

# Analyse des Einsatzpotenzials von In-Memory-Technologien in Handelsinformationssystemen

Reinhard Schütte

EDEKA AG  
New-York Ring 6  
22297 Hamburg  
reinhard.schuette@edeka.de

**Abstract:** In-Memory-Technologien eröffnen vor allem bei Anwendungen, in denen große Datenmengen zu verarbeiten sind, interessante Einsatzpotentiale. In dem Beitrag wird mit dem Lunar-Programm das weltweit größte Projekt im Handel vorgestellt, um darauf aufbauend Einsatzpotentiale aus einer betriebswirtschaftlichen Perspektive in und aus einer technologischen Perspektive beim Betrieb von Handelsinformationssystemen heraus zu identifizieren.

## 1 In-Memory-Technologien

Die traditionelle Informationsverarbeitung ist geprägt von einer Dualität von Datenstrukturen und Algorithmen, wie es in der Informatik seit Jahrzehnten üblich ist. Auch wenn die Objektorientierung als technisches Konstrukt Eingang in die Informationssystemwelt gefunden hat, die konzeptionelle Analyse ist weiterhin sehr von einer prozessorientierten Sichtweise geprägt, die vor allem die Funktionen fokussiert. Die Betonung der Applikationen und die davon getrennte Datenhaltung findet ihren Ausdruck in der Art und Weise, wie Daten und Applikationen architektonisch verzahnt werden, was letztlich dazu führt, dass die Daten weitgehend auf Festplatten oder im Cache gespeichert und nicht im Arbeitsspeicher vorgehalten werden.

Die In-Memory-Technologieansätze, die aus der betrieblichen Praxis bzw. von Softwareunternehmen propagiert werden, lösen sich von den traditionellen Architekturgrundsätzen und nehmen eine Speicherung der Daten im Arbeitsspeicher vor [LV11, S. 384], so dass enorme Performance-Vorteile in Aussicht gestellt werden [PI09]. Einhergehend mit den Performance-Versprechungen sind die konzeptionellen Defizite nicht zu vernachlässigen, denn die Datenhaltung im Arbeitsspeicher ist momentan nur mit Snapshots, Replikationen oder Transaction Logs möglich, so dass nicht unbedingt die „eleganteren Lösungsansätze“ zur Unterstützung der Datenhaltung eingesetzt werden.

Ungeachtet der grundsätzlichen technologischen Fragestellung widmet sich der Beitrag zwei wesentlichen Analysefeldern: Der Identifikation von Einsatzgebieten der In-Memory-Technologien aus einer betriebswirtschaftlichen Perspektive im Umfeld von Handelsinformationssystemen und aus einer technologiezentrierten Perspektive beim Betrieb von Handelsinformationssystemen.

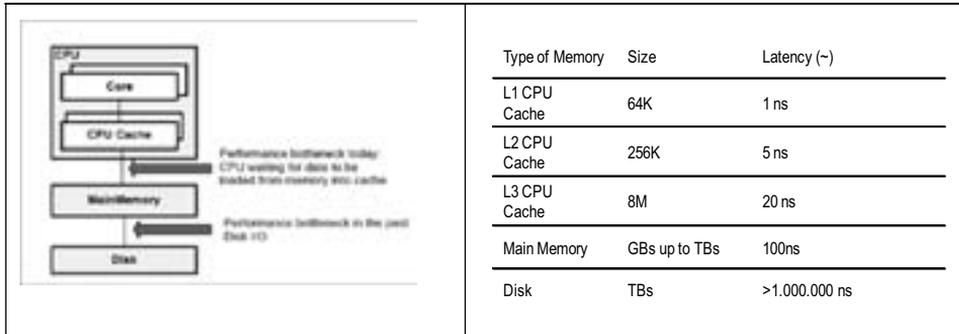


Abbildung 1: Die Grundidee einer In-Memory-Technologie [Sil1]

In-Memory-Technologien werden hier verstanden als technologiegetriebene Ansätze, die die Speicherung und Verwaltung der Daten im Hauptspeicher vorsehen. Damit sind In-Memory-Ansätze vor allem dann sinnvoll, wenn an die Datenverarbeitung Echtzeitanforderungen bestehen.

