

# Eine überlegene Alternative zu In-Memory-Datenbanken und Key-Value Stores



## Einleitung

Unternehmen nutzen häufig In-Memory oder Key-Value Datenbanken (Caching-Ebenen), wenn Anwendungen eine sehr hohe Leistung erfordern. In-Memory-Datenbanken sind jedoch mit hohen Gesamtbetriebskosten und begrenzter Skalierbarkeit verbunden, was zu Problemen mit der Zuverlässigkeit und Verzögerungen durch Neustarts führt, wenn das Speicherlimit überschritten wird. In-Memory Key-Value Datenbanken weisen dieselben Einschränkungen auf und führen außerdem zu einer komplexeren Architektur und erhöhter Latenz.

Dieser Technology Brief erläutert, warum die InterSystems IRIS® Data Platform für leistungsstarke SQL- und NoSQL-Anwendungen eine überlegene Alternative zu In-Memory-Datenbanken und Key-Value Stores ist.

## Leistung und Effizienz auf die nächste Stufe heben

InterSystems IRIS ist die einzige persistente Datenbank, welche die Leistung von In-Memory-Datenbanken und Caching-Ebenen für das Erfassen von Daten bei gleichzeitiger analytischer Verarbeitung erreichen oder übertreffen kann. Sie kann eingehende Transaktionen auf aktueller Standard-Hardware in einer mit In-Memory Datenbanken vergleichbaren Geschwindigkeit verarbeiten, Daten dauerhaft auf persistenten Speichermedien speichern und sie zur Analyse indizieren, ohne das Netzwerk zusätzlich zu belasten.

**Die überragende Leistung bei der Datenerfassung von InterSystems IRIS resultiert zum Teil aus ihrer mehrdimensionalen Daten-Engine, die das effiziente und kompakte Speichern in einer komplexen Datenstruktur ermöglicht. Anhand eines effizienten, mehrdimensionalen Datenmodells mit Sparse-Array-Speichertechnik anstelle von relationalen Tabellen werden wahlfreier Datenzugriff und Updates mit sehr hoher Leistung, weniger Ressourcen und geringerer Festplattenkapazität umgesetzt. Darüber hinaus bietet sie neben den herkömmlichen TCP/IP-Zugriffs-APIs auch In-Memory-, In-Process-APIs, um die Erfassungsleistung zu verbessern.**

Mit dem Enterprise Cache Protocol (ECP) hat InterSystems eine einzigartige Technologie entwickelt, die Leistung und Effizienz zusätzlich optimiert. Sie koordiniert den Datenstrom in einer Umgebung mit mehreren Servern von der Erfassung bis zur Verarbeitung.

Mittels ECP können die Server in einem verteilten System sowohl als Anwendungs- als auch als Datenserver dienen. Daten- und Rechenressourcen können basierend auf der Art des Workloads (d. h. Transaktionsverarbeitung oder Analyseabfragen) unabhängig skaliert werden und dynamisch auf Remote-Datenbanken zugreifen, als wären es lokale Ressourcen. Nur ein geringer Prozentsatz der Systemserver muss primärer Eigentümer der Daten bleiben. Wenn die Analyseanforderungen steigen, können unverzüglich weitere Anwendungsserver hinzugefügt werden. Genauso können bei Engpässen des Datenträgerdurchsatzes weitere Datenserver hinzugefügt werden. Die Daten werden neu partitioniert, die logische Ansicht der Anwendungen verändert

sich jedoch nicht. Außerdem gibt es in InterSystems IRIS eine eingebettete, hoch skalierbare Sharding-Funktionalität, die eine enorme Leistungssteigerung sowohl bei der Aufnahme sowie der Abfrage von sehr großen Datenmengen bietet und für den Benutzer vollkommen transparent ist.

