

Technical Review

InterSystems IRIS: Leistungsstarke Datenverwaltungssoftware für Datenerfassung und Echtzeitabfragen im Parallelbetrieb

Datum: Juni 2020 Autor: Kerry Dolan, Senior IT Validation Analyst

Kurzfassung

Dieser Bericht dokumentiert, wie ESG die Performance verschiedener Datenbankmanagement-Softwareprodukte im Hinblick auf die parallele Datenerfassung und Ausführung von Echtzeitabfragen geprüft hat. Im Zuge dieser Prüfung zeigte sich, dass die InterSystems IRIS Data Platform Hunderte Millionen Datensätze erfassen und gleichzeitig Millionen von Abfragen mit einer Antwortzeit im Mikrosekunden-Bereich ausführen kann – und damit andere herkömmliche und In-Memory Datenbanken übertreffen konnte.

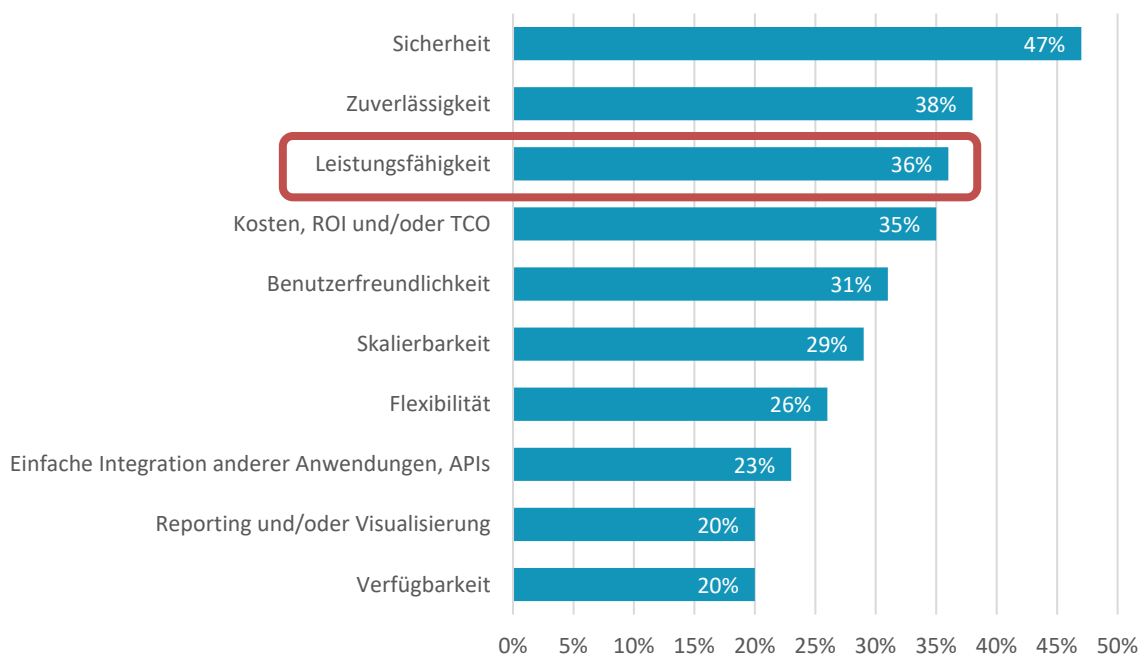
Die Herausforderungen

Datenerfassung in Kombination mit Echtzeitanalysen sind für viele Unternehmen die Grundvoraussetzung, um höhere Umsätze zu erzielen, für mehr Transparenz zu sorgen, die richtige Strategie zu entwickeln und fundierte Entscheidungen zu treffen. Für Börsenhandel, das IoT, Betrugserkennung und Echtzeitpersonalisierung entwickelte Anwendungen müssen riesige Datenmengen erfassen und umgehend analysieren können. Die Herausforderung besteht darin, eine Datenplattform zu finden, die leistungsfähig genug ist, um umfangreiche Datenaufnahmen und -abfragen gleichzeitig auszuführen, ohne dass die Performance beeinträchtigt wird. Als ESG Datenbank- und Analytics-Experten zu unterstützenden Technologien für Datenanalysen befragte, nannten sie Performance als eines der wichtigsten Kriterien.¹

Abbildung 1. Die 10 wichtigsten Aspekte bei Datenanalysetechnologien

Welche Funktionen/Attribute sind bei der Einführung neuer Technologien zur Unterstützung von Data-Analytics-Initiativen in Ihrem Unternehmen am wichtigsten?