## 2 Handelsinformationssysteme

Handelsinformationssysteme werden in Anlehnung an Becker/Schütte als umfassende Anwendungssysteme verstanden, die sämtliche Prozesse in Handelsunternehmen unterstützen (vgl. Abbildung 2). Im Gegensatz dazu dienen Warenwirtschaftssysteme den warenorientierten dispositiven, logistischen und abrechnungsbezogenen Prozessen, die für die Durchführung der Geschäftsprozesse eines Handelsunternehmens erforderlich sind [BS04, S. 15].

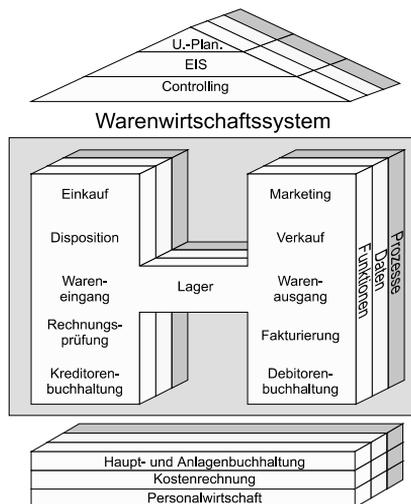


Abbildung 2: Handelsinformationssysteme und Abgrenzung zu Warenwirtschaftssystemen [BS04]

Bei Handelsunternehmen existieren aufgrund der traditionell hohen Datenvolumina besondere Anforderungen an die Performance der Applikationssysteme sowie der Hardwareeinheiten. Daher erscheint die Domäne von Handelsinformationssystemen besonders geeignet zu sein, Anwendungsfelder für den Einsatz von In-Memory-Technologien zu liefern.

## 2.1 Das Lunar-Programm bei der EDEKA: inhaltlich-funktionale Perspektive

Das Lunar-Programm, in dem die EDEKA-Gruppe bis Ende 2012 ca. 350 Mio. € in die Entwicklung von neuen Softwareprodukten investiert und sämtliche EDEKA-Einheiten adressiert werden, bildet sämtliche Anforderungen der EDEKA-Gruppe inhaltlich-funktional gemäß der dreistufigen Organisationsstruktur in sechs Programmbereichen ab (vgl. Abbildung 3).

Die Basis der Systemlandschaft bildet das EDM – EDEKA Daten Management, in dem national die Stammdaten angelegt und gepflegt werden mit sämtlichen Daten, die aus einer nationalen Perspektive für alle Subsysteme benötigt werden. Aus dem EDM werden die jeweils für die Subsysteme (die Groß- und Einzelhandelswarenwirtschaftssysteme) als relevant deklarierten Artikel und Mengeneinheiten mit den jeweiligen Initialinformationen sowie den Aktualisierungen versorgt. Das System führt aktuell ca. 1,5 Millionen Stammdaten und hat zudem diverse Mengeneinheiten je Artikel und mehrere hundert Attribute je Artikel aufzuweisen. Das alleine durch die Stammdaten induzierte Mengenvolumen ist nicht zu unterschätzen.



Abbildung 3: Die inhaltlich-funktionale Perspektive auf das Lunar-Programm

Basierend auf den Stammdaten sind die drei Blöcke EDEKA Zentrale, Großhandel und Einzelhandel als zusammenhängende, dreistufige Wertschöpfungskette zu verstehen, die in dieser Kombination die EDEKA prägt:

*EDEKA-Zentrale:* In der EDEKA-Zentrale werden aus Applikationssicht vier wesentliche Aufgaben wahrgenommen, das nationale Warengeschäft für Marken- und Eigenmarkeneinkauf, der Betrieb der Fruchtkontore, der Ein- und Verkauf von Non-Food-Ware sowie die Zentralregulierung nebst begleitenden Aufgaben.