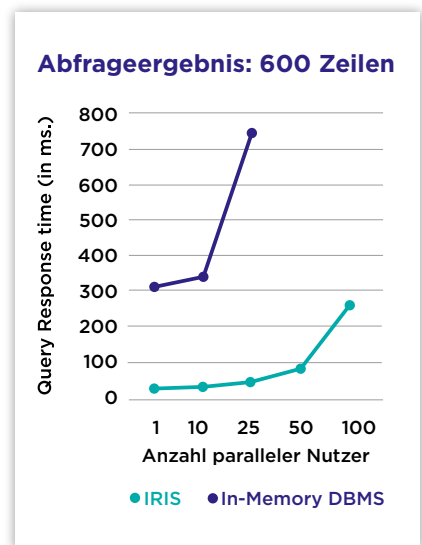
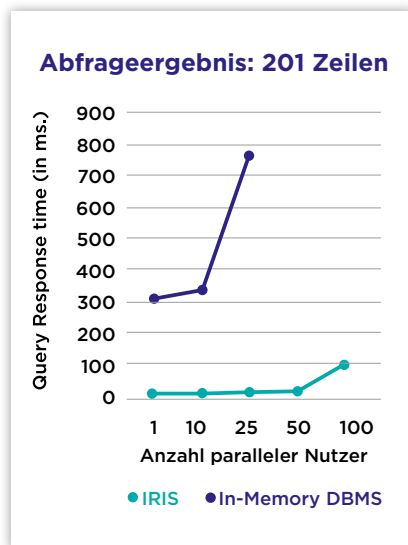
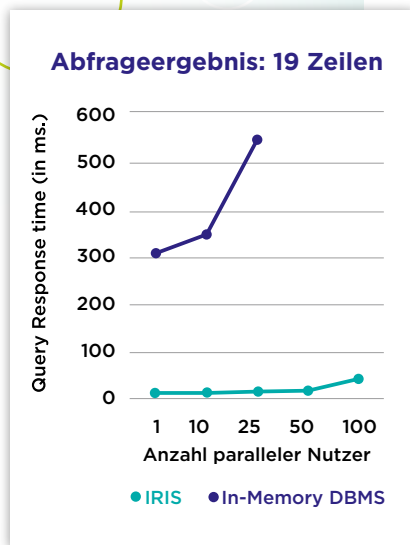
Jeder Knoten im verteilten System kann mit den Daten arbeiten, die auf dem eigenen Festplattensystem gespeichert sind oder von einem anderen Datenserver an ihn übertragen werden. Wenn ein Client Daten anfordert, versucht der Anwendungsserver, die Anforderung über seinen lokalen Cache zu erfüllen. Liegen die Daten nicht lokal vor, fordert der Anwendungsserver sie vom Remote-Datenserver an. Die Daten werden dann auf dem lokalen Anwendungsserver zwischengespeichert und stehen allen Anwendungen zur Verfügung, die auf diesem Server ausgeführt werden. Das Enterprise Cache Protocol sorgt automatisch für Cache-Konsistenz und -Kohärenz innerhalb des Netzwerks.

**So ermöglicht InterSystems IRIS komplexe Analyseabfragen für sehr große Datensätze, ohne dass eine redundante Datenerhaltung notwendig ist. Dies umfasst auch die Möglichkeit, Joins auszuführen, die auf Daten zugreifen können, die über verschiedene Knoten verteilt sind, und zwar mit extrem hoher Leistung und ohne, dass Analysedaten übertragen werden.**

Die ECP-Nutzung ist transparent und erfordert nur geringfügige Anpassungen der Anwendungen. Die Anwendungen behandeln die gesamte Datenbank, als stünde sie lokal zur Verfügung. InterSystems IRIS ermöglicht dabei einen umfassenden und flexiblen Zugriff auf alle Daten innerhalb der Umgebung – über SQL, C++/C#, Java, Python, Node.js und andere verbreitete Programmiersprachen –, ohne Daten über das Netzwerk zu vervielfältigen oder zu übertragen.