(Anteil an Befragten, N=310, fünf Antworten möglich)

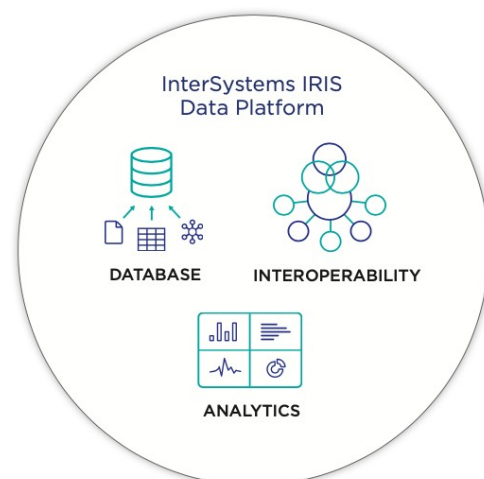


¹ Quelle: ESG Master Survey Results, [The State of Data Analytics](#), August 2019.

In-Memory-Datenbanken sind sehr leistungsfähig, aber eine Skalierung ist teuer und es gibt strenge Speicherlimits, was zu Unzuverlässigkeit und Verzögerungen durch zwingend notwendige Neustarts führen kann. Herkömmliche Datenbanken zeichnen sich durch Persistenz und Zuverlässigkeit aus, doch sie sind bei weitem nicht so leistungstark wie In-Memory-Datenbanken. InterSystems IRIS kann Datenaufnahme- und Abfrage-Workloads gleichzeitig mindestens genauso effektiv wie In-Memory-Only-Datenbanken verarbeiten, ohne deren typischen Einschränkungen. InterSystems hat einen Open-Source-Test veröffentlicht, um diese Behauptung zu belegen, und ESG validiert im hier vorliegenden Bericht dessen Korrektheit.

Die Lösung: InterSystems IRIS

InterSystems IRIS ist eine Datenmanagement-Softwareplattform, die auf die leistungsstarke Verarbeitung mehrerer großer Workloads ausgelegt ist. Als DBMS mit Multi-Modell-Funktionalität bietet sie native Unterstützung für relationale, objektorientierte, dokumentbasierte, hierarchische und Key Value-Datenobjekte; darüber hinaus ermöglicht sie eine durchgehend starke Verarbeitung transaktionaler und analytischer Workloads im Parallelbetrieb. Eine vollständige Produktbeschreibung würde den Rahmen dieses Berichts sprengen. Im Folgenden werden aber einige Schlüsselfunktionen erläutert.



- Ein wichtiges Merkmal, das für eine überragende Erfassungsleistung sorgt, ist die mehrdimensionale Daten-Engine in InterSystems IRIS. Sie ermöglicht ein effizientes und kompaktes Speichern in einer umfangreichen Datenstruktur, sorgt für schnellere Datenerfassung, Zugriffe und Aktualisierungen und minimiert gleichzeitig Ressourcen- und Speicherplatznutzung.
- Die starke Performance bei Echtzeitanalysen beruht auf der Nutzung eines transaktionalen Bitmap-Indexierungsschemas. Dieses ermöglicht InterSystems IRIS die rasche Durchführung komplexer Abfragen – auch in Bezug auf Echtzeitdaten –, ohne dass die gesamte Datenbank durchsucht werden muss.
- Mit dem Enterprise Cache Protocol (ECP) von InterSystems IRIS, bei dem es sich um einen intelligenten Distributed-Caching-Mechanismus handelt, können anspruchsvolle Abfragen bei sehr großen Datensätzen äußerst leistungstark und zuverlässig ausgeführt werden. So ist es beispielsweise möglich, Verknüpfungen unter Zugriff auf verteilte Daten zu erstellen, ohne dass mehrere Datenkopien erstellt werden müssen.

Die Lösung bietet aber noch weitere Vorteile:

- In-Memory-Performance mit integrierter Datenpersistenz in einem für schnellen Datenzugriff optimierten Format
- Integrierte Distributed-Caching-Schicht mit automatischer, garantierter Konsistenz
- Vollständige SQL-Unterstützung
- Bereitstellung lokal, in allen gängigen Public Clouds sowie in hybriden Umgebungen, und das mit einer einzigen API

ESG-Prüfung

ESG validierte die Leistungsvorteile von InterSystems IRIS mithilfe des öffentlich verfügbaren, anpassbaren Speed-Test-Benchmark-Kits mit Open-Source-Architektur des Unternehmens.² Anhand des Benchmarks kann die Performance bei der gleichzeitigen Ausführung von Datenaufnahmen und Abfragen in Echtzeit gemessen werden – ein gängiger Anwendungsfall im Zusammenhang mit Finanzdienstleistungs-, Betrugserkennungs-, IoT- und anderen Anwendungen. Während Finanzdienstleister Tausende von Trading-Geschäften abwickeln, führen Tausende Nutzer Abfragen bezüglich Auftragsstatus, Risikomanagement usw. aus. Ebenso liefern IoT-Sensoren Schlag auf Schlag neue Daten, die von Anwendungen umgehend auf Anomalien überprüft werden müssen und diverse andere Echtzeitberechnungen erfordern. Wird eine Datenbank derart hohen Belastungen ausgesetzt, kann die Performance leiden, wenn gleichzeitig Daten erfasst und analytische Abfragen ausgeführt werden müssen.

² <https://github.com/interSystems-community/irisdemo-demo-htap>.