Für den Einkauf wird ein nationales BI-System betrieben, in dem für mehr als 8.000 Betriebe artikelgenaue Abverkaufsdaten gespeichert werden. Diese Informationen werden in einem dezidierten Kategorienreporting mit Marktforschungsdaten zusammengeführt, d. es findet die Integration von externen Daten zur Wettbewerbsentwicklung im Markt mit eigenen Daten statt. Neben den Abverkaufsdaten sind auch die Daten aus der Zentralregulierung artikelgenau vorhanden.

Die Zentralregulierung für annähernd 25 Mrd. Euro Umsatz erfolgt artikelgenau für 23 Millionen Belege pro Jahr, so dass ca. 400 Mio. Belegpositionen pro Jahr in dem SAP Agency Business System gebucht werden. Neben der Zentralregulierung werden die rückwärtigen Konditionen in dem System artikelgenau auf Basis der eigenen Daten abgerechnet.

*Großhandel:* In den sieben Großhandelsbetrieben, die handelsrechtlich betrachtet jeweils eigene Konzerne mit einem Umsatz zwischen 3 – 7 Mrd. € sind, werden sämtliche Aufgaben eines Handelsinformationssystems unterstützt (vgl. Abbildung 2). Ausgehend von den aus der Edeka-Zentrale referenzierten Stammdaten werden diese um weitere, für die regionale Handelstätigkeit erforderliche Stammdaten angereichert. Die Aufgaben des Beschaffungsprozesses (für das Lagergeschäft) werden ebenso wahrgenommen wie die entsprechenden Aufgaben auf der Distributionsseite, um einerseits die Belieferung für die Selbständigen Kaufleute und andererseits die der eigenen Regiebetriebe vornehmen zu können. Bei den Regiebetrieben werden auch die Aufgaben des Marketings mitverantwortet, während bei den Selbständigen Kaufleuten die Ausprägungen der 4-Ps des Marketing-Mixes in der Verantwortung dieser selbst liegt. Die Logistik in der EDEKA-Gruppe umfasst dabei mehr als 50 Lagerstandorte und es werden sämtliche Belieferungsformen (Lagerlieferungen aus dem Bestand, Lagerlieferungen über Cross Docking I und II für die Belieferung von fremden und eigenen Lieferanten (Produktionsbetriebe der EDEKA Großhandlungen oder der EDEKA Zentrale)) unterstützt. Die Datenvolumina sind in der Logistik (Kommissionierung, Warenausgang) sowie den angrenzenden Prozessen der Fakturierung hoch und erfordern insbesondere in den besonders verarbeitungsintensiven Zeiträumen am Vormittag eine enorme Verarbeitungsgeschwindigkeit.

*Einzelhandel:* Im Einzelhandel werden auch die kompletten Aufgaben eines Handelsinformationssystems abgebildet, wobei die rückwärtigen Prozesse der Finanzbuchhaltung und des Controllings weniger stark ausgeprägt sind als in der Großhandlung. Es sind dabei die Besonderheiten zu beachten, die insbesondere bei einer zentralen IT-Architektur bestehen, wenn für mehrere tausend Märkte Anforderungen an die Verarbeitungsfähigkeit in einem engen Zeitintervall gestellt werden.

*Supply Chain Management:* Das Supply Chain Management wird durch eine Plattformlösung unterstützt, die für das Dispositions- und Bestandsmanagement, das Transportmanagement, das Behältermanagement, die Verfügbarkeitsprüfung, das WE-Dispatching und die USP-(Umschlagspunkt)Steuerung zuständig ist. Dabei wird eine neuartige Integration über unterschiedliche Sparten eines Handelsunternehmens (Großhandelsbelieferung, Cash+Carry sowie Fleischwerke) möglich, da die Plattform eine entscheidungsorientierte Steuerung der Logistik vornimmt.

*Business Intelligence:* Die Auswertungen über das operative Geschäft werden auf drei Ebenen unterstützt. Auf der Ebene der EDEKA Zentrale wird das nationale BI-System eingesetzt, um das nationale Warengeschäft zu unterstützen (s.o.). Auf der regionalen Ebene werden die BI-Systeme sowohl für die Großhandels- als auch die Einzelhandelsaufgaben benötigt, um das operative Geschäft zu unterstützen. Die Auswertungen reichen von Umsatz- und Artikelanalysen über Personalkostenbetrachtungen bis hin zu Ergebnisrechnungen.

