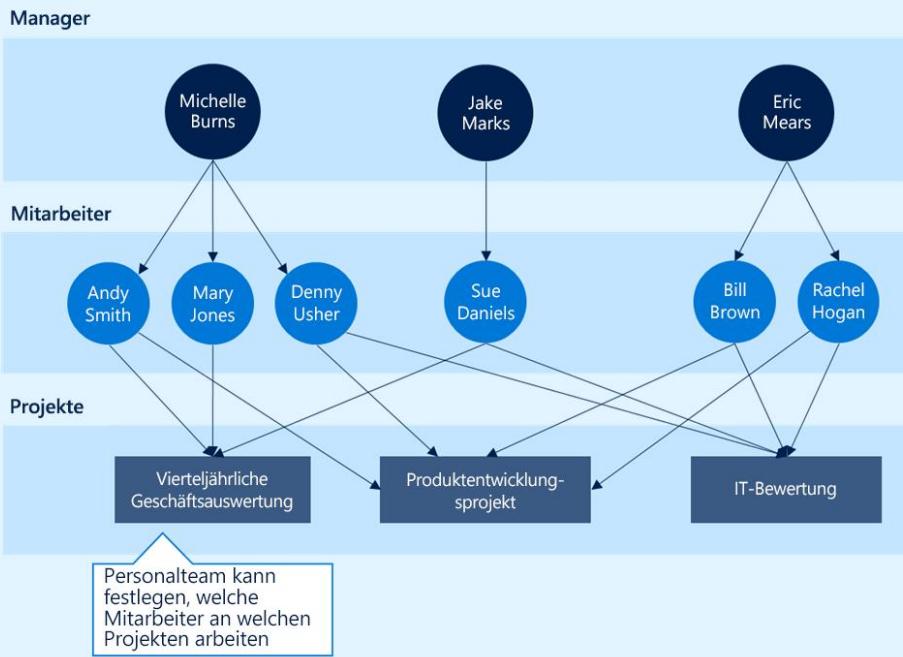
Diagrammobjekte erstellen

- Knoten und Kanten erstellen
 - Mit Knoten und Kanten verbundene Eigenschaften
- ```
CREATE TABLE Person (ID INTEGER PRIMARY KEY, name VARCHAR(100)) AS NODE;
```
- ```
CREATE TABLE Restaurant (ID INTEGER PRIMARY KEY, name VARCHAR(100)) AS NODE;
```
- ```
CREATE TABLE likes AS EDGE;
```
- ```
CREATE TABLE friends (StartDate date) AS EDGE;
```



CRUD-Vorgänge mit SQL Graph erstellen effektiv Knoten zur Repräsentation verschiedener Entitäten und Kanten zur Repräsentation von Beziehungen zwischen zwei beliebigen Knoten. Beide Knoten und Kanten können Eigenschaften zugeordnet sein. Zudem kann SQL Graph in einem Graph mithilfe eines Musterabgleichs eine Navigation über mehrere Hops durchführen (keine Joins). Die SQL-Spracherweiterungen für die Graphen unterstützen Join-freie Abfragen mit Musterabgleich für die Navigation über mehrere Hops.

Unterstützung von Diagrammdaten



Weitere Informationen zum Funktionsumfang der Graphdatenbank finden Sie unter [Graphenverarbeitung mit SQL Server 2017 und Azure SQL Database](#).

Resource Governor

Die seit SQL Server 2008 integrierte Funktion Resource Governor bietet eine leistungsstarke und flexible Steuerung zur Vorgabe und Überwachung des Verhaltens einer SQL Server-Instanz im Bezug auf die CPU, den Speicher und die Antwortzeit. Mit Resource Governor kann ein Teil der gesamten CPU-, Speicher- und E/A- Ressourcen auf einer aggregierten Ebene (Datenbankbenutzer und Gruppen) oder einer individuellen Anforderungsebene zu einem Workload zugewiesen werden.

Mit Resource Governor können nicht nur die maximale Nutzung in bestimmten Szenarien begrenzt, sondern auch Minimums gewährleistet werden, sodass Sie Ihre Workloads genau abstimmen und ausgleichen sowie den richtigen Benutzern zur richtigen Zeit die richtigen Ressourcen zuweisen können. Zudem können Sie mit Resource Governor die Ressourcennutzung überwachen und Ergebnisse protokollieren, um Ihre Einstellungen periodisch und für eine maximale Effizienz zu optimieren.

Resource Governor verfügt über drei grundlegende Komponenten: Ressourcenpools, Workloadgruppen und die Klassifikatorfunktion. Ein Ressourcenpool ist eine Teilmenge aller CPU-, Speicher- und E/A-Ressourcen, die der SQL Server-Instanz zur Verfügung steht. Eine Workloadgruppe ist ein Satz ähnlicher (von Ihnen festgelegter) Anfragen. Mit der Klassifikatorfunktion können eingehende Anfragen zu einer spezifischen Workloadgruppe (und wiederum einem einzigen Ressourcenpool) zugeordnet werden. Die Anfragen werden dann vom Resource Governor eingeschränkt (obgleich in einigen Konfigurationen Einschränkungen nur dann angewandt werden, wenn ein schwerwiegender Konflikt um Serverressourcen vorliegt).

Szenarien, in denen Resource Governor eine wichtige Rollen spielen kann:

- **Konsolidierung:** Sie können die von Resource Governor gesammelten Metriken verwenden, um den Server-Ressourcenverbrauch durch den Workload zu beurteilen, indem Sie Kandidaten für die Konsolidierung auf einer gemeinsam genutzten Hardware-Plattform ermitteln.
- **Vorhersagbare Leistung:** Sie können Resource Governor-Beschränkungen verwenden, um zu verhindern, dass eine Runaway-Abfrage (in der Regel eine Ad-hoc-Abfrage) alle Serverressourcen aufbraucht und die Leistung anderer Workloads auf dem gleichen Server herabsetzt.
- **SLAs:** Sie können die Mindestkonfiguration von Resource Governor verwenden, um zu gewährleisten, dass immer ein gewisser Prozentsatz der Serverressourcen für eine bestimmte Gruppe oder Workload verfügbar ist, und zwar unabhängig von dem Verhalten beliebiger anderer Workloads auf dem Server.
- **Rückbelastungen:** Mit Resource Governor können Sie die Ressourcennutzung vieler verschiedener Workloads, Gruppen oder Anwendungen nachvollziehen. Dies bedeutet nicht nur, dass Sie den Geschäftseinheiten den Verbrauch entsprechend berechnen können, sondern auch, dass Sie herausfinden können, welche der Gruppen am meisten Ressourcen verbrauchen.

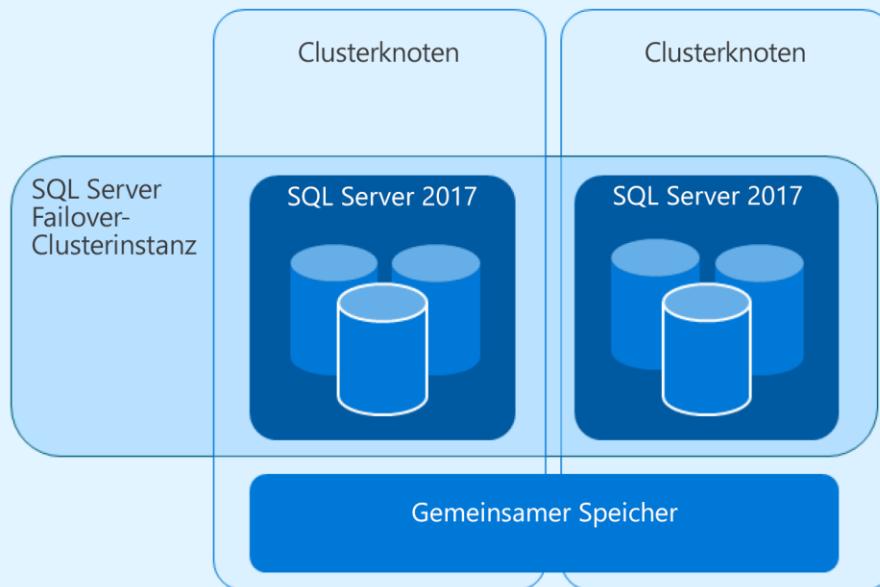
Unternehmenskritische Hochverfügbarkeit auf jeder Plattform

Die Hochverfügbarkeitslösungen stellen unternehmenskritische Betriebszeiten, schnelle Failover, verbesserte Verwaltungsfähigkeit und eine bessere Nutzung der Hardwareressourcen bereit.

Hohe Verfügbarkeit auf Instanzebene mit AlwaysOn-Failoverclusterinstanzen

Eine AlwaysOn-Failoverclusterinstanz (FCI) bietet Redundanz auf Instanzebene, sodass eine SQL Server-Instanz während geplanter und ungeplanter Betriebssystemausfälle durch Hardware- und Softwarefehler oder Systemwartung weiterhin verfügbar bleibt. FCIs werden unter Windows und Linux unterstützt.

Failover-Clusterinstanz



Eine FCI umfasst zwei oder mehr Clusterknoten mit Zugriff auf gemeinsam genutzten Clusterspeicher (entweder SAN oder Direct Attached Storage). Es ist immer nur ein Knoten aktiv. Sekundäre Knoten sind verfügbar, aber passiv und können während eines Ausfalls die Rolle des aktiven Knotens übernehmen. Eine FCI benötigt einen Clustermanager für die Mobilisierung der Clusterressourcen. Unter Windows verwenden FCIs Windows Server Failover Clustering (WSFC) als Clustermanager; unter Linux wird Pacemaker als Clustermanager unterstützt. Weitere Informationen zum Leistungsumfang dieser Funktion finden Sie unter [AlwaysOn-Failoverclusterinstanzen \(SQL Server\)](#).

Hochverfügbarkeit auf Datenbankebene mit AlwaysOn-Verfügbarkeitsgruppen

Eine Verfügbarkeitsgruppe unterstützt eine replizierte Umgebung für einen diskreten Benutzerdatenbanksatz, die als Verfügbarkeitsdatenbanken bezeichnet werden. Sie können eine Verfügbarkeitsgruppe für Hochverfügbarkeit (HA) oder Leseskalierung erstellen. Eine HA-Verfügbarkeitsgruppe ist eine Gruppe von Datenbanken, bei denen ein Failover gemeinsam erfolgt. Eine Leseskalierungsverfügbarkeitsgruppe ist eine Gruppe von Datenbanken, die in andere Instanzen von SQL Server für einen geschützten Workload kopiert werden. Eine Verfügbarkeitsgruppe unterstützt einen Satz primärer Datenbanken und einen bis acht Sätze entsprechender sekundärer Datenbanken. AlwaysOn-Verfügbarkeitsgruppen bieten dieselbe Hochverfügbarkeit und Notfallwiederherstellung wie Oracle Real Application Clusters, jedoch mit weniger Servern, und sind außerdem im Core-Lizenzpreis für SQL Server enthalten.

SQL Server 2017 führt die folgenden verbesserten Funktionen zur Gewährleistung einer hohen Verfügbarkeit bei der Ausführung unternehmenskritischer Workloads ein.