Geschwindigkeitstest

Der Geschwindigkeitstest-Benchmark simuliert die kombinierte Belastung durch Datenerfassung und gleichzeitige Abfrage, die moderne Anwendungen bewältigen müssen. Im Fall einer typischen In-Memory-Datenbank wird während der Datenerfassung der Speicher nach und nach gefüllt. Dies bewirkt, dass die Datenbank die Daten komprimiert und mithilfe langsamer Schreibvorgänge auf die Festplatte aus dem Speicher löscht. Für eine effektive Abfrage mit hoher Performance müssen die Daten im Speicher gehalten werden. Die gleichzeitige Ausführung beider Aufgaben beeinträchtigt daher die Verarbeitungsgeschwindigkeit.

Beim Geschwindigkeitstest wird ein Satz vordefinierter Datensätze von der Datenbank abgefragt. So wird geprüft, ob Datensätze, auf die häufig zugegriffen wird, im Speicher verbleiben. Gleichzeitig wird die Antwortzeit für Abfragen bei gleichzeitiger Datenerfassung gemessen. Die Ingestion Worker stellen mehrere JDBC-Verbindungen zur Datenbank her und verwenden diese, um so viele Datensätze wie möglich zur Tabelle hinzuzufügen.

Damit diese Prüfung kompatibel mit verschiedenen Datenbanken und Datenbanktypen ist, werden keine Verknüpfungen oder speziellen Indizes verwendet. Es wird eine einzelne Maklerkonto-Tabelle („brokerage account table“) mit 19 Spalten verwendet, wobei accountID der Primärschlüssel ist (und die einzige indizierte Spalte). Daten umfassen Strings, Datumswerte/Uhrzeiten und große Ganzzahlen.

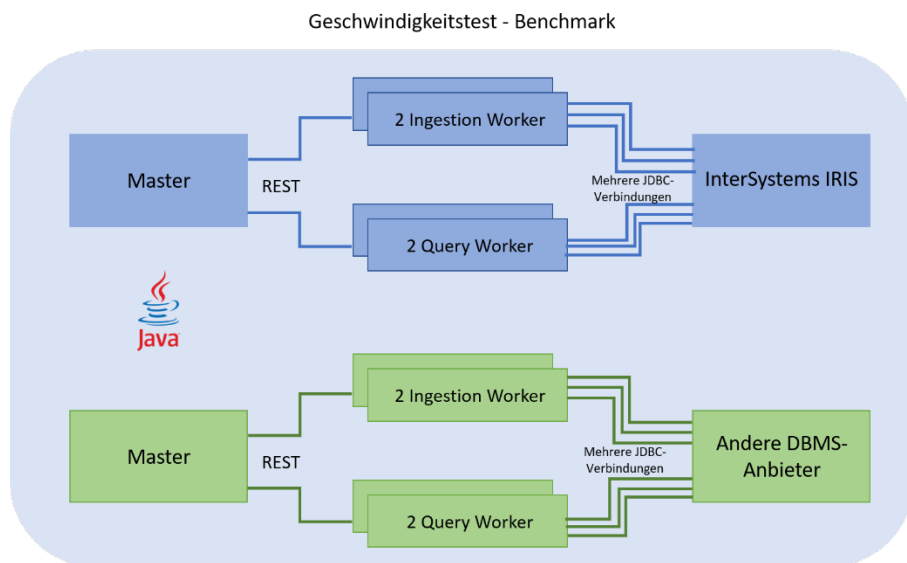
Bei dem Test kommen zwei Ingestion Worker und zwei Query Worker zum Einsatz. Mit Beginn der Erfassung generieren die Worker je 1.000 zufällige Werte für jede Spalte in der Tabelle. Wenn während der Erfassung ein neuer Datensatz erstellt und zu einem Batch hinzugefügt werden muss, erhält er den nächsten Wert für die Primärschlüssel-Spalte, und durch Kombination von vorher generierten Werten wird ein neuer Datensatz erstellt. Sobald der Batch vollständig ist, wird er an die Datenbank gesendet. Effizienz und Geschwindigkeit der Ingestion Worker werden so maximiert.

Auch die Query Worker stellen mehrere JDBC-Verbindungen zur Datenbank her und nutzen diese, um mithilfe von acht festen Schlüsseln nach accountID so schnell wie möglich eine Gruppe von Datensätzen abzurufen. Das Abrufen von Datensätzen wurde bewusst einfach gestaltet, um einheitliche Wettbewerbsbedingungen für den Vergleich verschiedener Datenbanktechnologien zu schaffen. So war es möglich, den Test gezielt auf die Cache-Verwaltung eines Systems bei simultaner Erfassung und Abfrage zu fokussieren.³

Der Masterknoten erfasst folgende Statistikdaten:

- Für die Erfassung: Anzahl erfasster Datensätze, erfasste Datensätze pro Sekunde, erfasste Datenmenge in MB und erfasste Datenmenge in MB pro Sekunde.
- Für die Abfrage: Anzahl abgefragter Datensätze, abgefragte Datensätze pro Sekunde, abgefragte Datenmenge in MB, abgefragte Datenmenge in MB pro Sekunde, Antwortzeit für Abfragen.