## 2.2 Das Lunar-Programm bei der EDEKA: technologische Perspektive

Aus technischer Sicht ist das Lunar-Programm besonders anspruchsvoll, da die Systeme als Templates entwickelt und von dem Lunar-Rechenzentrum in Hamburg aus in die einzelnen Einheiten überführt und dort selbst betrieben werden. Aus diesem Grund sind in der EDEKA-Gruppe mehr als 300 SAP-Systeme im Einsatz, davon alleine 140 im Lunar Rechenzentrum. Die Lunar-Applikationslandschaft stellt ein komplettes System-Modell über alle Handelsstufen, Entwicklungsstufen und Programmbereiche dar.

Die Systemvielfalt, die in heutigen netzartigen Applikationslandschaften üblich sind, führt zu enormen Herausforderungen u.a. bei Releasewechsellern. Die Lunar GmbH ist für die EDEKA-Gruppe der Softwarelieferant, der in Releasezyklen die Software entwickelt und in fest definierten Zeitabständen in die EDEKA-Einheiten zum Betrieb überführt, nachdem Test in der Lunar GmbH und bei den einsetzenden Einheiten erfolgt sind. Damit sind die Anforderungen an die Entwicklung und Weiterentwicklung von Produkten und Produktfamilien mit den Aufgaben eines Standardsoftwareherstellers vergleichbar.

Die Systeme werden in einem x86-Systemkonzept (vgl. Abbildung 4) betrieben, wobei die Virtualisierung der Server sowie das Oracle RAC zentrale Komponenten der technischen Konzeption bilden.

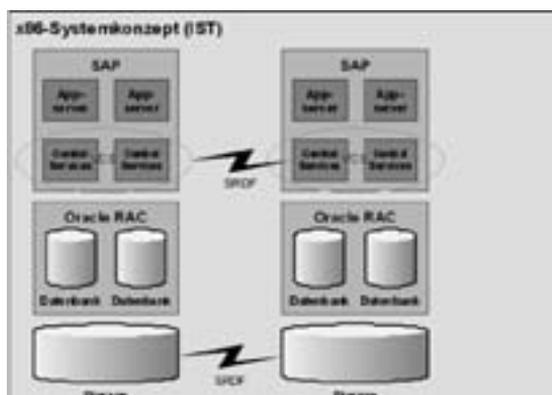


Abbildung 4: Technische Systemkonzeption bei Lunar

## 3 Einsatzpotentiale von In-Memory-Technologien im Handel

### 3.1 Inhaltlich-funktionale Perspektive

Aus betriebswirtschaftlicher Sicht bestehen vor allem dann Herausforderungen an die Geschwindigkeit der Datenverarbeitung, wenn die Anforderungen entweder nicht umsetzbar sind oder erst bei schnelleren Verarbeitungsgeschwindigkeiten von den Anwendern akzeptiert werden. Es sollen nachfolgend einige Aufgaben diskutiert werden, die sich für den Einsatz von In-Memory-Technologien besonders geeignet erweisen könnten.

#### 1. Beispiel Disposition

Bei der Disposition sind diverse Anforderungen im Rahmen der Bedarfsprognoserechnung wie die Promotions, die Abverkaufsdaten, die Marktdaten und die Profitabilität (Entwicklung der Einkaufspreise in der Zukunft) zu beachten (vgl. Abbildung 5).



Abbildung 5: Beispiel Disposition

Heutzutage werden die Optimierungsläufe in einer Forecast & Replenishment Engine im SAP-Umfeld durchgeführt, wobei diese Berechnungen erst nachts nach der Verbuchung der Bestände auf Basis von Wareneingängen und Abverkäufen erfolgen können.