Flexibilität für HA-Architekturen

SQL Server 2017 unterstützt zwei verschiedene Architekturen für Verfügbarkeitsgruppen: AlwaysOn und Leseskalierung.

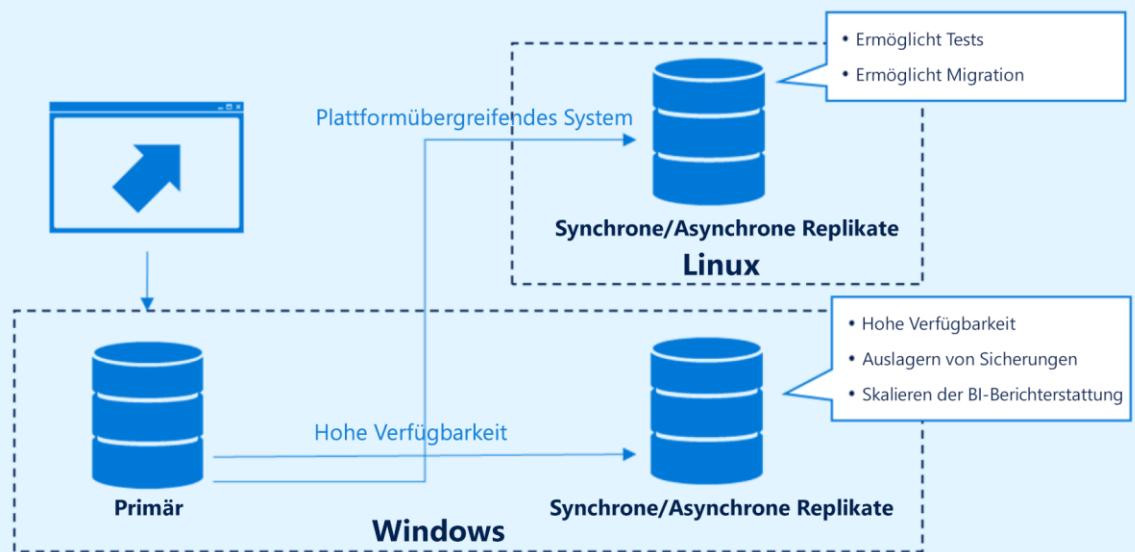
AlwaysOn-Verfügbarkeitsgruppen: Diese Gruppen bieten Hochverfügbarkeit, Notfallwiederherstellung und Leseskalierungsausgleich. Diese Verfügbarkeitsgruppen benötigen einen Clustermanager: WSFC für Windows- und Pacemaker für Linux-Cluster.

Leseskalierungsverfügbarkeitsgruppen: Diese Gruppen bieten schreibgeschützte Replikate von Arbeitslasten, jedoch keine Hochverfügbarkeit. Bei dieser Architektur wird kein Clustermanager benötigt. Der Vorteil hierbei sind die sekundären Repliken in gemischten Betriebssystemumgebungen. Leseskalierungsverfügbarkeitsgruppen wurden mit SQL Server 2017 neu eingeführt.

AlwaysOn-Verfügbarkeitsgruppen für Linux

AlwaysOn-Verfügbarkeitsgruppen wurden zur Linux-Edition hinzugefügt, sodass Kunden bei der Ausführung kritischer Workloads die Widerstandsfähigkeit der Datenbanksoftware testen können. Diese Funktion ist jetzt in allen von SQL Server 2017 unterstützten Linux-Distributionen verfügbar, d. h. Red Hat Enterprise Linux, Ubuntu und SUSE Linux Enterprise Server. Alle Funktionen, die Verfügbarkeitsgruppen zu einer flexiblen, integrierten und effizienten HADR-Lösung machen, sind unter Linux verfügbar. Dazu zählen auch Failover auf mehreren Datenbanken, mehrfach synchrone und asynchrone Sekundärspeicher, manueller oder automatischer Failover, aktive Sekundärspeicher für Lese- und Backup-Workloads usw. Weitere Informationen zum Leistungsumfang dieser Funktion finden Sie unter [AlwaysOn-Verfügbarkeitsgruppen für SQL Server unter Linux](#).

AlwaysOn: Neues hybrides HA-Szenario



Mitgliedsinstanzen einer einzigen AlwaysOn-Verfügbarkeitsgruppe können unter Windows, Linux oder einer Mischung der beiden Betriebssysteme ausgeführt werden. Auf diese Weise können Unternehmen, die ihre SQL Server nach Linux migrieren möchten, ihre Arbeitslasten und Anwendungen vor der Umstellung mühelos testen.

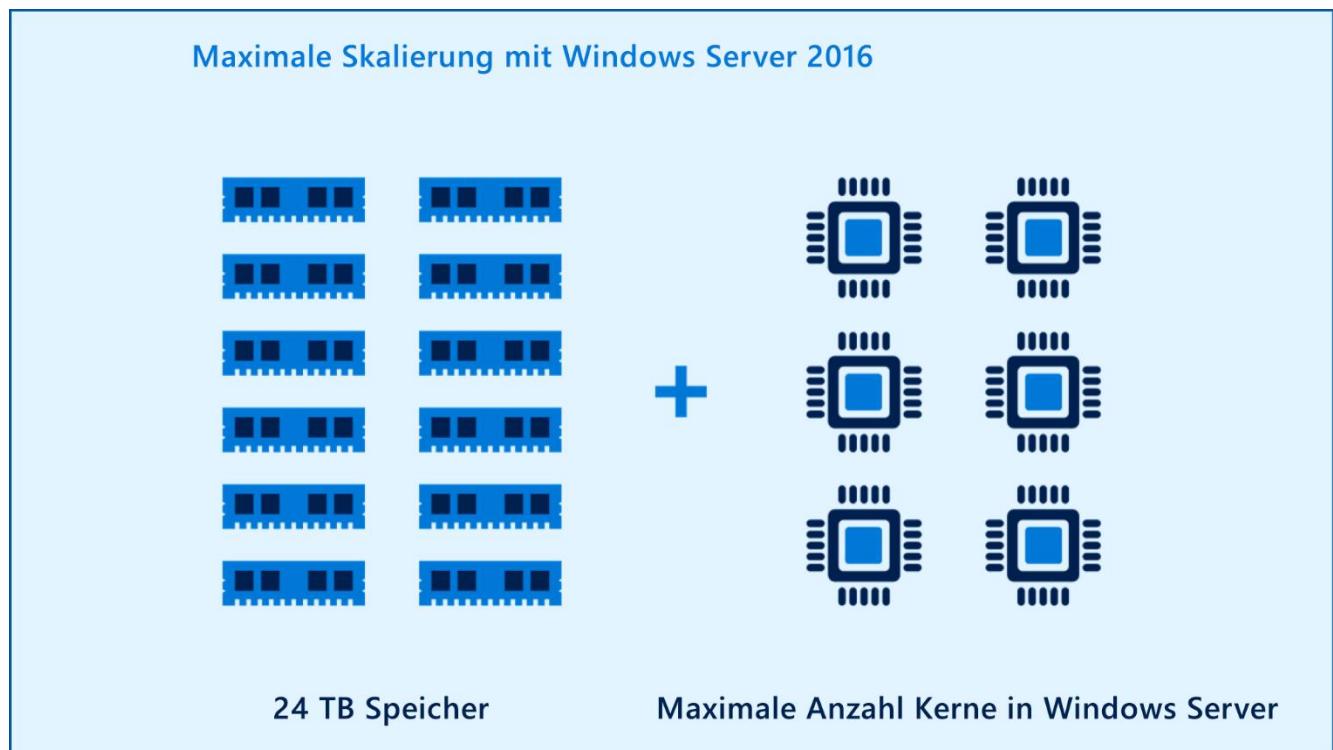
Lastenausgleich von lesbaren sekundären Replikaten

Sekundäre Replikate unterstützen den schreibgeschützten Zugriff auf alle sekundären Datenbanken. In der Regel sind diese Replikate synchron mit dem primären Replikat, einschließlich Volltextindizes und dauerhaften speicheroptimierten Tabellen. Dies bedeutet, dass sekundäre Replikate ähnliche Services wie Data Mart bieten, indem sie mit einer geringen Latenzzeit schreibgeschützten Zugriff auf Produktionsdaten bieten. Der Lastenausgleich für das Routing schreibgeschützter Abfragen kann ebenfalls auf dem Verfügbarkeitsgruppen-Listener durchgeführt werden, sodass Unternehmen bestimmen können, wie schreibgeschützte Workloads zu den sekundären Repliken geroutet werden. Weitere Informationen finden Sie unter [Konfigurieren des schreibgeschützten Routing für eine Verfügbarkeitsgruppe](#).

SQL Server 2017 in Data Warehousing und Big Data

Data Warehousing im Petabytebereich

Mit der Weiterentwicklung von SQL Server hat Microsoft einen Fokus auf Data Warehousing im Petabytebereich gelegt. Mit SQL Server 2017 ist diese Skalierung jetzt auch unter Linux verfügbar. SQL Server 2017 unter Red Hat Enterprise Linux und HPE ProLiant-Hardware hat kürzlich den Weltrekord für den 1 TB TPC-H-Benchmark Data-Warehouse-Leistung ohne Clustering aufgestellt. Dies zeigt, dass SQL Server sowohl unter Windows- als auch Linux-Betriebssystemen eine hervorragende Leistung erzielt.⁵ ⁶

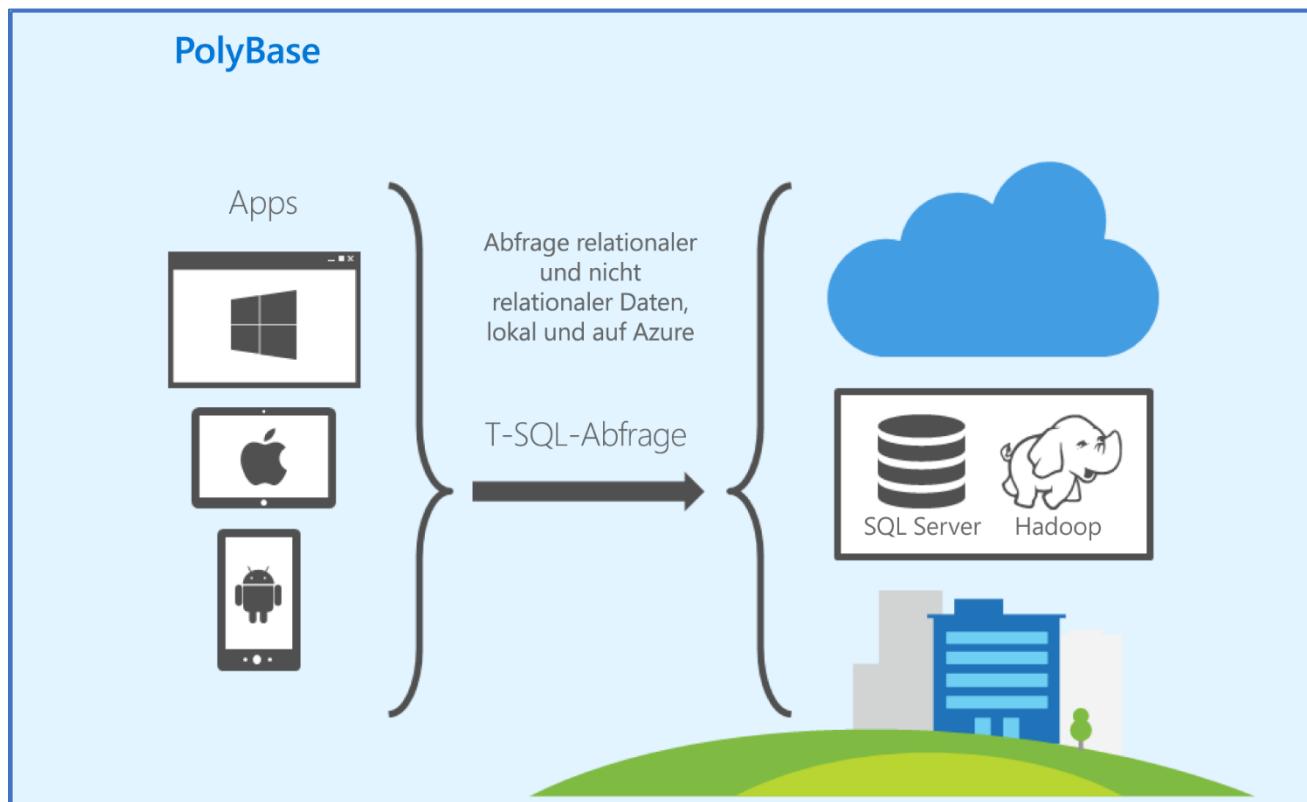


⁵ Delivering AI with data: the next generation of the Microsoft data platform ([Link](#))

