

In-Memory Data Management im Einzelhandel: Einsatzbereiche und Nutzenpotentiale

Gunther Piller
Jürgen Hagedorn

Veröffentlicht in:
Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2012
Tagungsband der MKWI 2012
Hrsg.: Dirk Christian Mattfeld; Susanne Robra-Bissantz



Braunschweig: Institut für Wirtschaftsinformatik, 2012

In-Memory Data Management im Einzelhandel: Einsatzbereiche und Nutzenpotentiale

Gunther Piller

University of Applied Sciences Mainz, 55128 Mainz, E-Mail: gunther.piller@fh-mainz.de

Jürgen Hagedorn

SAP AG, 69190 Walldorf, E-Mail: juergen.hagedorn@sap.com

Abstract

Aktuelle Entwicklungen im Bereich In-Memory Data Management können die Art und Weise, wie betriebliche Anwendungen in Zukunft genutzt werden, signifikant verändern. So ist es möglich, große Volumen von Einzelbelegen direkt in Hauptspeichern vorzuhalten und dort mit hoher Geschwindigkeit zu bearbeiten. Um In-Memory Data Management erfolgreich einzuführen und weiterzuentwickeln, ist es notwendig zu verstehen, welche Arten von Anwendungen von dieser Technologie am meisten profitieren können. Hierzu beschreiben wir mögliche Einsatzbereiche aus dem Einzelhandel. Die Verallgemeinerung von Geschäftsprozesseigenschaften und Nutzenpotentialen führt zu typischen Anwendungsmustern.

1 Einleitung

In-Memory Data Management (IMDM) ist eine stark aus der Technologie kommende Innovation: Leistungsfähige Multi-Core-Prozessoren, die Verfügbarkeit großer Hauptspeicher und neue Entwicklungen in der Datenorganisation machen es möglich, große Datenvolumen im Arbeitsspeicher vorzuhalten und dort mit hoher Geschwindigkeit zu bearbeiten [21]. Das Potenzial von IMDM für die betriebliche Datenverarbeitung wird als sehr hoch eingeschätzt [7]. Erste Anwendungen werden von Softwareherstellern bereits ausgeliefert oder als Pilotlösungen vermarktet [21, 25]. Um In-Memory-Konzepte erfolgreich in Unternehmen einzusetzen und weiterzuentwickeln, ist es notwendig zu verstehen, welche Anwendungsszenarien von dieser Technologie am meisten profitieren können. Dies ist Inhalt des vorliegenden Artikels. Beispielhaft stellen wir hierzu mögliche Einsatzbereiche aus dem Einzelhandel vor – einer Branche, in der zurzeit erste Pilotanwendungen realisiert werden. Die zugehörigen Geschäftsprozesseigenschaften und Nutzenpotentiale erlauben es typische Anwendungsmuster für In-Memory-Technologie aus [20] zu konkretisieren.

Da die Nutzung von IMDM in betrieblichen Anwendungssystemen noch ein relativ junges Gebiet ist, beschränkt sich dieser Beitrag in vielen Fällen darauf, Ideen vorzustellen und Entwicklungstendenzen aufzuzeigen.

Unser Beitrag gliedert sich wie folgt: Nach einer Zusammenfassung der Leistungsmerkmale von In-Memory-Technologie charakterisieren wir Geschäftsprozesse, für die eine Verwendung von IMDM vorteilhaft erscheint und skizzieren zugehörige Nutzenpotentiale [20]. Nachfolgend beschreiben wir mögliche Einsatzszenarien aus dem Einzelhandel, die wir dann mit typischen Anwendungsmustern identifizieren.

2 Möglichkeiten von In-Memory Data Management

Die Antwortzeiten für aufwändigere Berichtsabfragen in gängigen ERP- oder CRM-Systemen können in der Praxis immer noch im Minutenbereich liegen. Interaktive Analysen, Planungen oder Simulationen sind infolgedessen kaum möglich. IMDM kann diese Einschränkungen in vielen Fällen aufheben oder abschwächen. Die wesentlichen Eigenschaften dieser neuen Technologie sind [21]:

- **Kurze Antwortzeiten:** Große Datenvolumen können für Analysen, Simulationen oder Planungsläufe aufgrund kurzer Zugriffszeiten und hoher Rechengeschwindigkeit schnell verarbeitet werden. Aktuelle Lasttests zeigen, dass derzeit mit handelsüblicher Hardware unter Verwendung von 32 Kernen 10.000 Anfragen pro Stunde gegen eine Datenmenge von 1,3 Terabyte mit Antwortzeiten von weniger als einer Sekunde erzielt werden können [24].
- **Einheitliche transaktionale und analytische Datenverarbeitung:** Die in traditionellen Anwendungsarchitekturen bestehende Trennung der transaktionalen und der analytischen Verarbeitung von Daten kann - soweit sie primär die Beschleunigung der Berichtslaufzeiten zum Ziel hat - durch IMDM aufgehoben werden. Alle Daten, einschließlich der neuesten Belege, können im Hauptspeicher für beide Anwendungsarten vorgehalten werden. Verzögerungen durch das übliche Laden von Daten in ein Data Warehouse mithilfe zyklischer Batch-Prozesse entfallen. Zudem ist eine redundante Datenhaltung in operativen und analytischen Systemen nicht mehr notwendig. (Für einen aktuellen Überblick über herkömmliche analytische Informationssysteme siehe z.B. [5, 17].)
- **Datenanalyse auf Einzelbelegen:** Verdichtungen zur Beschleunigung der Antwortzeiten sind nicht mehr notwendig. Analysen und Planungen sind somit immer auf den ursprünglichen Belegdaten möglich und nicht durch vordefinierte Aggregate eingeschränkt.

3 Geschäftseigenschaften und Nutzenpotentiale

Allgemeine Kriterien zur Klassifizierung von IMDM-Anwendungsbereichen können sowohl „deduktiv“ aus den beschriebenen Leistungsmerkmalen von IMDM abgeleitet werden als auch „induktiv“ aus gemeinsamen Eigenschaften heute schon existierender In-Memory-Anwendungen gewonnen werden. In diesem Sinne zeichnen sich die folgenden Geschäftseigenschaften ab, um vielversprechende Einsatzgebiete von IMDM zu identifizieren:

- **Änderungsdynamik der Daten:** Wie oft und wie unvorhersehbar ändern sich die einem Geschäftsprozess zugrundeliegenden Daten?
- **Schwankungsbreite der Kenngrößen:** Wie stark ändern sich Kennzahlenwerte typischerweise und wie groß ist dadurch der potenzielle Einfluss auf den Unternehmenserfolg?

- **Anzahl der Auswertungsoptionen:** Wie viele Handlungsalternativen oder „Arbeitshypothesen“ sollten idealerweise gegeneinander abgewogen werden?
- **Dringlichkeit der Analyseergebnisse:** Werden Auswertungsergebnisse dringend benötigt, beispielsweise um extern vorgegebene Termine einzuhalten, nachfolgende, abhängige Prozessschritte auszuführen oder Analyseergebnisse noch während einer Sitzung von Fach- und Führungskräften zu verwerten?
- **Komplexität der Auswertungen:** Sind Auswertungen aufgrund der verwandten Algorithmen oder zugrundeliegenden Datenstrukturen vergleichsweise aufwändig?
- **Datenmenge:** Werden in dem betrachteten Geschäftsprozess relativ große Datenbestände verarbeitet?

Durch den Einsatz von IMDM lassen sich in Geschäftsprozessen, die sich durch die beschriebenen Kriterien qualifizieren, prinzipiell folgende Effekte erzielen:

- **Massive Steigerung der Auswertungshäufigkeit** durch drastische Verringerung der Programmlaufzeiten
- **Erhöhung der Auswertungsflexibilität** durch Wegfall von vordefinierten Auswertungshierarchien und durch die Möglichkeit, eine Vielzahl von Optionen durchzuspielen
- **Steigerung der Aktualität** der betrachteten Daten (bis hin zu Auswertungen fast in „Echtzeit“)
- **Vergrößerung der Datenbandbreite**, z.B. können historische und aktuelle Daten gemeinsam analysiert werden
- **Höherer Detaillierungsgrad** durch Zugriff auf Einzelbelege

Die Bewertung des Gesamtnutzens hängt natürlich davon ab, welchen betriebswirtschaftlichen Beitrag die Veränderungen der einzelnen Parameter im konkreten Anwendungsfall leisten.