Die Query Worker rufen die Datensätze ab und erstellen als Ausführungsnachweis eine Variable aus der addierten Länge jeder Spalte in den abgerufenen Zeilen. Indem die Zeilen auf diese Weise abgerufen werden, müssen die Daten über die TCP/IP-Verbindung gesendet werden. So wird verhindert, dass JDBC-Treiber ausschließlich für die Identifizierung von Daten optimiert werden.



³ Unter dem GitHub-Link (<https://github.com/intersystems-community/irisdemo-demo-htap>) finden Sie Anleitungen für komplexere Testszenarien.

AWS-Einrichtung

Bei diesem Test wurde InterSystems IRIS in einem Zeitraum von 1.200 Sekunden (20 Minuten) mit drei anderen Datenplattformen verglichen, die in der AWS-Cloud ausgeführt werden. Bei der Lösung von Anbieter A handelt es sich um eine führende In-Memory-Datenbank, bei den Lösungen von Anbieter B und C um führende traditionelle datenträgerbasierte Datenbanken. Die Datenbanken der Anbieter B und C wurden vorab erweitert, um die Performance zu optimieren.

Für jeden Vergleich wurde die Konfiguration der AWS-Hardware für InterSystems IRIS und die jeweils andere Lösung aufeinander abgestimmt, um gleiche Bedingungen zu schaffen (siehe Tabelle 1). Weil die Lösung von Anbieter B eine leicht abweichende AWS-Instanz erforderte, wurde sie mit doppelt so viel RAM wie InterSystems IRIS konfiguriert, um sicherzustellen, dass InterSystems IRIS keinen Vorteil hat. Da diese Instanz Replikation umfasste, wurde InterSystems IRIS mit Spiegelung konfiguriert, sodass beide Datenbanken eine redundante Kopie schreiben mussten.

Tabelle 1. AWS-Konfigurationen

	AWS-Instanz	Cores	RAM	EBS-IOPS	Replikation/ Spiegelung
InterSystems IRIS	i3.xlarge	4	32 GB	3.500	Nein
Anbieter A	i3.xlarge	4	32 GB	3.500	Nein
InterSystems IRIS	m5.xlarge	4	16 GB	2.500	Ja
Anbieter B	db.r5.xlarge	4	32 GB	2.500	Ja
InterSystems IRIS	m5.xlarge	4	16 GB	3.500	Nein
Anbieter C	m5.xlarge	4	16 GB	3.500	Nein

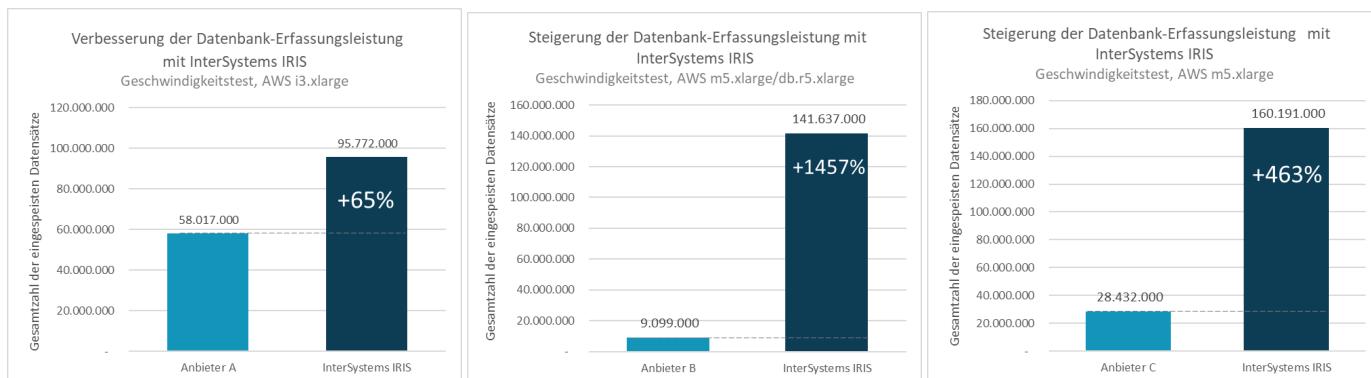
Quelle: Enterprise Strategy Group

Ergebnisse

Die vom Geschwindigkeitstest-Kit gesammelten Daten zur Performance während der gleichzeitigen Erfassung und Abfrage wurden von ESG untersucht. Anschließend wurde InterSystems IRIS in vier Hauptkategorien mit Anbietern A, B und C verglichen: Gesamtanzahl der erfassten Datensätze, durchschnittliche Anzahl erfasster Datensätze pro Sekunde, Gesamtanzahl der abgefragten Datensätze und Antwortzeit für Abfragen.