⁶ Microsoft SQL Server, Linux and HPE Performance Benchmark Love Story ([Link](#))

Abfrage aller Datentypen

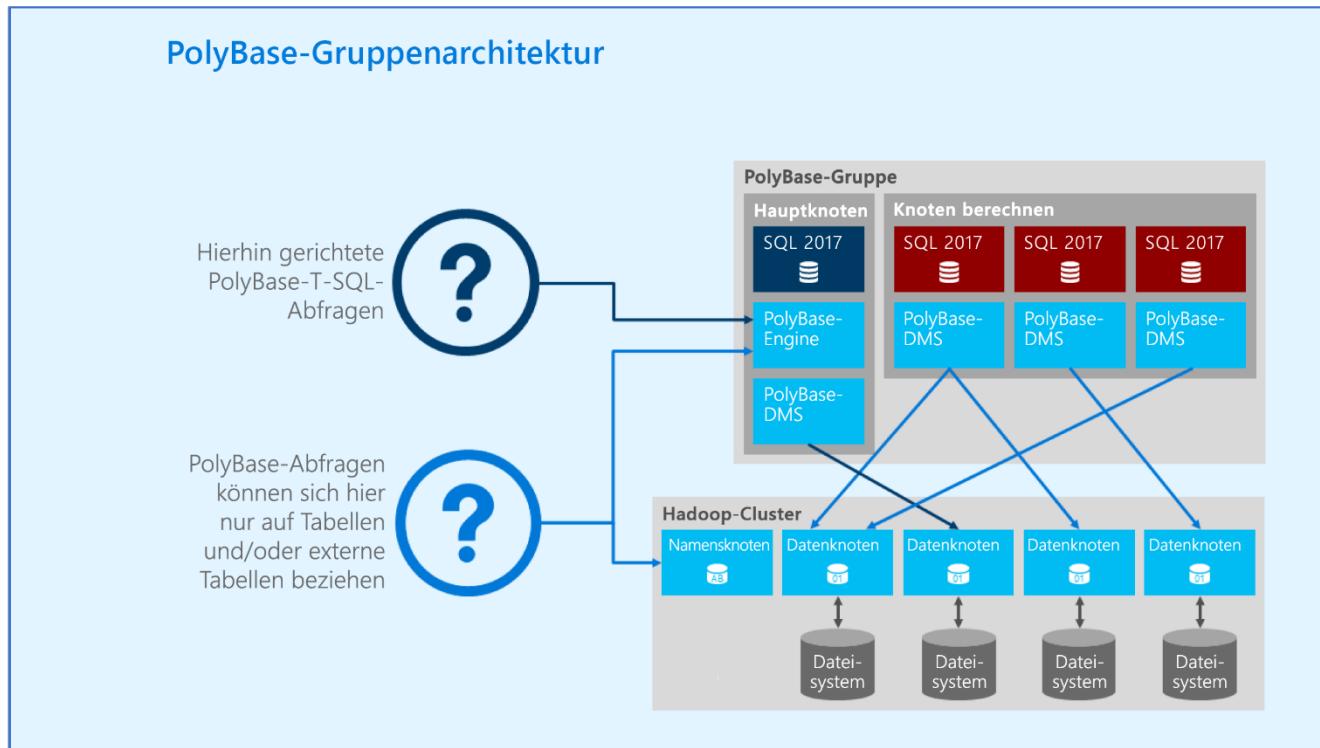
Mit SQL Server PolyBase können Unternehmen strukturierte Daten mit semi-strukturierten und unstrukturierten Daten auf Plattformen wie Azure Blob Storage oder Hadoop vernetzen. Die Lösung unterstützt die Abfrage von in beiden Speichern gespeicherten Daten mit T-SQL, sodass keine zusätzlichen Abfragesprachen mehr eingefügt werden müssen. PolyBase kann zudem Daten aus bzw. zu Hadoop, Azure Blob Storage oder Azure Data Lake Store ohne separates ETL oder Importvorgänge importieren oder exportieren. Außerdem kann die Abfrageoptimierung von PolyBase die Berechnung auf einen Hadoop-Cluster verschieben, um MapReduce-Jobs für eine effizientere verteilte Abfrageleistung zu erstellen.



Obwohl PolyBase es Ihnen erlaubt, Daten in einem Hybridszenario zu verschieben, ist es durchaus auch üblich, Daten dort zu lassen, wo sie sich befinden, und von der Quelle abzufragen. Dies knüpft an das Konzept eines Data Lakes an. Ein Data Lake bietet, einfach ausgedrückt, vollständigen Zugriff auf unstrukturierte Big Data, ohne sie zu verschieben. Er ist im Grunde eine alternative Methode zur einfacheren Analyse von Big Data, bei der Big Data verarbeitet und anschließend in ein Data Warehouse verschoben und dort synchronisiert werden. Daten nicht zu verschieben, bietet mehrere Vorteile. In der Regel bedeutet es, dass neben der Einrichtung der Konnektivität im Data Lake keine weiteren Entwicklungsarbeiten erforderlich sind. Zudem entfallen meist die organisatorischen Grenzen, die beim Verschieben oder Ändern der Daten gelten. Letztendlich können die Datenverarbeitung und -synchronisierung komplexe Vorgänge sein, und oft wissen Sie nicht im Voraus, wie die Daten verarbeitet werden müssen, um die besten Insights zu gewinnen. SQL Server 2017 und PolyBase können bei der Einrichtung eines Data Lakes, seiner Kombination mit Ihren relationalen Daten sowie der Durchführung entsprechender Analysen und BI-Funktionen eine wichtige Komponente sein.

Um eine hohe Leistung zu gewährleisten, unterstützt die PolyBase-Architektur die horizontale Skalierung von SQL Server-Knoten. Mehrere SQL Server-Instanzen können zu einer PolyBase-Gruppe hinzugefügt werden,

die der Kontrolle eines Gruppenhauptknotens unterliegt. Sie teilen die PolyBase-Abfragen dem Hauptknoten zu, der den Workload auf die Serverknoten der PolyBase-Gruppe verteilt.



Bitte beachten Sie, dass PolyBase momentan nur für Windows erhältlich ist.

Gruppierte Columnstore-Indizes für Data Warehousing

Seit SQL Server 2014 ermöglicht SQL Server-Benutzern das Erstellen aktualisierbarer, gruppierten Columnstore-Indizes, welche die traditionellen Rowstore-Tabellen ersetzen. Gruppierte Columnstore-Indizes erlauben es Benutzern, Daten für Data Warehouse- und Decision Support System-Workloads (DSS) gleichzeitig zu ändern und laden. Durch eine optimierte E/A-Leistung und Abfrageausführung mit Techniken, wie zum Beispiel die Anwendung von Prädikaten in komprimierten Format, Verschiebung von Prädikaten auf die Specherebene (falls möglich), Verwendung neuer Prozessorarchitekturen und der neue BATCH-Ausführungsmodus, konnte die Abfrageleistung um das 100-fache beschleunigt werden.

Ein typisches Szenario wäre die Konvertierung einer Faktentabelle aus einem Rowstore-Heap oder einem gruppierten Index in einen gruppierten Columnstore-Index. Ein gruppieter Columnstore-Index ist schnell, aktualisierbar und ermöglicht schnelle Ad-Hoc-Abfragen ohne die Notwendigkeit eines zusätzlichen Indexes.

Tabellen-Partitioning

Seit SQL Server 2005 unterstützt SQL Server Tabellen- und Index-Partitioning. Die Daten partitionierter Tabellen und Indizes werden in Einheiten aufgeteilt, die auf mehr als eine Dateigruppe in einer Datenbank verteilt werden können. Die Daten werden horizontal partitioniert, sodass Gruppen von Reihen einzelnen Partitionen zugeordnet werden. Alle Partitionen eines einzelnen Index oder einer einzelnen Tabelle müssen sich in der gleichen Datenbank

befinden. Die Tabelle oder der Index wird als einzelne logische Entität behandelt, wenn Abfragen oder Updates auf die Daten angewandt werden.

Das Partitioning großer Tabellen oder Indizes kann die folgenden Verwaltungs- und Leistungsvorteile mit sich bringen:

- Sie können Teilmengen von Daten schneller und effizienter übertragen und auf diese zugreifen, während die Integrität einer Datensammlung erhalten bleibt. Ein Vorgang wie das Laden von Daten von einem OLTP- oder OLAP-System dauert beispielsweise nur ein paar Sekunden, während dieser Prozess mehrere Minuten oder gar Stunden dauern würde, wenn die Daten nicht partitioniert wären.
- Sie können Wartungsvorgänge für eine oder mehrere Partitionen schneller ausführen. Die Vorgänge sind effizienter, da sie nur auf diese Datenteilmengen und nicht auf die gesamte Tabelle ausgerichtet sind. Sie können zum Beispiel wählen, Daten in einer oder mehreren Partitionen zu komprimieren oder eine oder mehrere Partitionen eines Indexes neu zu erstellen.
- Sie können die Abfrageleistung basierend auf den Arten der Abfragen, die Sie regelmäßig ausführen, und Ihrer Hardwarekonfiguration verbessern. Der Abfrageoptimierer kann zum Beispiel schneller eine Gleichheitsverknüpfung zwischen zwei oder mehreren partitionierten Tabellen herstellen, wenn die Partitionierungsspalten der Tabellen gleich sind, da die Partitionierungen selbst verknüpft werden können.
- Wenn SQL Server Daten für E/A-Vorgänge sortiert, werden die Daten zunächst nach ihrer Partition sortiert. SQL Server greift einzeln auf die Laufwerke zu. Dies kann die Leistung beeinträchtigen. Richten Sie eine RAID-Umgebung ein und verteilen Sie die Daten Ihrer Partitionen auf mehrere Laufwerke, um die Datensortierleistung zu verbessern. Auf diese Weise sortiert SQL Server die Daten weiterhin nach ihrer Partition, greift jedoch auf alle Laufwerke einer Partition gleichzeitig zu. Sie können die Leistung weiter verbessern, indem Sie die Sperrenausweitung auf der Partitionsebene aktivieren, anstatt für eine gesamte Tabelle. Auf diese Weise können Sie Sperrungskonflikte in der Tabelle reduzieren.