Die Zeitdauer für derartige Berechnungen ist in Abhängigkeit von der Anzahl an Betrieben und Sortimenten häufig mehrere Stunden umfassend. Die Ergebnisse der Optimierungen stehen erst morgens für die Bearbeitung in den Betrieben zur Verfügung. Die Ergebnisse werden in normale Bestellvorschläge, die keine weitere Bearbeitung durch einen Disponenten bedürfen, und Exceptions unterschieden, die eine Nachbearbeitung erfordern. Bei der Nachbearbeitung sind der Bestand, die Abverkaufs-Ausreißer, etc. zu prüfen. Nach der Rückmeldung der neu erfassten Datensituation ist es aufgrund der Zeitknappheit für die Dispositions-rückmeldung nicht mehr möglich, einen erneuten Optimierungslauf durchzuführen, sondern die Bestellmengen-vorschläge werden lediglich durch die Rückmeldung korrigiert. Damit erfolgt bei diesen Bestellmengen keine tatsächliche Optimierung. Durch den Einsatz von In-Memory-Technologien könnte dieser Umstand korrigiert werden und es wäre möglich, betriebswirtschaftlich bessere Ergebnisse bei der Lösung derartiger Entscheidungsmodelle zu erlangen, indem

ein erneuter Optimierungslauf nach Korrektur der Daten in einem neuen Restriktionsnetz erfolgt.

Aus diesem Beispiel lässt sich eine allgemeine Regel zur Identifikation von Einsatzpotentialen von In-Memory-Technologien ableiten: betriebswirtschaftliche Optimierungskalküle werden auch für datenintensivere Anwendungen einsetzbar, was im Handel in vielen Situationen ein erhebliches Optimierungspotential ergibt.

## 2. *Beispiel Aktionen*

Bei der Gestaltung von Aktionen in Handelsunternehmen werden die in einer Aktion zu berücksichtigenden Artikel auf Basis von Wochenumsätzen auf einer taktischen Planungsebene sowie nach Thema und Warenbereich geplant.

Systemtechnisch werden die Artikel zu einer Aktion mit einem Vorlauf von einigen Wochen vor Aktionsbeginn angelegt, um die operativen Folgeprozesse – Disposition, Preisaktivierung, Werbemittelerzeugung, etc. anstoßen zu können. Für die Artikelfestlegung sind dabei Abverkaufsdaten aus der Historie erforderlich, die in heutigen Systemen im BI / DW gespeichert sind. Die Festlegung der Artikel aber wiederum erfolgt in einem transaktionalen System. An dieser Stelle wird deutlich, wie die künstliche Trennung dieser beiden Systeme ohne Integration in einem Arbeitsschritt für den Anwender die betriebswirtschaftliche Realität künstlich trennt. Es sind transaktionale Aufgaben und analytische Aufgaben simultan zu erfüllen und nicht getrennt, die Unterscheidung zwischen beiden Aufgabenarten ist das Ergebnis einer aus technischen Performance-Gründen hervorgerufenen Trennung. Als Lösungsoptionen gibt es heute nur die „künstliche“ Anordnung von operativen Aufgaben in einem Data Warehouse oder die Extraktion von Daten aus einem Business Warehouse in ein transaktionales System.

Neben dem Aktionsprozess sind analoge Anforderungen auch im Open-to-buy-Prozess vorhanden, in dem die Trennung zwischen dem Warenwirtschaftssystem und dem Data Warehouse zu Problemen führt. Auch bei der Planung der Konzernumsätze und ergebnisse, die heute ebenfalls in einem BW (z.B. SAP mit dem BPS-Systeme - Business Planning and Simulation) erfolgt und nicht integriert in den Rechnungswesensystemen. Die Entwicklungen zur Integration von OLAP und OLTP werden demzufolge in der Literatur auch bereits als OLXP bezeichnet [ZKM11].

## 3. *Beispiel Marketing*

Besonders hohe Anforderungen bestehen in Handelsunternehmen, wenn die Absatz- und Umsatzanalyse entsprechend der aktuell unter dem Rubrum „Business Analytics“ diskutierten Konzepte vorgenommen werden soll. Beispielsweise gibt es in den USA Handelsunternehmen, die sämtliche Artikelpreise der Wettbewerber bis auf den einzelnen Markt in den eigenen Systemen abbilden und damit den gesamten Wettbewerb in ihren Systemen simulierbar machen. Dies führt zu einem exponentiellen Datenwachstum, die bei einer zeitgerechten Preissetzung – idealtypisch in Echtzeit – ebenfalls nur mit In-Memory-Technologien umsetzbar sein dürften.