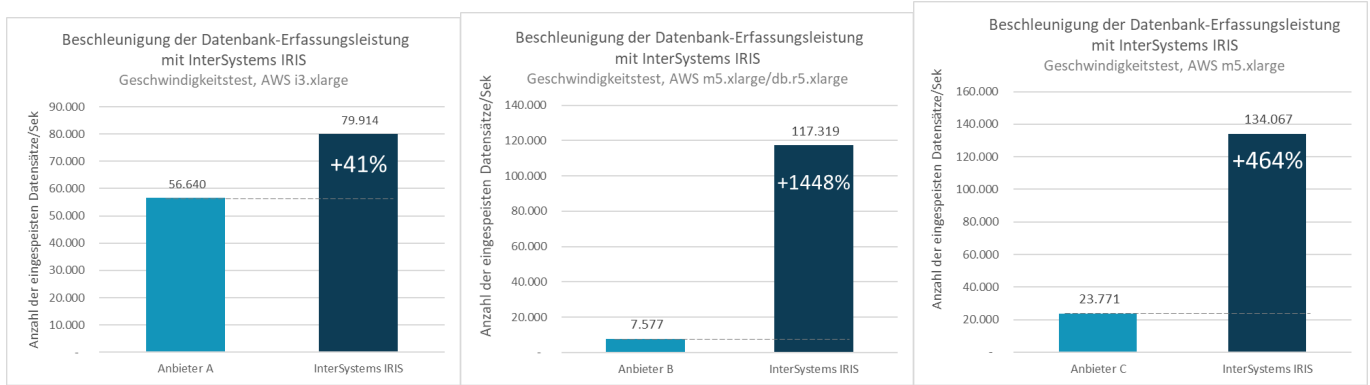
Abbildung 2 zeigt die Gesamtanzahl von Datensätzen, die während der Tests erfasst wurden. Dies illustriert die Fähigkeit, innerhalb eines festen Zeitfensters große Datenmengen bei gleichzeitiger Ausführung von parallelen Echtzeitabfragen zu erfassen. In jedem Test hat InterSystems IRIS etwa hundert Millionen oder mehr Datensätze erfasst – 65 % mehr als Anbieter A, 1.457 % mehr als Anbieter B und 463 % mehr als Anbieter C.

Abbildung 2. Anstieg der Datenbankerfassung mit InterSystems IRIS



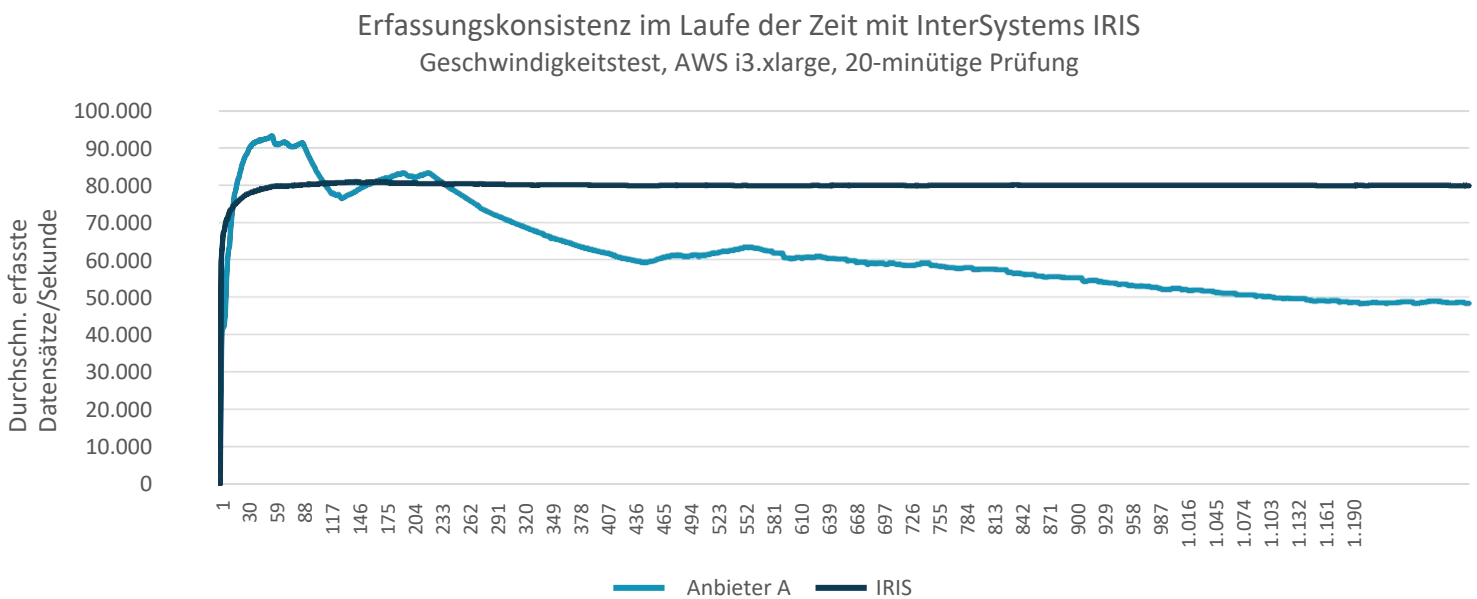
Als nächstes wurde die durchschnittliche Anzahl von erfassten Datensätzen pro Sekunde getestet, also die Geschwindigkeit, mit der jede der Datenplattformen bei gleichzeitiger Ausführung von Abfragen Daten erfassen kann. Wie Abbildung 3 zeigt, hat InterSystems IRIS während der Tests Daten im Durchschnitt 41 % schneller als Anbieter A, 1.448 % schneller als Anbieter B und 464 % schneller als Anbieter C erfasst.