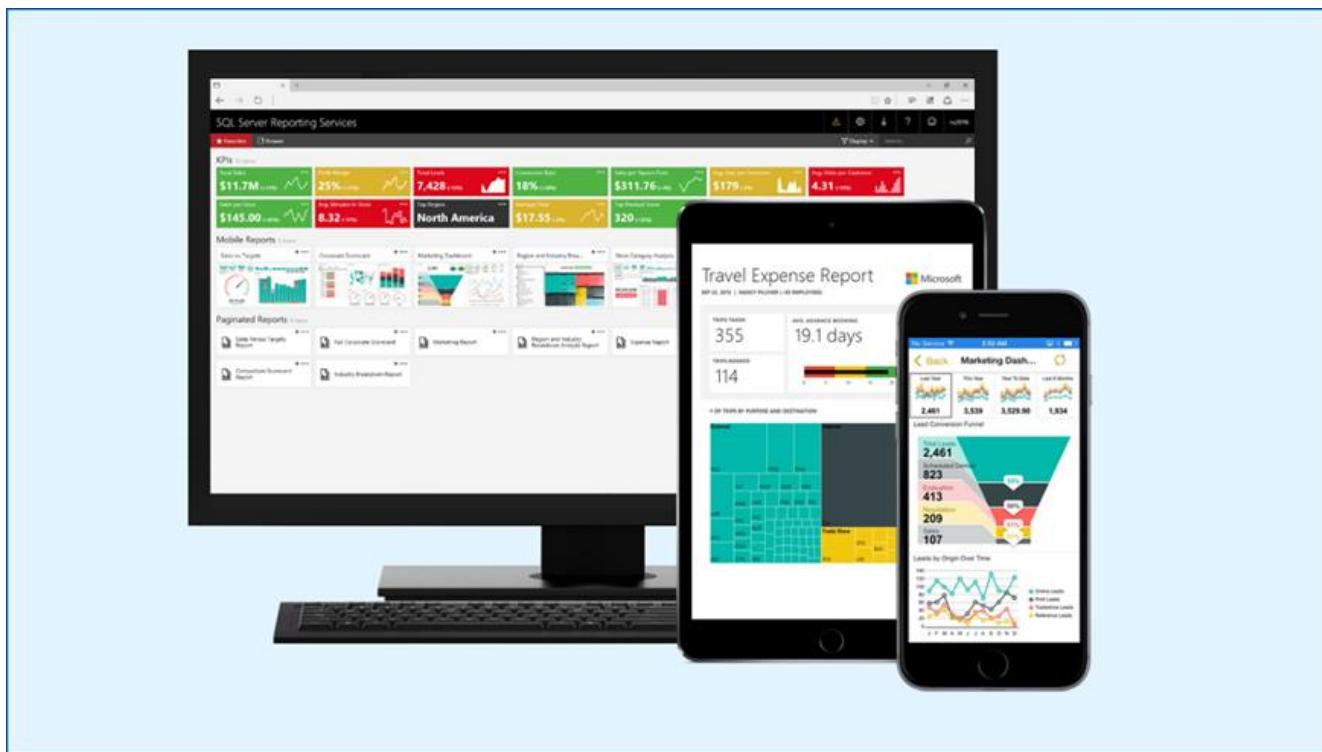
SQL Server 2017 in Business Intelligence

Reporting Services

SQL Server Reporting Services (SSRS) ist eine moderne, lokale Lösung für das Erstellen, Bereitstellen und Verwalten von Berichten innerhalb Ihres Unternehmens. Seit SQL Server 2016 bietet Reporting Services ein modernes Design für das Enterprise Reporting. Erstellen Sie für Smartphones und Tablets optimierte mobile Berichte, um Daten für mehr Benutzer im Unternehmen zugänglich zu machen, zusätzlich zu modernen paginierten Berichten.

Die serverbasierte Reportingplattform enthält zahlreiche Tools zum Erstellen, Verwalten und Übermitteln von Berichten sowie APIs, mit denen Entwickler die Daten- und Berichtsverarbeitung in benutzerdefinierte Anwendungen integrieren oder erweitern können. Die Tools können in der Microsoft Visual Studio-Umgebung verwendet werden und sind vollständig in SQL Server-Tools und -Komponenten integriert. Mit dem Berichts-Generator können Berichtersteller paginierte Berichte entwerfen und diese auf einem Berichtsserver veröffentlichen. Mit dem Publisher für mobile Berichte können Berichtersteller mobile Berichte entwerfen und diese auf einem Berichtsserver veröffentlichen. SQL Server Data Tools (SSDT) ist in Visual Studio integriert, ermöglicht Entwicklern das Entwerfen von paginierten Berichten in der integrierten Visual Studio-Entwicklungsumgebung und bietet verschiedene Funktionen für Projekte, Quellcodeverwaltung, Erstellung und Bereitstellung.

SSRS enthält ein benutzerfreundliches, HTML5-basiertes Webportal, das zentralen Zugriff auf alle Berichte bietet. Benutzer können mit einem modernen Browser nach paginierten und mobilen Berichten suchen, diese anzeigen und verwalten. Ein Planungs- und Übermittlungs-Agent aktualisiert Datensätze, führt Berichte nach einem Zeitplan aus und stellt Benutzern paginierte Berichte per E-Mail oder auf andere Weise zu. Die auf dem SQL Server-Datenbankmodul beruhende Berichtsserver-Datenbank speichert und verwaltet den Katalog von Inhalten, einschließlich der Datenquellen, Datensätze, paginierten Berichten, mobilen Berichten und KPIs. Die Datenbank kann sich auf dem Berichtsserver oder auf einem anderen Server mit SQL Server befinden.



Reporting Services unterstützen neben herkömmlichen Berichten in Tabellenform auch mobile Berichte und Dashboards.

SQL Server 2017 ergänzt Reporting Services um verschiedene neue Funktionen, darunter:

- **Kommentare:** Sie können jetzt Kommentare zu Berichten hinzufügen, um mit Kollegen zu kommunizieren und zusammenzuarbeiten. Ihre Kommentare können auch Anhänge enthalten.
- **Erweiterte DAX-Unterstützung:** Sie können jetzt den Berichts-Generator und die SQL Server Data Tools verwenden, um systemeigene DAX-Abfragen für unterstützte SQL Server Analysis Services-Tabellendatenmodelle erstellen, indem Sie die gewünschten Felder in die Abfrage-Designer ziehen.

Weitere Informationen zum Funktionsumfang von Reporting Services finden Sie unter [Reporting Services](#). Reporting Services ist momentan nur für Windows erhältlich.

Power BI-Berichtsserver

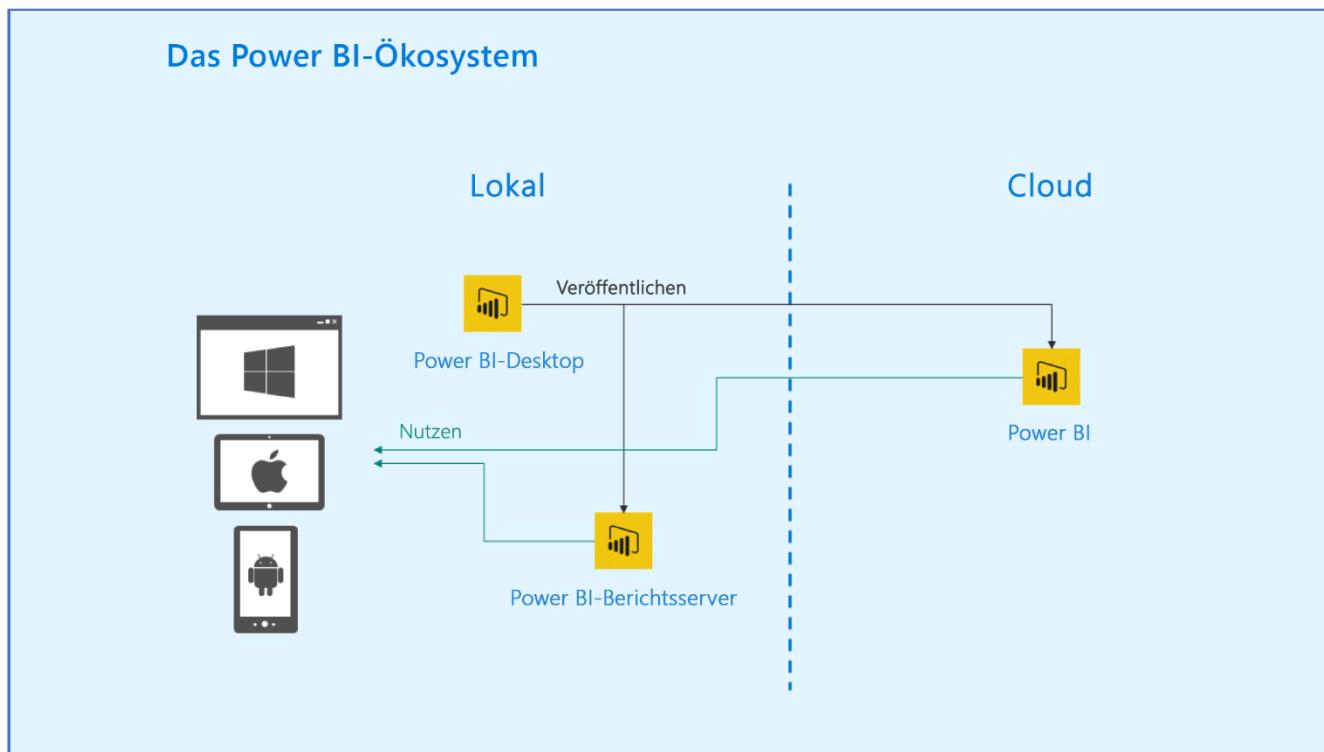
Power BI ist eine Sammlung von Diensten und Funktionen, mit denen Ihre Organisation Daten gemeinsam und mit einem Self-Service-Modell teilen, grafisch aufbereiten und analysieren kann. Power BI verbindet sich mit einer Mischung von lokalen und Onlinedatenquellen, die automatisch nach einem vorgegebenen Zeitplan aktualisiert werden können. Sie können Power BI auch verwenden, um Ihre lokalen Berichte und Datenmodelle vorzustellen.

Mit Power BI Desktop können die Benutzer selbständig Berichte, Dashboards und Datenmodelle entwerfen, die sich mit einer Vielzahl von Datenquellen verbinden. Weitere Informationen zum Funktionsumfang von Power BI Desktop finden Sie im [Power BI Desktop Hub](#).

Mit dem Power BI-Dienst können die Benutzer Power BI-Berichte aus der Microsoft Public Cloud in einem Browser oder auf Mobilgeräten speichern und abrufen. Mit dem Power BI Premium-Dienst können Benutzer Power BI-Berichte teilen und gemeinsam bearbeiten. Weitere Informationen zum Funktionsumfang von Power BI finden Sie im [Power BI Hub](#).