Beispielsweise werden bei echtzeitgenauer Umsatz- und Absatzauswertung je Region bei 10 Mio. Bonzeilen pro Tag enorme Anforderungen an die Verarbeitungsgeschwindigkeit gestellt, wenn mit einem Verzug von 5 Minuten für sämtliche Kaufleute bis auf Warengruppenebene die Umsätze dargestellt werden sollen. Die aktuelle SAP BI-Architektur ist beispielsweise nicht in der Lage, diese Herausforderungen für sämtliche Märkte einer Region abzubilden.

Bei einer nationalen Betrachtung wären in der EDEKA-Gruppe bereits heute ca. 120 Millionen Bonzeilen zu verarbeiten, sofern dann auch noch die Zusammenhänge zwischen Artikeln im Sortimentsverbund zu analysieren wären, sind diese Datenvolumina noch immer für analytische Auswertungen kaum darstellbar und daher für In-Memory-Technologien besonders geeignet [vgl. auch FG 11].

#### 4. Beispiel: Controlling –relative Einzelkosten- und Deckungsbeitragsrechnung

Die aus betriebswirtschaftlicher Perspektive für das Controlling überzeugende Konzeption ist die relative Einzelkosten- und Deckungsbeitragsrechnung von Riebel (vgl. Abbildung 6).

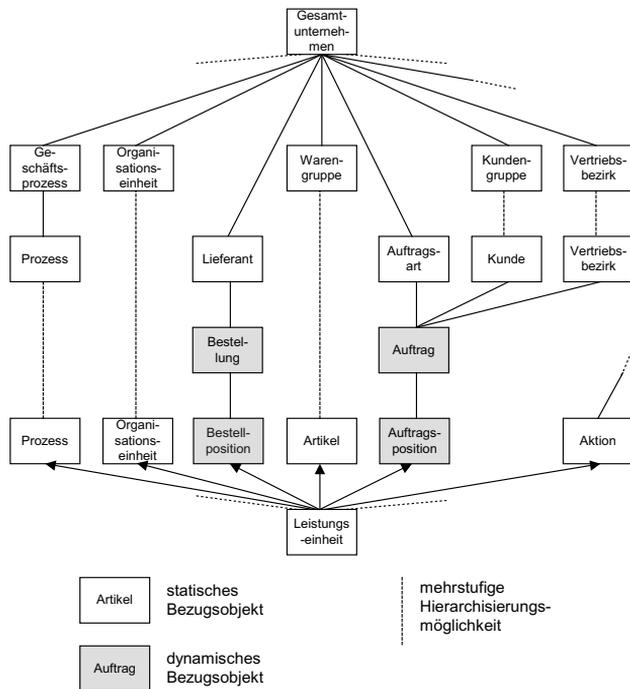


Abbildung 6: Mehrobjektbezogene Deckungsbeitragsrechnung [BS04]

In der SAP wird unter der Bezeichnung CO-PA (Controlling – Profitability Analysis) die Riebelsche Lösungskonzeption verfügbar, die allerdings aufgrund der mit der mehrob-

jektbezogenen Buchungsproblematik hervorgerufenen Rechnerbelastungen bei Massendatenanforderungen nicht empfohlen wird. Die SAP empfiehlt im Handel stattdessen die Profit Center Analysis. Die beim Einsatz von In-Memory-Technologien zur Verbesserung der Performance bei der Ergebnisrechnung gewonnenen Erkenntnisse (vgl. Abbildung 7) lassen den Einsatz von diesem Konzept damit erstmalig auch für den Handel möglich werden.