4 Anwendungsbeispiele aus dem Einzelhandel

Im Einzelhandel gibt es eine Vielzahl von Möglichkeiten, operative Prozesse durch schnelle Analysen großer Mengen aktueller Daten zu verbessern. Ein Einsatz von In-Memory-Technologie ist daher erfolgversprechend. Aufgrund der Neuartigkeit von IMDM-Lösungen ist die Auswertung vollständiger Fallstudien zu diesem Zeitpunkt noch nicht möglich. Wir beschränken uns daher auf eine Diskussion von Anwendungsbeispielen aus ersten Pilotprojekten und vielversprechenden Einsatzszenarien aus der Literatur.

Eine bedarfsorientierte Ausrichtung der Wertschöpfungskette wird im Einzelhandel immer wichtiger. Schnell auf Markt- und Kundenanforderungen zu reagieren und Gewinne durch optimierte Supply-Chain-Netzwerke zu erhöhen ist für diese Entwicklung maßgeblich [8]. Wesentlich ist die Erfassung von Informationen über das Verhalten von Konsumenten an jedem möglichen Interaktionspunkt, deren unmittelbare Analyse sowie eine sofortige Umsetzung abgeleiteter Aktivitäten in einem gut abgestimmten Netzwerk aus Konsumgüterherstellern, Distributoren und Mitarbeitern.

Wir betrachten zunächst die Analyse von Verkaufs- und Bestandsdaten sowie Verkaufsprognosen und Simulationen zur Steuerung von Supply-Chain-Prozessen. Ein anhaltend wichtiges Thema im Einzelhandel ist die Vermeidung von Out-of-Stock-Situationen. Die Out-of-Stock-Rate in Europa beträgt beispielsweise ca. 7% mit Spitzenwerten von bis zu 30% [2]. Letztere werden häufig bei Werbekampagnen erreicht. Durch Out-of-Stock (OOS) entstehende Umsatzeinbußen werden allein in Deutschland im Bereich Lebensmittel auf ca. 1 Milliarde Euro pro Jahr beziffert [28]. Zudem führt OOS zu empfindlichen Kundenverlusten. Für genussorientierte Markenprodukte, wie Bier, Chips oder Cola, sind diese besonders groß [28]. Ursachen für OOS sind typischerweise späte oder ungenügende Bestellungen, falsche Vorhersagen oder Probleme bei der Regalauffüllung [9].

4.1 Analyse von Verkaufs- und Bestandsdaten

Die Analyse aktueller Verkaufs- und Bestandsdaten ist im Einzelhandel von großer Bedeutung. Für operative Zwecke, wie z.B. zur Steuerung von Lieferungen, zur Vermeidung von OOS-Situationen oder zur Koordination von Kampagnen, ist die Erfassung und Auswertung neuester Daten in Echtzeit erforderlich (für Beispiele und Diskussionen siehe [16, 19]). Für die typischen Ausprägungen der Geschäftsprozesseigenschaften aus Abschnitt 3 findet man:

- **Änderungsdynamik und Schwankungsbreite der Daten: hoch** – Schwankungen von Verkaufszahlen können im Einzelhandel kurzfristig auftreten und sehr hoch sein. Beispielsweise sind bei Werbeaktionen Verkaufszuwächse zwischen 300-500% innerhalb kurzer Zeit keine Seltenheit [18].
- **Anzahl der Auswertungsoptionen: niedrig** – Vergleicht man bei der Überwachung von Beständen operative Belegdaten, so ist die Anzahl verschiedener Analyseoptionen typischerweise gering.
- **Dringlichkeit der Analyseergebnisse: hoch** – Einzelhandelsfilialen werden zum Teil zehn Mal pro Tag aus Distributionslagern beliefert [11]. Eine optimale Abstimmung der aktuellen Bestandssituation in verschiedenen Märkten mit Bestellungen und Lieferungen erfordert zumindest stündliche Entscheidungen über konkrete Lieferpositionen.
- **Komplexität der Auswertung: niedrig** – Ein Vergleich operativer Daten auf vorgegebenen Bezugsstrukturen, wie z.B. SKUs (Stock Keeping Units), ist typischerweise von geringer Komplexität.
- **Datenmenge: hoch** – Große Einzelhändler erfassen täglich 30 Millionen oder mehr Point-of-Sales-Positionen (POS). Bestandsdaten ergeben sich durch die multiplikative Verknüpfung von Filialen und Artikeln. Bei großen Einzelhandelsketten sind 100 Millionen Datensätze pro Tag keine Seltenheit [26].