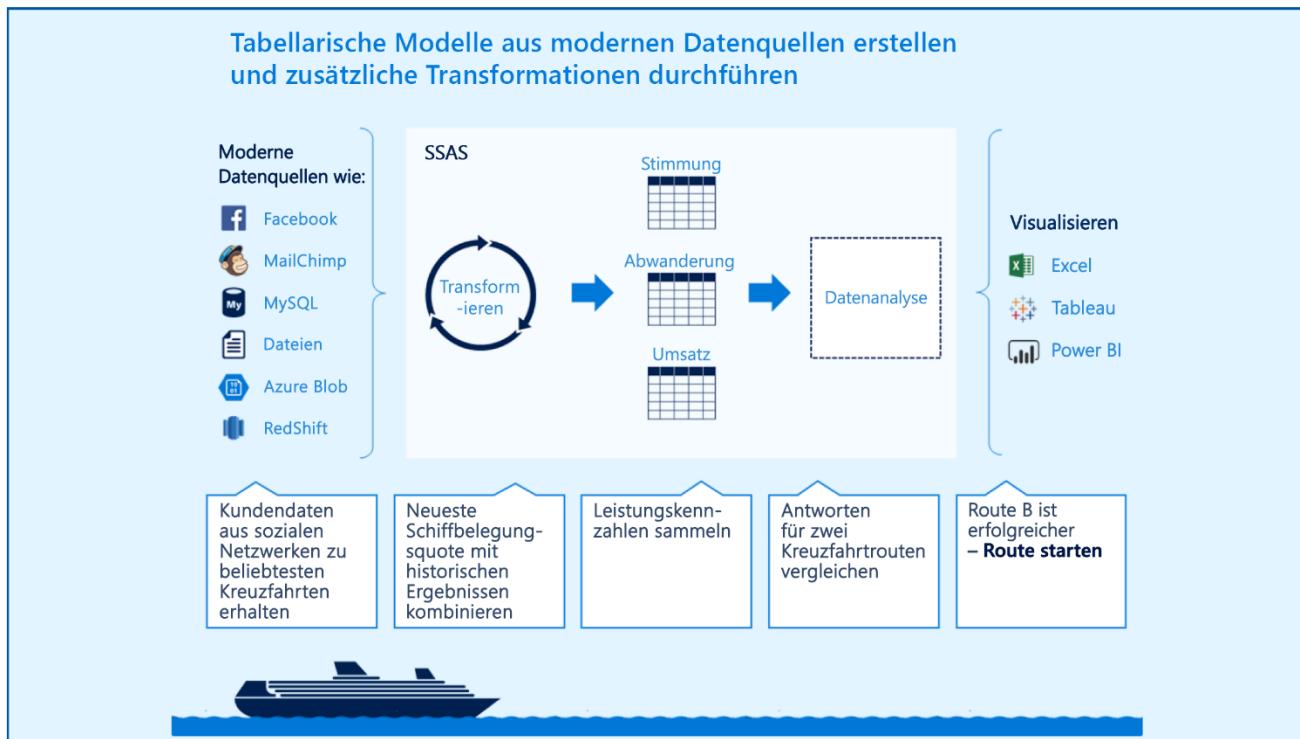
Der Power BI-Berichtsserver basiert auf den SQL Server 2017 Reporting Services, um die in Power BI Desktop erstellten Berichte auf einem lokalen Server bereitzustellen zu können, anstatt über den Power BI-Clouddienst. Mit dem Power BI-Berichtsserver können Unternehmen auch dann die Vorteile von Power BI-Berichten nutzen, wenn ihre Datenschutzrichtlinien die Nutzung des öffentlichen Power BI-Clouddiensts ansonsten verbieten würden. Mit dem Power BI-Berichtsserver können Unternehmen auch dann die Vorteile von Power BI-Berichten nutzen, wenn ihre Datenschutzrichtlinien die Nutzung des öffentlichen Power BI-Clouddiensts ansonsten verbieten würden.

Weitere Informationen zum Funktionsumfang des Power BI-Berichtsservers finden Sie im [Power BI-Berichtsserver Hub](#). Der Power BI-Berichtsserver ist momentan nur für Windows erhältlich.



Analysis Services

SQL Server 2017 Analysis Services (SSAS) bietet moderne Datenverbindungs- und Transformationsfunktionen und unterstützen Power BI-Datenquellen. SSAS unterstützt außerdem erweiterte BI-Modellierungsfunktionen wie Transformationen für Datenmashups, Drillthroughs und ungleichmäßige Hierarchien. SSAS unterstützt speicherinterne Tabellenmodelle oder herkömmliche mehrdimensionale OLAP-Cubes.



SQL Server Analysis Services bietet verschiedene Ansätze für die Erstellung von semantischen Business Intelligence-Modellen: tabellenbasiert, mehrdimensional (OLAP-Cubes) und Power Pivot für SharePoint.

Die verschiedenen Ansätze ermöglichen ein maßgeschneidertes Modellierungserlebnis für unterschiedliche Geschäfts- und Benutzeranforderungen. Der mehrdimensionale Ansatz ist eine erprobte und auf offenen Standards basierende Technologie und wird von verschiedenen Anbietern von BI-Software verwendet, ist jedoch schwer zu meistern. Tabellenbasierte Berichte ermöglichen einen relationalen Modellierungsansatz, der für viele Entwickler intuitiver nutzbar ist. Power Pivot ist noch einfacher und ermöglicht die grafische Datenmodellierung in Excel mit Serverunterstützung von SharePoint. Alle Modelle werden als Datenbanken in einer Analysis Services-Instanz bereitgestellt. Die Clienttools greifen über einen einzigen Satz von Datenanbietern auf diese Datenbanken zu und erstellen interaktive und statische Reports in Excel, Reporting Services, Power BI und BI-Tools von anderen Anbietern.

Tabellenbasierte und mehrdimensionale Lösungen werden mit den SQL Server Data Tools (SSDT) für BI-Unternehmensprojekte erstellt, die sich in einer eigenständigen lokalen Analysis Services-Instanz oder für tabellenbasierte Modelle auf einem Azure Analysis Services-Server in der Cloud befinden. Beide Lösungen liefern leistungsstarke Analyse-Datenbanken, die mühelos mit BI-Clients integriert werden können.

Tabellenbasierte und mehrdimensionale Modelle verwenden importierte Daten aus externen Quellen. Menge und Art der zu importierenden Daten sind ein wichtiger Gesichtspunkt bei der Auswahl des optimalen Modells für Ihre Daten. Tabellenbasierte und mehrdimensionale Modelle verwenden Datenkompression, um die Größe der Analysis Services-Datenbank gegenüber dem Data Warehouse zu reduzieren, aus dem Sie die Daten importieren. Die tatsächliche Kompression hängt von den Eigenschaften der zugrunde liegenden Daten ab. Daher lässt sich nicht genau voraussehen, wie viel Festplatten- und Arbeitsspeicher eine Lösung benötigt, nachdem die Daten verarbeitet und in Abfragen verwendet wurden.

Tabellenbasierte Datenbanken können entweder speicherintern oder im DirectQuery-Modus ausgeführt werden, der die Ausführung an eine externe Datenbank auslagert. Für tabellenbasierte speicherinterne Analysen wird die gesamte Datenbank im Arbeitsspeicher abgelegt. Daher benötigen Sie genügend Arbeitsspeicher, um nicht nur die gesamten Daten zu laden, sondern auch zusätzliche Datenstrukturen für Ihre Abfragen zu erstellen. DirectQuery wurde in SQL Server 2016 überarbeitet und unterliegt jetzt weniger Einschränkungen als bisher und bietet mehr Leistung. Dank der Vorteile der relationalen Backenddatenbank für Speicher und Abfrageausführung lassen sich große tabellenbasierte Modelle jetzt einfacher als bisher erstellen. Für die Auslagerung in mehrdimensionalen Modellen stehen Datenspeicher und Abfrageausführung per ROLAP zur Verfügung. Auf einem Abfrageserver können Rowsets zwischengespeichert und veraltete Rowsets ausgelagert werden.

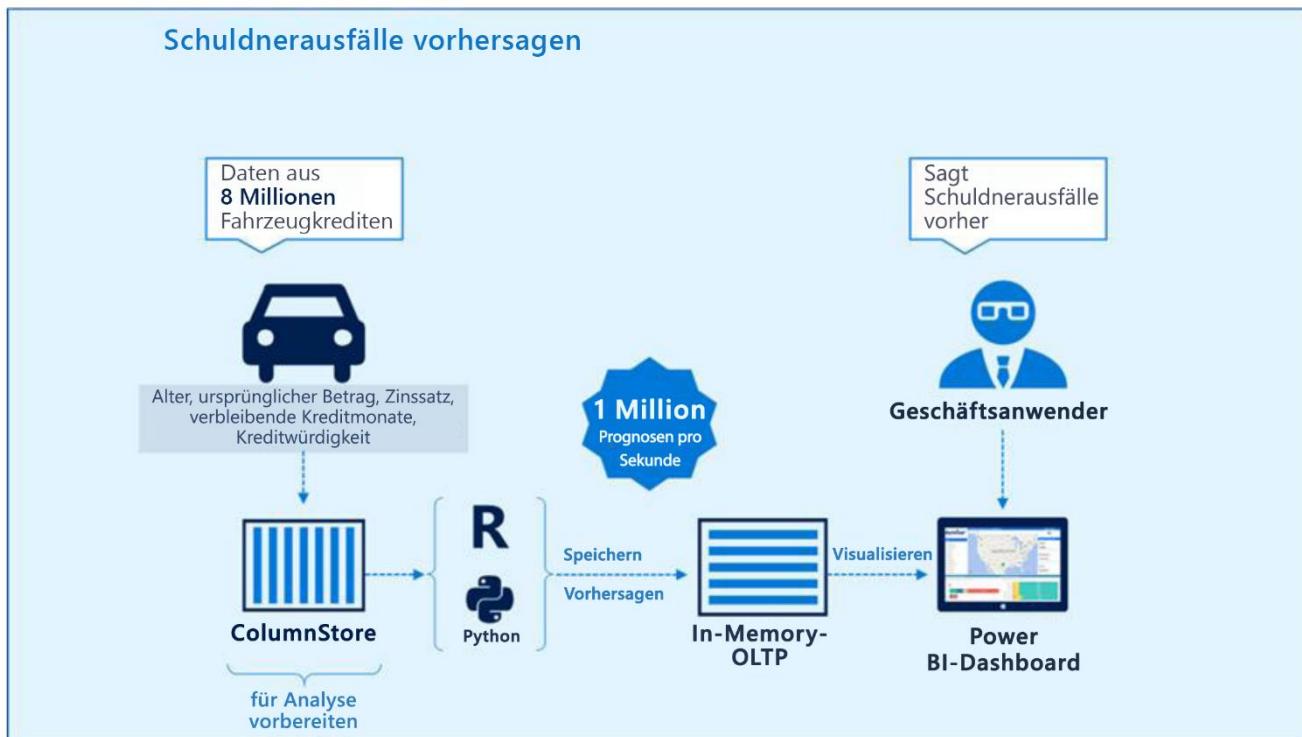
SQL Server 2017 ergänzt Analysis Services um verschiedene neue Funktionen, darunter:

- **Sicherheit auf Objektebene für tabellenbasierte Modelle**
- **Erweiterungen für den Umgang mit Daten:** Neue Datenquellen, modernes Benutzererlebnis für tabellenbasierte Modelle.
- **Erweiterte Unterstützung für ungleichmäßige Hierarchien:** Mit der neuen Funktion **Mitglieder ausblenden** können leere Mitglieder in ungleichmäßigen Hierarchien ausgeblendet werden.