In Wettbewerbstests einer führenden globalen Investmentbank unter Verwendung ihrer Daten und Abfragen hat InterSystems IRIS durchgehend besser abgeschnitten als eine führende kommerzielle In-Memory-Datenbank. Sie konnte fast die 10-fache Menge an Daten analysieren (320 GB vs. 33 GB) und benötigte weniger Hardware (4 virtuelle Maschinen, 8 Prozessorkerne und 96 GB RAM vs. 8 virtuelle Maschinen, 16 Prozessorkerne und 256 GB RAM).

## InterSystems IRIS überzeugt durch geringere Gesamtreaktionszeit



**Abbildung 1: InterSystems IRIS verarbeitet in einem konstanten Zeitraum bis zu zehn Mal mehr Abfragen als In-Memory Lösungen und zeigt auch bei größeren Nutzerzahlen noch hervorragende Antwortzeiten. Anmerkung: Wenn ein Datenpunkt in der Grafik fehlt, hat die Abfrage kein Ergebnis zurückgegeben.**

## Steigerung der Zuverlässigkeit durch einen permanenten Datenspeicher

InterSystems IRIS beinhaltet einen permanenten Datenspeicher, der stets auf dem aktuellen Stand ist. InterSystems IRIS sorgt automatisch für eine aktuelle Darstellung aller Daten auf der Festplatte in einem Format, das für den schnellen, zufälligen Zugriff optimiert wurde.

Im Gegensatz dazu verfügen In-Memory Datenbanken in der Regel über keinen permanenten Datenspeicher und alle werden in ihrer Leistungsfähigkeit von der physisch verfügbaren Speicherausstattung limitiert: Wird die feste Grenze des konkret verwendbaren Speichers überschritten, bricht die Performance signifikant ein. Deshalb muss der verfügbare Speicherplatz für sämtliche Daten ausreichen und darüber hinaus genügend Platz für die Erfassung neuer Daten und die Verarbeitung von Analysen bieten. Bei einem unerwarteten Anstieg des Datenvolumens oder Abfragevolumens (oder beides) kann es passieren, dass der verfügbare Speicher dafür nicht mehr ausreicht. Abfragen – insbesondere große Analyseabfragen – benötigen für die Ausführung und Generierung der Ergebnisse viel Arbeitsspeicher. Ist dieser ausgelastet, wird die Verarbeitung abgebrochen.

Für unternehmenskritische Anwendungen wie Trading-Anwendungen in Finanzdienstleistungsunternehmen können Abbrüche oder Verzögerungen von Transaktionen und Ausfälle katastrophale Folgen nach sich ziehen. Bei In-Memory-Datenbanken werden die Speicherinhalte regelmäßig in Prüfpunktdateien geschrieben. Folgedaten werden in Write-Ahead-Log-Dateien (WAL-Dateien) gespeichert. Im Falle einer erforderlichen Wiederherstellung des In-Process-Zustandes nach einem Ausfall, bei der die Prüfpunktdatei und WAL-Dateien erfasst und verarbeitet werden müssen, kann es Stunden dauern, bis die Datenbank wieder online ist.

**BEI IN-MEMORY-DATENBANKEN WIRD DIE VERARBEITUNG ABGEBROCHEN, WENN DER VERFÜGBARE SPEICHER AUSGELASTET IST.**

Mit InterSystems IRIS erfolgt die Wiederherstellung unmittelbar. Dank der permanenten Datenbank gehen Daten nicht verloren, wenn ein Server ausgeschaltet wird oder abstürzt. InterSystems IRIS verhält sich transaktional, alle abgeschlossenen Transaktionen sind auch im Falle des Serverausfalls bereits auf dem jeweiligen Datenserver (lokal oder ECP remote) persistiert.

Die Anwendung greift einfach von einem anderen Server oder von der Festplatte aus auf die Daten zu und setzt die Verarbeitung fort, sodass keine Wiederherstellung der Datenbank oder ihres Zustandes erforderlich ist.