Als nächsten Schritt betrachten wir die durch IMDM veränderbaren Einflussgrößen *Auswertungshäufigkeit*, *Flexibilität*, *Aktualität*, *Bandbreite* und *Detaillierungsgrad* aus Abschnitt 3. Sie sind maßgebliche Indikatoren für neues Nutzenpotenzial durch einen Einsatz von IMDM.

Für eine Überwachung aktueller Verkaufs- und Bestandsdaten sind vordefinierte Standardberichte oft ausreichend. Eine Erhöhung der Auswertungsflexibilität ist in diesem Anwendungsfall daher meist nicht notwendig. Ferner werden auch heute schon – ohne

IMDM – nicht aggregierte POS- und Bestandsdaten verwendet. Eine Erhöhung des Detaillierungsgrads ist somit kaum möglich. Die zeitliche Bandbreite der genutzten Daten ist gering: Es werden normalerweise nur aktuelle Daten verwendet. Eine Vergrößerung der Datenbandbreite durch die gleichzeitige Berücksichtigung historischer Daten ist in diesem Anwendungsfall meist nicht zweckmäßig. Optimierungspotential bieten:

- **Aktualität:** Derzeit werden in Filialen aktuelle Abverkaufs- und Bestandsdaten meist mehrmals am Tag erfasst. Eine Auswertung erfolgt typischerweise zentral [4]. Durchgeführte Analysen benötigen häufig mehrere Stunden. Ihre Ergebnisse basieren daher auf POS-Daten, die einige Stunden alt sind. Verkaufsschwankungen, die nach einer Datenerfassung eingetreten sind, können somit oft erst nach einem halben Tag – nach Abschluss der nächsten Analyse – erkannt werden.

Mit IMDM können Verkaufs- und Bestandsdaten in wenigen Minuten analysiert werden. Die entsprechenden Ergebnisse enthalten aktuellste Informationen. Änderungen im Kaufverhalten von Konsumenten könnten unmittelbar erkannt und entsprechende Maßnahmen eingeleitet werden. Das OOS-Risiko könnte somit verringert werden. Gegebenenfalls ist auch eine Reduktion von Sicherheitsbeständen möglich.

- **Auswertungshäufigkeit:** Aufgrund des gerade beschriebenen Zeitverzugs von mehreren Stunden zwischen der Erfassung von POS-Daten und dem Vorliegen von Untersuchungsergebnissen ist eine fortwährende, zeitnahe Kontrolle von Abverkäufen durch höhere Analysefrequenzen mit herkömmlichen Anwendungssystemen nicht möglich.

Durch IMDM können Echtzeitreaktionen kontinuierlich erfasst werden. Dies kann insbesondere bei Werbekampagnen von großem Vorteil sein. Mit hoher Frequenz durchgeführte aktuelle Vergleiche der Umsatzzahlen anlaufender Kampagnen aus mehreren Filialen machen eine schnelle Optimierung von Werbeaktivitäten möglich. So können zügig eingeleitete Verbesserungen unterstützender, nicht-preisbezogener Verkaufsfördermaßnahmen den Start und Verlauf einer Kampagne wesentlich beeinflussen. Beispiele hierfür sind Veränderungen der Platzierung von Produkten oder zusätzliche Werbung am POS [10].

Ferner kann durch eine fortwährende Analyse von POS-Daten zeitnah festgestellt werden, ob schnelldrehende Produkte über einen untypischen Zeitraum nicht verkauft wurden, obwohl ihr Bestand unkritisch ist. Hieraus kann auf Probleme bei der Regalauffüllung geschlossen werden [3]. Automatisch ausgelöste Warnmeldungen an das Personal einer Einzelhandelsfiliale könnten dann unmittelbar für Abhilfe sorgen.

Die hier identifizierten Merkmale und Potentiale können zur Charakterisierung des Anwendungsmusters *Operatives Reporting* verallgemeinert werden [20]. Dessen Einordnung bezüglich der Kriterien aus Abschnitt 3 zeigt Bild 1.