Weitere Informationen zum Funktionsumfang von Analysis Services finden Sie unter [Analysis Services](#). Analysis Services ist momentan nur für Windows erhältlich.

SQL Server 2017 in Advanced Analytics

Mit der Einführung von Python in SQL Server 2016 wurde SQL R Services zu **SQL Server Machine Learning Services** umbenannt. Mit SQL Server Machine Learning Services können unsere Kunden sowohl skalierbares R als auch Python für ihre Machine Learning- und Data Science-Anwendungen in SQL Server verwenden. Wie auch bisher kann eine eigenständige Version für Windows optional installiert werden. In SQL Server 2017 wurde diese eigenständige Version für Windows zu **Microsoft Machine Learning Server** umbenannt und unterstützt jetzt skalierbares R und Python.



Mit branchenführenden Innovationen im Advanced Analytics-Bereich erhalten Unternehmen schnellere Einblicke. Dank der Unterstützung für die Sprachen R und Python können die Benutzer beispielsweise mit ihren bevorzugten Tools arbeiten und ihre Analysen dort ausführen, wo die Daten liegen. Außerdem können die Benutzer Parallelisierung im großen Maßstab einsetzen und erweiterte Machine Learning-Algorithmen mit GPUs nutzen. Ein Benutzer kann beispielsweise Daten in einem Columnstore vorbereiten, Vorhersagen mit R oder Python erstellen, die Daten in speicherinternen OLTP-Tabellen ablegen und anschließend mit Power BI oder Reporting Services grafisch darstellen. Kurz gesagt, dies ist die erste kommerzielle Datenbank mit integrierten Advanced Analytics- und Machine Learning-Funktionen.

Weitere Informationen zum Funktionsumfang von Machine Learning Services finden Sie unter [Microsoft Machine Learning Services](#). Machine Learning Services ist momentan nur für Windows erhältlich.

SQL Server 2017 in den Bereichen Datenintegration und Informationsverwaltung

SQL Server Integration Services (SSIS)

SQL Server Integration Services (SSIS) ist seit SQL Server 2005 im Leistungsumfang enthalten und bietet eine Plattform für die Erstellung von Datenintegrierten und Datentransformationslösungen für Unternehmen. Mit Integration Services können Sie komplexe Geschäftsprobleme lösen, indem Sie Dateien kopieren oder herunterladen, E-Mail-Nachrichten als Reaktion auf Ereignisse verschicken, Data Warehouses aktualisieren, Daten bereinigen und analysieren und Daten und Objekte in SQL Server verwalten. Diese Pakete können eigenständig oder im Zusammenspiel mit anderen Paketen eingesetzt werden, um komplexe Geschäftsanforderungen zu erfüllen. Integration Services kann Daten aus einer Vielzahl von Quellen extrahieren und transformieren, darunter XML-Datendateien, Flatfiles und relationale Datenquellen. Anschließend können die Daten an einem oder mehreren Zielen geladen werden.

Integration Services enthält ein reichhaltiges Angebot an integrierten Aufgaben und Transformationen, Tools für die Paketerstellung und den Integration Services-Dienst für die Ausführung und Verwaltung von Paketen. Mit den grafischen Integration Services-Tools können Sie Lösungen erstellen, ohne eine einzige Zeile Code zu schreiben. Alternativ können Sie das umfassende Integration Services-Objektmodell programmieren, um programmgesteuerte Pakete zu erstellen und benutzerdefinierte Aufgaben und andere Paketobjekte zu entwickeln.

SQL Server 2017 ergänzt Integration Services um verschiedene neue Funktionen, darunter:

- **Linux-Unterstützung:** Sie können SSIS-Pakete jetzt auf Linux-Computern ausführen.
- **Horizontale Skalierung:** SSIS Scale Out besteht aus einem SSIS Scale Out-Master und einem oder mehreren SSIS Scale Out-Workern. Der Scale Out-Master ist für die Verwaltung der horizontalen Skalierung verantwortlich und empfängt Ausführungsanfragen von Benutzern. Die Scale Out-Worker rufen die Ausführungsaufgaben vom Scale Out-Master ab und führen die eigentlichen Pakete aus. Integration Services Scale Out kann auf einem einzigen Computer konfiguriert werden, auf dem Scale Out-Master und ein Scale Out-Worker nebeneinander ausgeführt werden. Scale Out kann auch auf mehreren Computern ausgeführt werden, wobei sich jeder Scale Out-Worker auf einem anderen Computer befindet.

Weitere Informationen zum Funktionsumfang von Integration Services finden Sie unter [SQL Server Integration Services](#).

Master Data Services

Master Data Services ist seit SQL Server 2008 R2 im Lieferumfang enthalten und ermöglicht die Verwaltung eines "Master Set" für Ihre Unternehmensdaten. Sie können die Daten in Modelle aufteilen, Regeln für die Aktualisierung der Daten erstellen und kontrollieren, wer die Daten aktualisiert. Mit einem Excel- Add-In und einer Webanwendung können Sie den Masterdatensatz mit anderen Personen in Ihrem Unternehmen teilen.

In Master Data Services ist das Modell der Container der höchsten Ebene in der Struktur Ihrer Masterdaten. Sie können ein Modell erstellen, um Gruppen von ähnlichen Daten zu verwalten, z. B. Onlineproduktarten.

Ein Modell enthält eine oder mehrere Entitäten, und Entitäten enthalten Mitglieder, die Dateneinträge. Stellen Sie sich ein Onlineproduktmodell vor, das Entitäten wie Produkt, Farbe und Stil enthält. Die Entität "Farbe" enthält Mitglieder für die Farben Rot, Silber und Schwarz.

In SQL Server 2017 wurde die Leistung von Master Data Services verbessert.

Weitere Informationen zum Funktionsumfang von Data Quality Services finden Sie unter [Master Data Services: Übersicht](#). Master Data Services ist momentan nur für Windows erhältlich.

Data Quality Services

Data Quality Services (DQS) ist ein wissensbasiertes Datenqualitätsprodukt, das seit SQL Server 2012 im Lieferumfang enthalten ist. Mit DQS können Sie eine Wissensdatenbank erstellen, um verschiedene kritische Datenqualitätsaufgaben auszuführen, darunter Korrektur, Anreicherung, Standardisierung und Deduplizierung Ihrer Daten. Mit DQS können Sie Ihre Daten bereinigen, indem Sie cloudbasierte Referenzdatendienste von Referenzdatenanbietern verwenden. DQS enthält außerdem Profilingoptionen, die in die Datenqualitätsaufgaben integriert sind und mit denen Sie die Integrität Ihrer Daten analysieren können.

DQS besteht aus Data Quality-Server und Data Quality-Client, die beide als Teil von SQL Server 2017 installiert werden. Der Data Quality-Server ist eine SQL Server-Instanzfunktion, die aus drei SQL Server-Katalogen mit Datenqualitätsfunktionen und Speicher besteht. Der Data Quality-Client ist eine gemeinsam genutzte SQL Server-Funktion, mit der Geschäftsanwender, Informationsarbeiter und IT-Experten computergestützte Datenqualitätsanalysen durchführen und die Qualität ihrer Daten interaktiv verwalten können. Für Datenqualitätsprozesse stehen außerdem die DQS-Bereinigungskomponente in Integration Services und die Master Data Services (MDS)-Datenqualitätsfunktion zur Verfügung, die jeweils auf DQS basieren.

Die von DQS bereitgestellte Datenqualitätslösung können Data Stewards oder IT-Experten die Qualität ihrer Daten pflegen und sicherstellen, dass die Daten für den Geschäftseinsatz geeignet sind. DQS ist eine wissensbasierte Lösung mit computergestützten und interaktiven Möglichkeiten zur Verwaltung von Integrität und Qualität Ihrer Datenquellen. Mit DQS können Sie Wissen über Ihre Daten entdecken, aufbauen und verwalten. Anschließend können Sie dieses Wissen einsetzen, um Daten zu bereinigen, abzugleichen und um Profile zu erstellen. Außerdem können Sie die cloudbasierten Dienste von Referenzdatenanbietern in einem DQS-Datenqualitätsprojekt einsetzen.

DQS enthält die folgenden Funktionen zur Behebung von Datenqualitätsproblemen.

- **Datenbereinigung:** Die Anpassung, Löschung oder Anreicherung von falschen oder unvollständigen Daten mithilfe von computergestützten und interaktiven Prozessen.
- **Abgleich:** Die Erkennung von semantischen Duplikaten in einem regelbasierten Prozess, bei dem Sie selbst bestimmen können, worin eine Übereinstimmung besteht, um die Deduplizierung durchzuführen.
- **Referenzdatendienste:** Überprüfung der Qualität Ihrer Daten mithilfe eines Referenzdatenanbieters. Im Microsoft Azure Marketplace sind verschiedene Referenzdatendienste verfügbar, mit denen Sie Ihre Daten bereinigen, überprüfen, abgleichen und anreichern können.