Abbildung 3. Schnellere Datenbankerfassung mit InterSystems IRIS



Zudem war in allen drei Fällen die minimale und maximale Erfassungsrate an Datensätzen pro Sekunde von InterSystems IRIS höher als bei den anderen. Das bedeutet, dass Unternehmen von konsistent hohen Datenerfassungsraten profitieren können. Durch die Überprüfung der Standardabweichung und Erfassungskurven im Laufe der Zeit hat ESG die Schwankungen der Erfassungsrate untersucht. Bei IRIS gab es in allen Fällen weniger Schwankungen. In Abbildung 4 wird beispielsweise die Erfassungsrate der Lösung von Anbieter A im Vergleich zu InterSystems IRIS dargestellt. Beide zeigen anfangs hohe Erfassungsraten, die Leistung der In-Memory-Datenbank (Anbieter A) sank jedoch um 48 %. Demnach konnte die In-Memory-Datenbank zu Beginn zwar schnell Daten erfassen, mit zunehmender Füllung des Speichers ließ die Performance jedoch nach. Komprimierung wird mit zunehmender Datenmenge schwieriger, und mehr Daten im Speicher erzwingen bei einer In-Memory-Datenbank das Schreiben auf den Datenträger. Im Vergleich dazu hat InterSystems IRIS schnell eine hohe Erfassungsrate erreicht, die während des Tests stabil geblieben ist.

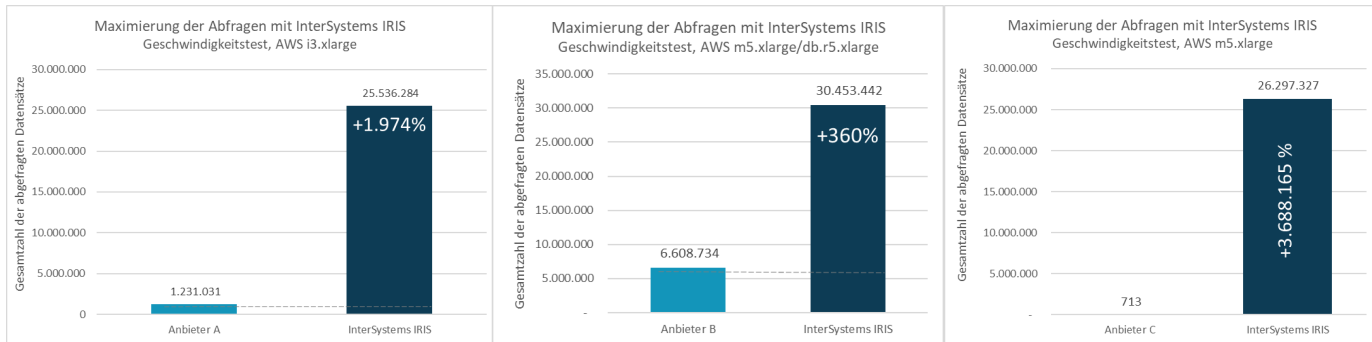
Abbildung 4. Erfassungskonsistenz im Laufe der Zeit mit InterSystems IRIS



Quelle: Enterprise Strategy Group

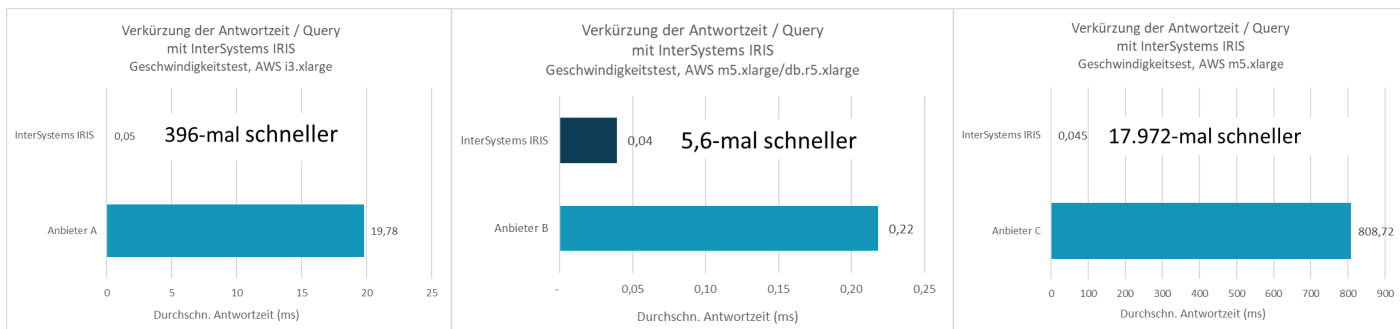
Als nächstes wurde die Gesamtanzahl von Datensätzen betrachtet, die bei gleichzeitiger Maximierung der Datenerfassung abgefragt wurden. Je mehr Abfragen eine Datenbank ausführen kann, desto größer ist das Potenzial für Erkenntnisse, fundierte Entscheidungen und Reaktionen in Echtzeit. InterSystems IRIS hat 1.974 % mehr Datensätze als Anbieter A, 360 % mehr Datensätze als Anbieter B und 3.688.165 % mehr Datensätze als Anbieter C abgefragt.⁴