	ERP w/o HANA (production Hardware)	ERP with HANA (SAP test Installation)	Acceleration factor vs. ERP
EBIT with commodity sales – initial report	260 sec	7 sec (DB 2.8 sec)*	40
EBIT with commodity sales – drilldown by alphacode	620 sec	5 sec (DB 2.9 sec)*	124
Cost allocation – initial report	45 sec	5 sec (DB 3.4 sec)*	9
Cost allocation – drilldown by sending cost center	260 sec	7 sec (DB 3.3 sec)*	37

Abbildung 7: Optimierung der Verarbeitungszeiten im SAP CO-PA durch Hana [Si11, S.15]

### 3.2 Technologische Perspektive

Aus einer technischen Perspektive heraus stellt erstens die Weiterentwicklung der Produkte und zweitens der Betrieb der Systeme Herausforderungen an die Verarbeitungsgeschwindigkeit.

#### 1. Beispiel Releasewechsel

Für Unternehmen, die in erheblichem Umfang eigene Produkte als Standardreleases einsetzen und dadurch mindestens jährliche Releasewechsel in vielen Organisationseinheiten durchführen müssen, werden die verfügbaren Zeitfenster für die Umsetzung der Releasewechsel in den Organisationseinheiten sehr eng. Bei Unternehmen wie Nestle, Unilever, Beiersdorf, EDEKA, Metro etc. sind stets in vielen Einheiten Releasewechsel durchzuführen. Es ist eine große Herausforderung in den Einheiten, die notwendigen Zeitfenster für die Releasewechsel zu finden, die mit zunehmendem Datenvolumen auch nicht weniger anspruchsvoll werden. Es wäre eine signifikante Verbesserung der Situation durch den Einsatz von In-Memory-Technologien zu erwarten, wenn es auch gelänge, die Aufgabe auf den technologischen Schichten – und nicht nur bei den Applikationsschichten – zu unterstützen.

#### 2. Beispiel Batchprozesse in der Nachtverarbeitung

Auch wenn die Literatur weitgehend von Online-Anwendungen ausgeht, so haben in der Praxis Batchprozesse weiterhin eine große Relevanz. Die Vielzahl von Batchprozessen bei großen Unternehmen ist in der gebotenen Zeit schwer darzustellen, wie die Buchung aller Wareneingänge des Tages, die Verbuchung der Warenausgänge / Fakturen eines Tages, die Automatischen-Dispositions-Läufe, etc. Angesichts der Situation in Handelsunternehmen, dass die Öffnungszeiten immer weiter ausgedehnt werden, sind Betriebs-

zeiten von 7x24 h praxisrelevante Herausforderungen für zentrale IS-Architekturen. Hier könnten In-Memory-Ansätze eine Entlastung bei dem Betrieb der Systeme mit sich bringen, die bis dato noch nicht diskutiert werden.

Außerdem sind die Performance-Anforderungen jeden Tag in engen Zeitintervallen zu erfüllen, in denen beispielsweise die Bestellungen bei Apotheken- Großhändlern zu 80 % in der Zeit von 10.00-13.00 eingehen und verarbeitet werden müssen oder die Kassendaten in Spitzenzeiten wie freitags und sonnabends im Lebensmittelhandel für eine Echtzeit-Bereitstellung zu einer Herausforderung werden.

### 3. Beispiel: Deltaload-Prozesse

Auch bei den Massendatenänderungen, die im Handel täglich erfolgen, vor allem auch durch das Aktionsgeschäft, lassen sich enorme Verbesserungen in der Änderungsversorgung erwarten, wie es aus Abbildung 8 hervorgeht.

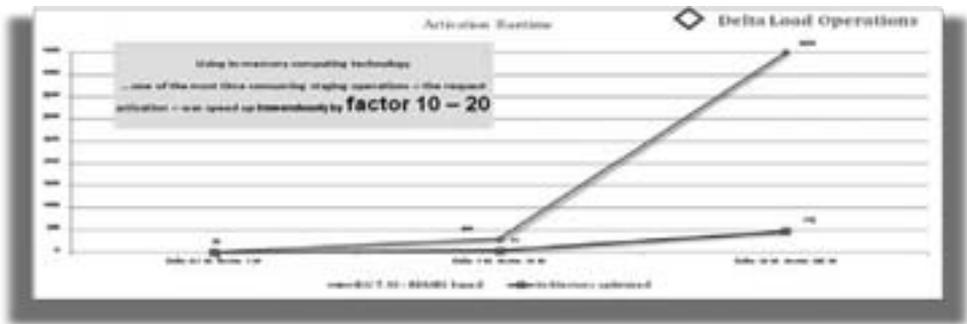


Abbildung 8: Verbesserung der Bearbeitungszeiten bei Delta-Load-Vorgängen [Si11, S. 27]