## Mehr Skalierbarkeit durch intelligentes Buffering

Da InterSystems IRIS keine Speicherplatz-Einschränkungen wie In-Memory Datenbanken kennt, wirkt der verfügbare Speicher nicht als Flaschenhals. Durch intelligentes Buffer Management werden Daten, auf die häufiger zugegriffen wird, im Arbeitsspeicher gehalten während dieser durch andere Buffer mit weniger häufig genutzten, bereits abgespeicherten Daten für andere Aktivitäten freigegeben wird. Im Gegensatz dazu muss eine In-Memory-Datenbank alle Daten im Arbeitsspeicher verwahren – auch Daten, auf die vielleicht nie wieder zugegriffen wird.

Mit InterSystems IRIS kann ein Datenelement, das sich auf einem Ein-Maschinen-System nicht im Cache befindet, ganz einfach über die Festplatte wieder abgerufen werden. Bei verteilter Datenhaltung auf mehreren Servern per ECP wird erst der lokale Buffer befragt, dann der Buffer des (physikalisch) datenhaltenden ECP Knoten. Dieser wiederum greift dann im Bedarfsfall auf seine lokale Festplatte zu und liefert die gewünschte Information.

Da sein Speicherplatz nicht begrenzt ist, kann ein InterSystems IRIS-basiertes System unvorhergesehene Lastspitzen der Erfassungsraten und der Analyse-Workloads bewältigen und so skaliert werden, dass Petabytes an Daten verarbeitet werden können. In-Memory-Datenbanken sind dazu nicht in der Lage.

## Geringere Gesamtbetriebskosten

Da Arbeitsspeicher teurer ist als persistenter Speicher, ist der Betrieb von InterSystems IRIS-basierten Anwendungen mit geringeren Hardware-Kosten und geringeren Gesamtbetriebskosten im Vergleich zu In-Memory-Ansätzen verbunden. Viele In-Memory-Systeme speichern für den Fall eines Computerabsturzes redundante Kopien von Daten auf separaten Geräten, wodurch die Kosten zusätzlich steigen.

## Effizientere Performance im Vergleich zu In-Memory-Key-Value-Stores

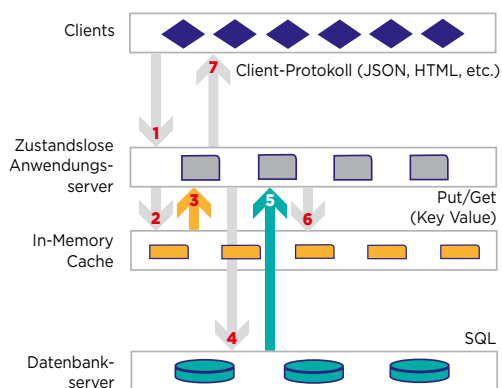
Manche Unternehmen betreiben hochleistungsfähige Anwendungen, indem sie In-Memory Key-Value Stores als eigenständige Cache-Schicht zwischen der Speicher-Engine und dem Anwendungsserver betreiben. Dieser Ansatz verliert jedoch aus verschiedenen Gründen zunehmend seinen Reiz.

**Komplexe Architektur.** Diese Caching-Ebene (Layer) muss im Key-Value-Store Caching immer über alle Änderungen der darunterliegenden Datenbank informiert werden, um keine veralteten oder gar falschen Daten zu liefern. Dieser Prozess ist extrem aufwändig und birgt viele Unwägbarkeiten. InterSystems IRIS erledigt diese Aufgabe hingegen eigenständig und sorgt automatisch für die Aktualität der gepufferten Daten über Systemgrenzen hinweg. (Abbildung Nr. 2)

**Erhöhte CPU-Kosten.** Es besteht ein inhärentes Ungleichgewicht zwischen der Caching-Ebene (die mit Zeichenketten und Listen arbeitet) und dem Anwendungscode. Daher muss die Anwendung permanent Daten zwischen den Strukturen im Cache und der Anwendungsschicht konvertieren, wodurch die CPU-Kosten sowie der die Komplexität und der Aufwand für die Entwickler steigen.

**Latenzzeit.** Da Anfragen zwischen dem Applikationsserver und der Caching-Ebene stattfinden, erhöht dieser Ansatz den Netzwerkverkehr und führt zu zusätzlicher Latenz innerhalb der Anwendung.