Abbildung 5. Maximierung der Abfragen mit InterSystems IRIS



Als letztes hat ESG die durchschnittliche Antwortzeit von Abfragen für jede Datenplattform bei gleichzeitiger Datenerfassung untersucht. Die durchschnittliche Antwortzeit für Abfragen war bei InterSystems IRIS um ein Vielfaches kürzer als bei den anderen Datenplattformen. InterSystems IRIS konnte bei gleichzeitiger Datenerfassung innerhalb von Mikrosekunden auf Abfragen reagieren (siehe Abbildung 6 und Tabelle 2). Somit war InterSystems IRIS in der Lage, Daten 396 Mal schneller als Anbieter A, 5,6 Mal schneller als Anbieter B und 17.972 Mal schneller als Anbieter C abzufragen.

Abbildung 6. Verkürzung der Antwortzeit für Abfragen mit InterSystems IRIS



Quelle: Enterprise Strategy Group

Hinzu kommt, dass InterSystems IRIS in allen drei Tests erheblich weniger Schwankungen bei der Antwortzeit gezeigt hat als die anderen Technologien. Das bedeutet, dass InterSystems IRIS bei gleichzeitiger hoher Datenerfassungsrate konsistent eine hohe Abfrage-Performance geliefert hat. Tabelle 2 zeigt die minimale und maximale Antwortzeit für Abfragen sowie Standardabweichungen für jeden Test.

⁴ Die Abfrageergebnisse (Anzahl abgefragter Datensätzen und Reaktionszeit) für Anbieter C waren erheblich niedriger als bei den anderen. Die Problembehandlung zur Verbesserung der Ergebnisse konnte mit dem konfigurierten RAM nicht durchgeführt werden.

Tabelle 2. Statistik zur Antwortzeit für Abfragen

	Minimale Antwortzeit für Abfragen (Millisekunden)	Maximale Antwortzeit für Abfragen (Millisekunden)	Standardabweichung (Millisekunden)
InterSystems IRIS	0.04	1.78	0.05
Anbieter A	0.2	3.000	122.64
InterSystems IRIS	0.033	0.088	0.005
Anbieter B	0.173	45.454	1.306
InterSystems IRIS	0.04	0.35	0.009
Anbieter C	20.41	1.000	273.52

Quelle: Enterprise Strategy Group

Warum ist das wichtig?

Finanzdienstleistungs-, IoT-, Betrugserkennungs-, Gaming-, Personalisierungs- und andere Anwendungen erfordern die gleichzeitige Datenerfassung und Abfrage von Datenbanken. Dies kann die Performance beeinträchtigen und negative Auswirkungen auf Umsatzströme, Kundenloyalität und Infrastrukturkosten haben. Um diese Probleme zu eliminieren, benötigen Unternehmen Datenplattformen mit hoher Leistungsfähigkeit für die gleichzeitige Erfassung und Analyse von Daten – selbst bei Workload-Spitzen –, um schneller Einblicke zu gewinnen, fundierte Entscheidungen zu treffen und optimal reagieren zu können.

ESG konnte bestätigen, dass InterSystems IRIS sowohl traditionellen als auch In-Memory-Datenplattformen deutlich überlegen ist, da die Lösung mehr Daten schneller erfasst und gleichzeitig mehr Daten abfragt – mit höheren Abfrageraten und Reaktionen in Mikrosekunden. Zudem war die Performance von InterSystems IRIS weitaus konsistenter als die der anderen Lösungen.

„Die ganze Wahrheit“

Viele Anwendungen erfordern heute einen hohen Durchsatz und gleichzeitig schnellen Zugriff auf Daten, zum Beispiel für Finanzdienstleistungen, Börsenhandel, Betrugserkennung, Echtzeitpersonalisierung, das IoT und andere Szenarien.

Traditionelle datenträgerbasierte Datenbanken werden diesen Anforderungen oft nicht gerecht. In-Memory-Datenbanken sind sehr leistungsfähig, aber eine Skalierung ist teuer und es gibt strenge Speicherlimits, was zu Unzuverlässigkeit und Verzögerungen durch notwendige Neustarts führen kann.