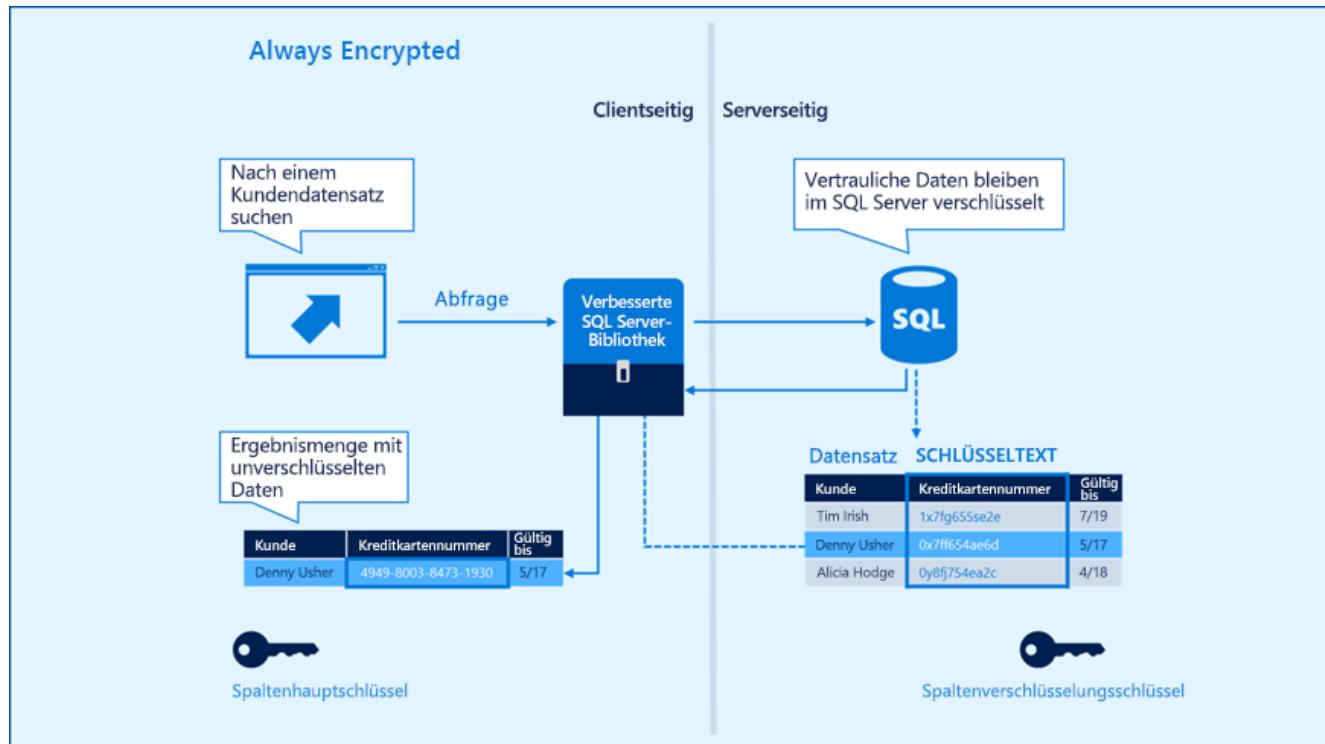
- **Profilerstellung:** Die Analyse einer Datenquelle, um Einblicke in die Datenqualität für jede Phase der Wissensentdeckungs-, Domänenverwaltungs-, Abgleichs- und Datenbereinigungsprozesse zu erhalten. Die Profilerstellung ist ein leistungsstarkes Tool in einer DQS-Datenqualitätslösung. In manchen Datenqualitätslösungen ist die Profilerstellung genau so wichtig wie Verwaltung, Abgleich oder Bereinigung der Daten.
- **Überwachung:** Überwachung und Statusbestimmung der Datenqualitätsaktivitäten. Mit der Überwachung können Sie sicherstellen, dass Ihre Datenqualitätslösung ihren Zweck erfüllt.
- **Wissensdatenbank:** Data Quality Services ist eine wissensbasierte Lösung für die Analyse von Daten anhand des Wissens, das Sie mit DQS aufgebaut haben. Auf diese Weise können Sie Datenqualitätsprozesse erstellen, die das Wissen über Ihre Daten fortlaufend erweitern, um die Qualität Ihrer Daten fortlaufend zu verbessern.

Weitere Informationen zum Funktionsumfang von Data Quality Services finden Sie unter [Data Quality Services](#). Data Quality Services ist momentan nur für Windows erhältlich.

SQL Server 2017-Sicherheit

Alle SQL Server-Editionen enthalten eine Reihe von robusten Funktionen für die Trennung, den Schutz und die Sicherung Ihrer Unternehmensdaten.

Always Encrypted



Mit Always Encrypted können Sie sensible Informationen wie Kreditkartennummern oder persönliche Identifikationsdaten (Sozialversicherungsnummern) sicher in Azure SQL Database- oder SQL Server-Datenbanken speichern. Mit Always Encrypted können Kunden vertrauliche Daten in ihren Anwendungen verschlüsseln, ohne die Verschlüsselungsschlüssel jemals an das Datenbankmodul (SQL Database oder SQL Server) weiterzugeben. Auf diese Weise ermöglicht Always Encrypted eine Trennung zwischen denjenigen, die die Daten besitzen (und abrufen können), und denjenigen, die die Daten verwalten (jedoch keinen Zugriff haben sollten). Always Encrypted garantiert, dass lokale Datenbankadministratoren, Clouddatenbankbetreiber und andere nicht autorisierte Benutzer mit umfassenden Privilegien nicht auf die verschlüsselten Daten zugreifen können, und ermöglicht den Kunden so die sichere Speicherung vertraulicher Daten außerhalb ihrer direkten Kontrolle. Auf diese Weise können Unternehmen ihre ruhenden und übertragenen Daten für die Speicherung auf Azure verschlüsseln, die Administration lokaler Datenbanken an externe Parteien auslagern und die Sicherheitsanforderungen für ihre eigenen DBA-Mitarbeiter reduzieren. Weitere Informationen finden Sie unter [Always Encrypted](#).

Transparent Data Encryption

Transparent Data Encryption (TDE) verschlüsselt SQL Server-, Azure SQL Database- und Azure SQL Data Warehouse-Daten. Dies wird auch als Verschlüsselung ruhender Daten bezeichnet. Unternehmen können verschiedene Maßnahmen zur Sicherung der Datenbank ergreifen, z. B. ein sicheres System entwickeln, vertrauliche Bestände verschlüsseln und eine Firewall um die Datenbankserver herum errichten. Wenn jedoch die physischen Medien (z. B. Laufwerke oder Sicherungsbänder) gestohlen werden, können Angreifer die Datenbank wiederherstellen oder anfügen und auf die Daten zugreifen. Dies kann verhindert werden, indem die vertraulichen Daten in der Datenbank verschlüsselt und die Verschlüsselungsschlüssel mit einem Zertifikat gesichert werden. Auf diese Weise können nur Personen im Besitz des Schlüssels auf die Daten zugreifen, aber diese Lösung muss im Voraus konfiguriert werden.

TDE führt Echtzeit-E/A-Verschlüsselung und -Entschlüsselung der Daten- und Protokolldateien durch. Bei der Verschlüsselung kommt ein Schlüssel zur Datenbankverschlüsselung (DEK) zum Einsatz, der zur besseren Verfügbarkeit bei der Wiederherstellung im Boot-Datensatz der Datenbank gespeichert ist. Der DEK ist ein symmetrischer Schlüssel, der mit einem in der Master-Datenbank auf dem Server abgelegten Zertifikat gesichert wird, oder ein asymmetrischer Schlüssel, der von einem EKM-Modul geschützt wird. Weitere Informationen finden Sie unter [Transparent Data Encryption \(TDE\)](#).

Sicherheit auf Zeilenebene

Mit der Sicherheit auf Zeilenebene (Row-Level Security, RLS) können Kunden den Zugriff auf die Zeilen in einer Datenbanktabelle anhand der Eigenschaften des Benutzers steuern, der die Abfrage ausführt (z. B. anhand der Gruppenmitgliedschaft oder des Ausführungskontexts).

Die Sicherheit auf Zeilenebene vereinfacht das Design und die Entwicklung der Sicherheit in einer Anwendung. Mit der Sicherheit auf Zeilenebene können Unternehmen Einschränkungen für den Zugriff auf Datenzeilen implementieren. Ein Unternehmen kann beispielsweise sicherstellen, dass die Mitarbeiter nur auf Daten zugreifen können, die für ihre Abteilung relevant sind, oder den Datenzugriff eines Kunden auf die Daten beschränken, die für dessen Unternehmen relevant sind.

Die Zugriffsbeschränkungslogik befindet sich in der Datenbankebene, und nicht separat von den Daten in einer anderen Anwendungsebene. Das Datenbanksystem wendet die Zugriffsbeschränkungen immer dann an, wenn versucht wird, von einer anderen Ebene auf die Daten zuzugreifen. Auf diese Weise ist das Sicherheitssystem zuverlässiger und robuster, da die Angriffsfläche reduziert wird. Weitere Informationen finden Sie unter [Sicherheit auf Zeilenebene](#).

Dynamische Datenmaskierung

Die dynamische Datenmaskierung (Dynamic Data Masking, DDM) maskiert Daten für unberechtigte Benutzer, um die Risiken für vertrauliche Daten zu reduzieren. Diese Funktion vereinfacht das Design und die Entwicklung der Sicherheit in einer Anwendung deutlich.

Mit der dynamischen Datenmaskierung können Unternehmen festlegen, welcher Teil ihrer vertraulichen Daten offengelegt wird, um den unbefugten Zugriff auf diese Daten zu verhindern. Außerdem hat diese Funktion nur minimale Auswirkungen auf die Anwendungsebene. Die dynamische Datenmaskierung kann in der Datenbank konfiguriert werden, um vertrauliche Daten in den Result Sets von Abfragen für bestimmte Datenbankfelder auszublenden, ohne die Daten in der Datenbank zu ändern. Da die Maskierungsregeln in den Abfrageergebnissen angewendet werden, kann die dynamische Datenmaskierung problemlos mit vorhandenen Anwendungen eingesetzt werden. In vielen Anwendungen können vertrauliche Daten ohne Änderungen an vorhandenen Abfragen maskiert werden. Weitere Informationen finden Sie unter [dynamische Datenmaskierung](#).

Auditing

Mit SQL Server Audit können Sie Ereignisse nachverfolgen und protokollieren, die in einer Instanz des Datenbankmoduls oder in einer einzelnen Datenbank auftreten. Serverüberwachungen enthalten bestimmte Spezifikationen für Ereignisse auf der Serverebene, und Datenbanküberwachungen enthalten Spezifikationen für Ereignisse auf der Datenbankebene. Die überwachten Ereignisse können in die Ereignisprotokolle oder in Überwachungsdateien geschrieben werden.

Je nach gesetzlichen oder standardisierten Anforderungen für Ihre Installation bietet SQL Server verschiedene Überwachungsebenen an. SQL Server Audit enthält die benötigten Tools und Prozesse zum Aktivieren, Speichern und Abrufen der Überwachungen für verschiedene Server- und Datenbankobjekte. Weitere Informationen finden Sie unter [SQL Server Audit](#).

SQL Server 2017 Cloud

Das Konzept der Hybrid Cloud berücksichtigt die Tatsache, dass Unternehmen in der Regel ein Portfolio aus verschiedenen Anwendungen und eine Reihe von Umgebungen mit jeweils einzigartigen Anforderungen einsetzen. Einige Anwendungen erfordern genaue und komplexe Hardwarekonfigurationen, sodass eine Bereitstellung in die von Cloudcomputing bereitgestellte allumfassende Umgebung unmöglich wird. Gleichermanßen sind riesige Public Clouds eine verlockende Ressource für Unternehmen mit Anwendungen, die extremen Spitzen und Tiefen bei der Nachfrage unterliegen, da es wirtschaftlich oft keinen Sinn ergibt, genügend Hardware lokal bereitzustellen, um alle Lastspitzen verarbeiten zu können. Das Ziel von Microsoft für die Hybrid Cloud ist eine breite Auswahl an Möglichkeiten, wie und wo Organisationen ihre Anwendungen ausführen können. Gleichzeitig wird ein gemeinsamer Satz von Serverprodukten, Tools und Erfahrungen für ein Lösungsportfolio bereitgestellt.

Sicherung auf Azure

Mit einem Hybrid Cloud-Ansatz können Sie Ihre Sicherungsstrategie deutlich verbessern. SQL Server bietet verschiedene Optionen für die Sicherung auf Azure, inklusive verwalteter Sicherungen, Sicherungen in Azure-Blockblobs und Snapshotsicherungen in Azure Storage. Mit den verwalteten Sicherungen können Sie Ihre SQL Server-Sicherungen in Azure Blob Storage mühelos verwalten und automatisieren. Sie können die gesamte Instanz oder einzelne Datenbanken mit einer benutzerfreundlichen Oberfläche verwalten, die direkt im Verwaltungsmodus im SQL Server Management Studio Object Explorer verfügbar ist. Dort können Sie georedundante Offsite-Sicherungen konfigurieren, den Aufbewahrungszeitraum steuern und Point-in-Time-Wiederherstellungen für den ausgewählten Aufbewahrungszeitraum durchführen.