Operatives Reporting	
Geschäftsprozess- eigenschaften	Hohe Änderungsdynamik und Schwankungsbreite der Daten aufgrund ihres operativen Charakters
	Hohe Dringlichkeit, da kritische Situationen sofort identifiziert werden sollten, um kurzfristig gegensteuern zu können
	In vielen Fällen sehr großes Datenvolumen, da einzelne Transaktionen zu betrachten sind
Nutzen- potentiale	Steigerung der Datenaktualität, so dass operative Entscheidungen unter Berücksichtigung der jeweils neuesten Faktenlage gefällt werden können
	Erhöhung der Analysefrequenz bis hin zu quasi kontinuierlich mitlaufenden Auswertungen, so dass sich die resultierenden Berichte jederzeit in operativen Prozessen nutzen lassen, ohne diese zu verzögern

Bild 1: Operatives Reporting

4.2 Untersuchung von Handlungsoptionen bei Lieferengpässen

Werden bei einer standardmäßigen Überwachung von Verkaufs- und Bestandsdaten Warnmeldungen ausgelöst, z.B. durch einen plötzlichen Ausfall von Lieferungen, sind Standardberichte häufig nicht mehr ausreichend. In diesen Fällen ist es oft notwendig, mögliche Handlungsalternativen explorativ zu analysieren. Die typischen Ausprägungen der Prozesseigenschaften *Änderungsdynamik*, *Schwankungsbreite*, *Dringlichkeit* und *Datenvolumen* entsprechen dem Anwendungsfall in 4.1. Unterschiedlich ist hingegen oft:

- **Anzahl der Auswertungsoptionen: mittel/hoch** – Bei bevorstehenden OOS-Situationen ist es hilfreich alternative Handlungsoptionen zu untersuchen. Beispielsweise kann die Bestandssituation für verschiedene SKUs in mehreren Filialen miteinander verglichen werden, um den Umfang der OOS-Risiken zu bewerten. Zudem können verschiedene Möglichkeiten für Ersatzlieferungen in Bezug auf Kriterien, wie z.B. Liefertermin, Kosten oder Marge untersucht werden. Auch kann die Verfügbarkeit von Ersatzprodukten analysiert werden.

Die Nutzenpotentiale von IMDM für die Parameter *Aktualität* und *Auswertungshäufigkeit* ergeben sich analog zu dem vorangehenden Anwendungsfall. Weitere Vorteile sind für *Flexibilität* und *Bandbreite* zu erwarten:

- **Aktualität:** Explorative Analysen können mit IMDM ad hoc, auf Basis aktueller Verkaufs- und Bestandsdaten durchgeführt werden. Hierdurch wird eine zeitgenaue Bewertung von OOS-Risiken und möglichen Handlungsalternativen möglich. Möchte man beispielsweise Kunden für ausverkaufte Produkte guten Gewissens auf andere Filialen verweisen, so sollten dort passende Bestände auf absehbare Zeit vorrätig sein.
- **Flexibilität und Auswertungshäufigkeit:** Die Zeitverzögerung bei der Auswertung von aktuellen Verkaufs- und Bestandsdaten erschwert eine iterative, flexible Analyse nach verschiedenen, vorher nicht festgelegten Untersuchungskriterien. Auch sind Ad-hoc-Analysen beim Auftreten unvorhergesehener Ereignisse, wie z.B. bei einem unerwarteten Verlauf einer Werbeaktion, kaum durchführbar. Mit IMDM können aktuelle Analysen innerhalb weniger Sekunden erstellt werden. So sind explorative Untersuchungen nach frei wählbaren Merkmalen möglich. Analysepfade können iterativ bearbeitet werden. Auch können Ad-hoc-Auswertungen durchgeführt und gegebenenfalls sofort in operative

Aktivitäten umgesetzt werden. Beispielsweise könnten Kunden bei einer bevorstehenden OOS-Situation zeitgerecht über den nächsten Liefertermin, Ersatzprodukte oder die Verfügbarkeit der betreffenden Produkte in anderen Filialen informiert werden [6, 28].

- **Bandbreite:** Um die Auswirkungen verschiedener Handlungsoptionen besser einschätzen zu können, kann man mit IMDM neben aktuellen auch historische Daten verwenden. Beispielsweise können Daten aus der Vergangenheit Aufschluss über mögliche Änderungen des Kaufverhaltens in verschiedenen Kundensegmenten bei einem Verweis auf andere Filialen oder bei einer Empfehlung von Ersatzprodukten geben.

Der hier skizzierte Anwendungsfall entspricht im Wesentlichen dem Muster *Explorative Analyse von Massendaten* [20], das in Bild 2 zusammengefasst wird.