InterSystems IRIS ist eine Multi-Model-Datenverwaltungssoftware für eine leistungsstarke, ressourceneffiziente Multi-Workload-Verarbeitung im großen Maßstab. Mithilfe einer Daten-Engine und Echtzeit-Bitmap-Indexing ist InterSystems IRIS in der Lage, In-Memory-Performance für die Datenerfassung und -abfrage mit integrierter Datenpersistenz zu bieten.

InterSystems hat den Geschwindigkeitstest-Benchmark als einfachen Test der Leistung von Datenplattformen und zur Evaluierung der Leistungsfähigkeit einer Datenplattform in Bezug auf die gleichzeitige hochvolumige Datenerfassung und -abfrage entwickelt. ESG hat die Ergebnisse der Leistungstests von IRIS im Vergleich mit drei anderen Datenplattformen innerhalb der AWS Cloud ausgewertet. Die 20-minütige Prüfung hat unter anderem Folgendes ergeben:

- Sowohl im Vergleich mit traditionellen als auch mit In-Memory-Datenbanken hat InterSystems IRIS mehr Datensätze in kürzerer Zeit erfasst und abgefragt.

- InterSystems IRIS hat in jedem Test etwa hundert Millionen oder mehr Datensätze erfasst – 65 % bis 1.457 % mehr als andere Plattformen.
- InterSystems IRIS hat weitaus mehr Datensätze abgefragt als andere Plattformen und in Mikrosekunden auf Abfragen reagiert – wesentlich schneller als andere Plattformen.
- Die Erfassungs- und Abfrageergebnisse von InterSystems IRIS waren im Testverlauf deutlich konsistenter als die der anderen Plattformen.

Diese Ergebnisse zeigen, dass InterSystems IRIS eine ideale Grundlage für diese Anwendungsszenarien bieten kann. Mit einer derart leistungsfähigen Plattform können Unternehmen auch bei extremen Datenerfassungs- und Abfrage-Workloads auf maximale Verfügbarkeit und Performance zählen. Zudem ist InterSystems IRIS unter Umständen kostengünstiger als andere Plattformen, die viel Speicherplatz benötigen oder separate Datenkopien erstellen müssen, was in beiden Fällen die Kosten für Datenträger in die Höhe treibt.

Die in diesem Test dokumentierten Ergebnisse basieren auf Prüfungen in einer kontrollierten Umgebung. InterSystems stellt das Benchmark-Kit [als Open-Source-Software](#) bereit, sodass es in AWS oder mithilfe von Docker auf lokalen Maschinen ausgeführt werden kann. Dennoch kann es in der Praxis zu Abweichungen kommen, da sich die Variablen in einem Produktionsrechenzentrum auf die Performance auswirken. Um die Effektivität einer Lösung zu bewerten, sollten die Planung und Tests in Ihrer eigenen Umgebung stattfinden.

ESG ist der Ansicht, dass InterSystems IRIS eine skalierbare, leistungsstarke Datenplattform ist, die problemlos die erforderliche hochvolumige gleichzeitige Datenerfassung und -abfrage für moderne Anwendungen handhaben kann. Wenn Sie eine robuste Datenplattform für Ihr Unternehmen benötigen, sollten Sie sich InterSystems IRIS genauer anschauen.

Alle Markennamen sind Eigentum der jeweiligen Unternehmen. Die in dieser Publikation verwendeten Informationen stammen aus Quellen, die The Enterprise Strategy Group (ESG) als vertrauenswürdig einstuft. ESG übernimmt jedoch keinerlei Gewähr. Diese Publikation gibt möglicherweise Meinungen von ESG wieder, die sich im Laufe der Zeit ändern können. Diese Publikation ist im Namen von The Enterprise Strategy Group, Inc. urheberrechtlich geschützt. Die Vervielfältigung oder Weitergabe an nicht autorisierte Personen, sowohl ganz als auch teilweise, in gedruckter, elektronischer oder sonstiger Form, ohne ausdrückliche Genehmigung von The Enterprise Strategy Group, Inc. stellt einen Verstoß gegen US-amerikanisches Urheberrecht dar und wird zivilrechtlich und ggf. strafrechtlich verfolgt. Bei Fragen stehen Ihnen die Kundenbetreuer von ESG unter +1 (508) 482 0188 zur Verfügung.

ESG-Validierungsberichte dienen dazu, IT-Experten über Informationstechnologielösungen für Unternehmen jeder Art und Größe zu informieren. ESG-Validierungsberichte ersetzen nicht den Bewertungsprozess, der vor jeder Kaufentscheidung ratsam ist, sondern bieten lediglich einen Einblick in diese neuen Technologien. Unser Ziel ist es, die wichtigsten Features und Funktionen der Produkte vorzustellen, deren Einsatzmöglichkeiten bei der Problemlösung in der Praxis aufzuzeigen und die Bereiche zu ermitteln, in denen noch Verbesserungspotenzial besteht. Die professionelle und unabhängige Sichtweise des ESG-Validierungsteams basiert auf eigenen praxisorientierten Tests sowie auf Gesprächen mit Kunden, die diese Produkte in Produktionsumgebungen einsetzen.