Die verwaltete Sicherung kann entweder auf der Datenbankebene oder auf der SQL Server-Instanzebene konfiguriert werden. Bei der Konfiguration auf Instanzebene werden alle neuen Datenbanken ebenfalls automatisch gesichert. Die Einstellungen auf der Datenbankebene können verwendet werden, um die Standardwerte für die Instanz zu überschreiben. Sie können die Sicherungen zum zusätzlichen Schutz verschlüsseln und einen automatisierten und benutzerdefinierten Zeitplan für die Erstellung der Sicherungen einrichten. Mit der Sicherung in Azure-Blockblobs können Sie Ihre Sicherungen im Azure Blob Storage mit differenzierter Prozesskontrolle verwalten.

Mit SQL Server 2014 wurden Datendateien in Microsoft Azure eingeführt, um SQL Server-Datenbankdateien nativ als Azure-Blobs speichern zu können. Auf diese Weise können Sie eine SQL Server-Datenbank entweder lokal oder in einem virtuellen Computer in Azure mit einem dedizierten Speicherort für Ihre Daten im Azure Blob Storage erstellen. Außerdem erhalten Sie einen alternativen Speicherort für Ihre Datenbanksicherungsdateien, da Sie diese von oder nach Azure Storage wiederherstellen können. Die Sicherung mit Dateimomentaufnahmen basiert auf dieser Funktion und ist die schnellste und günstigste Methode zur Erstellung von Sicherungen und zur Ausführung von Wiederherstellungen. Diese Methode verwendet Azure-Momentaufnahmen für Sicherungen praktisch in Echtzeit und schnellere Wiederherstellungen für Datenbankdateien, die im Azure Blob Storage liegen. Mit dieser Funktion können Sie Ihre Sicherungs- und Wiederherstellungsrichtlinien vereinfachen.

Im Gegensatz zur Azure-Sicherung mit Blockblobs werden die Daten nicht verschoben. Wenn SQL Server-Datenbankdateien direkt in Azure Storage liegen, wird stattdessen eine Momentaufnahme der Dateien erstellt. Sie benötigen nur eine vollständige Sicherung, um die Sicherungskette einzurichten. Die Sicherungen mit Momentaufnahmen minimieren die für die Sicherung benötigten SQL Server-Ressourcen. Dies ist besonders nützlich für mittelgroße bis sehr große Datenbanken, bei denen sich die Sicherungen spürbar auf die Leistung auswirken können.

Jede Momentaufnahmensicherung einer Datei enthält eine Momentaufnahme aller Datenbankdateien. Daher werden für die Wiederherstellung maximal zwei benachbarte Sicherungssätze benötigt. Dies gilt sowohl für vollständige Datenbanksicherungen als auch für Protokollsicherungen. Dies ist ein deutlicher Unterschied zur Wiederherstellung mit herkömmlichen Streamingsicherungsdateien. Bei der herkömmlichen Streamingsicherung wird für die Wiederherstellung eine gesamte Kette aus Sicherungssätzen benötigt: die vollständige Sicherung, eine differenzielle Sicherung und eines oder mehrere Transaktionsprotokollsicherungen. Der eigentliche Wiederherstellungsprozess verläuft gleich, egal ob die Wiederherstellung mit einer Dateimomentaufnahme oder mit einem Streamingsicherungssatz erfolgt.

SQL Server 2017 in Azure-VMs

Die Azure-Plattform bietet eine schnelle und einfache Möglichkeit zur Ausführung von SQL Server in einer Public Cloud. Sie haben eine breite Auswahl an SQL Server-Versionen und -Editionen zur Auswahl. Der Azure-Katalog enthält vorab erstellte VM-Abbildungen für alle aktuell unterstützten SQL Server-Versionen:

- SQL Server 2008 R2
- SQL Server 2012
- SQL Server 2014
- SQL Server 2016
- SQL Server 2017

In sämtlichen Editionen:

- Enterprise
- Standard
- Web
- Developer
- Express

SQL Server 2017-Images sind mit Windows Server 2016 oder Linux verfügbar, ältere SQL Server-Versionen sind nur mit Windows verfügbar. Die Katalog-Images werden regelmäßig mit neuen Sicherheits- und Funktionspatches aktualisiert. Mit den Katalog-Images können Sie in weniger als 10 Minuten eine neue SQL Server-VM einrichten.

SQL Server auf Azure-VMs kann über die minutengenaue Abrechnung für die Ausführung des Katalog-Images lizenziert werden. In diesem Fall bezahlen Sie nur für Ihre tatsächliche Nutzung. Kunden mit Software Assurance können ihre vorhandenen Lizenzen auch mit den Bring-Your-Own-License (BYOL)-Katalogabbildern nach Azure übertragen.

Die Azure-VMs bieten Leistungsoptionen für alle Arbeitslasten an, von Computern mit einem Prozessorkern und 750 MB Arbeitsspeicher bis hin zu 128 Prozessorkernen und 2048 GB Arbeitsspeicher. Azure-VMs können elastisch skaliert werden, um je nach Bedarf Rechenleistung hinzuzufügen oder zu entfernen. Mit Azure Storage Premium erhalten Sie einen Hochleistungsspeicher mit einer durchschnittlichen Laufwerkslatenz von weniger als 4 ms und einem lokalen SSD-Lesecache mit einer Latenz von weniger als 1 ms. Ihre Daten sind mit drei lokalen Kopien und drei Remotekopien von jedem Laufwerk vor Hardwaredefekten geschützt.

Azure ist extrem sicher und verfügt derzeit über mehr Sicherheitszertifizierungen als alle anderen Cloudanbieter. Wir ergreifen strenge physische Sicherheitsmaßnahmen für den Zugang zu Azure-Rechenzentren und schützen Ihre Daten mit Verschlüsselung vor unbefugtem Zugriff. Die Netzwerksicherheit schränkt den Zugriff zu Servern

und Diensten auf die IP-Adressen innerhalb Ihres Azure-Netzwerks ein. Der Zugriff auf Azure von externen Netzwerken kann mit TLS über das öffentliche Internet oder mit einem virtuellen privaten Netzwerk zu Ihren Rechenzentren gesichert werden. Weitere Informationen zur Azure-Sicherheit finden Sie im [Azure Trust Center](#).

Mit SQL Server in Azure-VMs können Sie nicht nur mühelos vorhandene SQL Server-Arbeitslasten in die Cloud verschieben, sondern Ihren Serverbestand auch auf andere Arten optimieren, beispielsweise durch eine AlwaysOn-Verfügbarkeitsgruppe oder durch den Einsatz als drittes Rechenzentrum für die Notfallwiederherstellung oder die geografische Verteilung Ihrer Daten.

Bereitstellen von SQL Server anhand operativer Anforderungen anstatt nach Funktionssätzen

Seit SQL Server 2016 SP1 (veröffentlicht im November 2016) hat Microsoft wichtige Verbesserungen vorgenommen, um Entwicklern und Unternehmen eine einheitlichere Programmieroberfläche über unterschiedliche SQL Server-Editionen zu bieten. Auf diese Weise können Kunden und Partner erweiterte Anwendungen entwickeln, die wachstumsgesteuert über verschiedene Editionen und in der Cloud wachsen. Entwickler und Anwendungspartner können eine einzige Programmieroberfläche für die Erstellung oder Erweiterung intelligenter Anwendungen verwenden und eine Edition verwenden, die optimal mit den jeweiligen Anwendungsanforderungen skaliert. SQL Server 2017 erweitert diese Funktion auf andere Plattformen. Dazu gehören Funktionen wie In-Memory-OLTP, In-Memory-Columnstore, PolyBase, Kompression und Partitionierung, Sicherheitsfunktionen wie Always Encrypted, Sicherheit auf Zeilenebene, dynamische Datenmaskierung sowie einfache Berichte, Analytics und Machine Learning (mit R und Python), die überall verfügbar sind.

Computerübergreifende Skalierungslimits

Feature	Enterprise	Standard	Express
Maximale Rechenleistung für eine einzige Instanz – SQL Server-Datenbankmodul	Betriebssystemobergrenze	Begrenzt auf das Minimum zwischen 4 Sockeln oder 24 Prozessorkernen	Begrenzt auf das Minimum zwischen 1 Sockel oder 4 Prozessorkernen
Maximale Arbeitsspeicherauslastung pro Instanz des SQL Server-Datenbankmoduls	Betriebssystemobergrenze	128 GB	1,4 GB
Maximale Größe für relationale Datenbanken	524 PB	524 PB	10 GB

Diese Tabelle enthält eine Zusammenfassung. Eine komplette Liste der Funktionen für die einzelnen Editionen finden Sie unter [Editionen und unterstützte Funktionen von SQL Server 2017](#).

Leistungsbetrachtungen beginnen immer mit der Anzahl der Prozessorkerne und der Arbeitsspeicherzuweisung. Wichtig sind außerdem die maximale Größe der Datenbanken und unter Umständen E/A-Kapazitäten und Datenpartitionierungen. Diese Fähigkeiten hängen von der erwarteten Last für die gehosteten Daten ab. Betrachtungen zur Hochverfügbarkeit konzentrieren sich auf die benötigte Anzahl an sekundären

Replikaten und Fragen wie Sicherungen für sekundäre Replikate, schreibgeschützten Zugriff usw. Wenn sich die Anforderungen ändern, erfolgt der Umzug einer Anwendung auf eine andere SQL Server-Edition in Form einer Migration, nicht durch eine Neuentwicklung der betroffenen Komponenten.

Schlussfolgerung

SQL Server 2017 ist ein weiterer Entwicklungsschritt für SQL Server. Diese Edition bietet neue Technologien und Innovationen auf der Grundlage der branchenführenden Leistungs- und Sicherheitsfunktionen von SQL Server. Da diese Features der Enterprise-Klasse jetzt in allen SQL Server-Editionen verfügbar sind, können Unternehmen die optionale Edition jetzt auch anhand ihrer operativen Anforderungen auswählen. Mit den neuen Funktionen wie der Neuerstellung eines fortsetzbaren Onlineindexes, Adaptive Query Processing und automatischen Plankorrekturen können Unternehmen ihre Datenverarbeitungskapazitäten weiter optimieren. Mit SQL Graph können Sie eine Graphenstruktur anstelle des herkömmlichen relationalen Modells verwenden, um Beziehungen abzubilden und abzufragen. Da SQL Server neben Linux- und Windows-Containern jetzt auch für Linux-Betriebssysteme verfügbar ist, haben Unternehmen noch mehr Freiheit bei der Erstellung oder Erweiterung ihrer Datenökosysteme.

Handlungsempfehlungen

Weitere Informationen zu SQL Server finden Sie unter <https://docs.microsoft.com/de-de/sql/index>

Sie können die SQL Server 2017-Probeversion unter dem folgenden Link herunterladen:
<http://www.microsoft.com/de-de/sql-server/sql-server-2017#resources>