### Nutzung eines eigenständigen In-Memory-Cache



### Nutzung von InterSystems IRIS

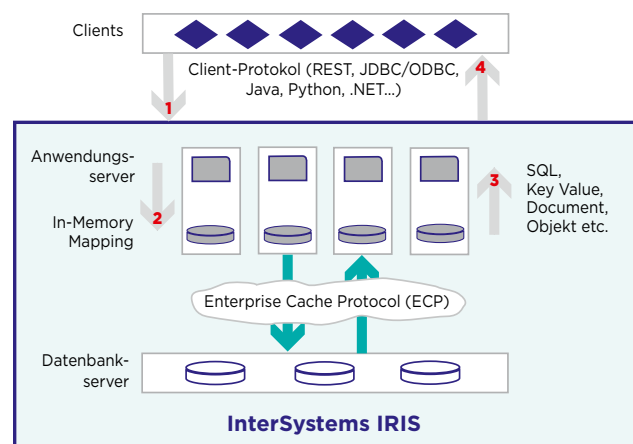


Abbildung 2: Vergleich von InterSystems IRIS mit separater In-Memory-Cache-Schicht, Anwendungsserver



In einem vor Kurzem erschienenen Forschungsartikel argumentierten Techniker von Google und der Stanford University, dass „die Zeit der [Remote-In-Memory-Key-Value-Datenbank] bereits vorbei ist: Die Komplexität ihrer Domain-unabhängigen APIs (z. B. PUT/GET) überträgt sich auf die Anwendung, was zu zusätzlichen (Un)Marshalling-Kosten und Netzwerk-Hops führt.“<sup>1</sup>

Da InterSystems IRIS diese Extra-Cache-Ebene architekturbedingt nicht benötigt, bietet sie im Vergleich zu In-Memory-Key-Value Stores eine bessere Leistung und Effizienz, während gleichzeitig die Architektur- und Anwendungscomplexität verringert wird.

## Fazit

Der Hauptgrund für die Verwendung von In-Memory-Datenbanken und Caching-Ebenen liegt in der Leistung. Doch trotz ihrer Geschwindigkeit haben sie auch Grenzen. Dazu zählen begrenzte Skalierbarkeit, Zuverlässigkeitsprobleme und Verzögerungen durch Neustarts bei Überschreitung der Speichergrenzen, größere Komplexität der Architektur und darauf basierender Anwendungen sowie hohe Gesamtbetriebskosten.



InterSystems IRIS ist die einzige persistente Datenbank, deren Leistung mit der von In-Memory-Datenbanken und Caches vergleichbar ist oder diese sogar übertrifft – ohne entsprechende Einschränkungen. All das macht InterSystems IRIS zu einer überlegenen Alternative für unternehmenskritische Hochleistungsanwendungen.

## Über InterSystems

InterSystems ist die treibende Kraft hinter einigen der wichtigsten IT-Anwendungen der Welt. Im Gesundheitswesen, im Finanzsektor, in der öffentlichen Verwaltung und in vielen anderen Bereichen, wo viel auf dem Spiel steht, ist InterSystems seit 1978 ein strategischer Anbieter von Technologien. Das private Unternehmen mit Niederlassungen rund um den Globus hat seinen Hauptsitz in Cambridge, Massachusetts (USA). Die Softwareprodukte von InterSystems werden tagtäglich von Millionen Menschen in über 80 Ländern genutzt.

**Weitere Informationen erhalten Sie unter: [InterSystems.de/IRIS](https://www.inter-systems.de/IRIS)**

<sup>1</sup> Adya, Atul, Robert Grandl, Daniel Myers und Henry Qin. „Fast Key-value Stores: An Idea Whose Time Has Come and Gone.“ 13. Mai 2019. <https://doi.org/10.1145/3317550.3321434>.

 @InterSystems\_de intersystems-dach InterSystems.de

The power behind what matters.