## 4 Ausblick

Die Einsatzfähigkeit der In-Memory-Technologien in Handelsunternehmen dürfte aufgrund der bereits pilotierten Projekte gegeben sein, ob damit auch die Einsetzbarkeit in derart großen Technologieumgebungen wie der EDEKA-Gruppe gegeben ist, bleibt allerdings noch offen.

Die betriebswirtschaftlichen Anforderungen, die aufgrund der Verfügbarkeit von In-Memory-Technologien umsetzbar werden, nehmen zu und hier bedarf es eines Analyse- rasters für die Ermittlung des Einsatzpotentials von In-Memory-Ansätzen.

Welche Aufgaben sich technisch besser lösen lassen, ist bislang im Kontext des neuen Technologiekonzepts wenig diskutiert worden. Dabei ist möglicherweise das technische Einsatzpotential für In-Memory-Technologien am erfolgversprechendsten, denn dort existieren bis dato weitgehend ungelöste Probleme, die nur mit In-Memory-Technologien einer Lösung zugeführt werden können.

Die größte Herausforderung bei den In-Memory-Technologien besteht darin, die konzeptionellen Anforderungen im Rahmen des Software-Engineerings nicht zu vernachlässigen [vgl. auch Le11]. Über Jahrzehnte hat die Informatik und die Wirtschaftsinformatik die fachkonzeptionelle Datenmodellierung – und seit den neunziger Jahren auch die Prozessmodellierung – vorangetrieben und es ist nun erforderlich, die neuen Technologieansätze mit den konzeptionellen Errungenschaften der Vergangenheit zu kombinieren.

## Literaturverzeichnis

- [BS04] Becker, J.; Schütte, R.: Handelsinformationssysteme. 2. Aufl., Redline-Verlag, Landsberg/Lech, 2004.
- [FG11] Fabian, B.; Günther, O.: In-Memory-Datenmanagement für Business Intelligence. In: Wirtschaftsinformatik 53 (2011) 6, S. 388.
- [Le11] Lehner, W.: In-Memory Data Management – Evolution oder Revolution. In: Wirtschaftsinformatik 53 (2011) 6, S. 386-387.
- [LV11] Lechtenböcker, J.; Vossen, G.: Hauptspeicherdatenbanktechnologie: Herausforderungen und weitere Entwicklung. In: Wirtschaftsinformatik 53 (2011) 6, S. 384-385.
- [Lo11] Loos, P.: In-Memory-Datenmanagement in betrieblichen Anwendungssystemen. In: Wirtschaftsinformatik 53 (2011) 6, S. 383-384.
- [PI09] Plattner, H.: A common database approach to OLTP and OLAP using an in-memory column database. In: Cetentemel, U.; Zdonik, SB; Kossmann, D.; Tatbul, N.: Proceedings of the ACM SIGMOD international conference on management of data (SIGMOD 2009), Providence 2009, S. 1-7.
- [PZ11] Plattner, H.; Zeier, A. (Hrsg.): In-Memory Data Management. An Inflection Point for Enterprise Applications. Berlin et al. 2011.
- [Re11] Reulmann, O.: In-Memory Evolution bei SAP. SAP Hana. Präsentation Februar 2011.
- [Si11] Sigg, S.: SAP HANA and Business Applications. Präsentation Oktober 2011.
- [ZKM11] Zeier, A.; Krüger, J.; Müller, J.: Potenzial von In-Memory-Technologien. In: Wirtschaftsinformatik 53 (2011) 6, S. 385-386.