Explorative Analyse von Massendaten	
Geschäftsprozess-eigenschaften	Hohe Schwankungsbreite der Kenngrößen
	Hohe Anzahl von Auswertungsoptionen
	Hohe Dringlichkeit der Analyseergebnisse um hochgradig iterative Untersuchungen durchführen zu können
	Große Datenvolumen
Nutzenpotentiale	Steigerung der Auswertungshäufigkeit
	Erhöhung der Analyseflexibilität, z.B. entlang veränderbarer betrieblicher Bezugsstrukturen
	Vergrößerung der Datenbandbreite, z.B. zum Vergleich aktueller und historischer Geschäftsvorfälle
	Maximaler Detaillierungsgrad durch eine Analyse von Einzelbelegen

Bild 2: Explorative Analyse von Massendaten

4.3 Verkaufsprognosen und Simulationen

Um drohenden OOS-Situationen entgegenzutreten, sind neben aktuellen Verkaufszahlen auch Prognosen über künftige Abverkäufe notwendig. Insbesondere bei Werbeaktionen mit signifikant höheren OOS-Raten [2] sind zeitgenaue Vorhersagen für einzelne SKUs entscheidend. Das Potential zur Verbesserung von Vorhersagen ist groß. Entsprechende Fehler liegen laut [12] zwischen 30-140%. Typischerweise beruhen Vorhersagen auf Analysen von Verkaufsdaten der Vergangenheit sowie der Anpassung von Prognosemodellen an aktuelle Trends (z.B. [14]). Je genauer eine Prognose auf eine individuelle Verkaufssituation zugeschnitten werden kann, umso größer ist die zu erwartende Vorhersagekraft. Möglicher Unsicherheiten können mithilfe von Simulationen abgeschätzt werden.

Die charakteristischen Werte für *Änderungsdynamik*, *Schwankungsbreite* und *Dringlichkeit* entsprechen den Ausprägungen von Abschnitt 4.1. Änderungen sind typischerweise für folgende Merkmale zu erwarten:

- **Anzahl der Auswertungsoptionen: mittel/hoch** – Die Notwendigkeit verschiedene Szenarien für Abverkäufe bei Werbeaktionen durchzuspielen, führt zu einer Zunahme der Auswertungsoptionen. So können beispielsweise Verhaltensänderungen von Kunden wie Produktwechsel, Steigerung der Verbrauchsmengen oder Vorratshaltung analysiert werden.

- **Komplexität der Auswertung: hoch** – Bei Sortimentsüberlegungen oder bei der Planung von Werbeaktionen kommen oft komplexe Modelle zum Einsatz. Beispiele sind Untersuchungen von Sentiments oder Assoziationsanalysen von Warenkorbdaten [1].

Ferner ist das Datenvolumen meist höher als im Anwendungsfall 4.1, da in Verkaufsprognosen häufig historische Abverkaufsdaten aus mehreren Monaten eingehen. Eine Auswertung von etlichen hundert Millionen Kassensbondaten ist somit keine Seltenheit. In Bezug auf IMDM entsteht potentieller Mehrwert vornehmlich in Bezug auf die Parameter:

- **Auswertungshäufigkeit:** In vielen Fällen werden Prognosen für Werbeaktionen allenfalls auf Tagesbasis durchgeführt [12]. Große Datenmengen und mehrstündige Programmlaufzeiten führen dazu, dass Vorhersagen meist nachts erstellt werden. Mit IMDM können Prognosen voraussichtlich in Sekunden oder Minuten durchgeführt werden. Ein wesentlich häufigerer Einsatz ist somit möglich. Dies sollte zu einer signifikanten Steigerung der Vorhersagegenauigkeit führen.
- **Aktualität:** Derzeit werden Vorhersagen für Werbeaktionen höchstens täglich durch Verkaufszahlen des Vortags aktualisiert [12]. Mit IMDM können Parameter von Prognosemodellen während einer Werbeaktion in kürzeren Abständen an aktuelle Verkaufsdaten angepasst werden. Damit wird die Aussagekraft von Vorhersagen erhöht. Beispielsweise könnten so aktionsspezifische Änderungen des Kaufverhaltens von Kunden in Bezug auf verschiedene Packungsgrößen eines Produkts zeitnah berücksichtigt werden [13].
- **Flexibilität:** Wie bereits erwähnt, werden Absatzprognosen meist nachts erstellt. Interaktive weiterführende Simulationen - „was-wäre-wenn-Analysen“ - verschiedener potentieller Entwicklungen einer Kampagne sind somit kaum möglich. Aufgrund schneller Antwortzeiten könnten mithilfe von IMDM verschiedene Szenarien für Werbeaktionen untertags simuliert und unmittelbar im Detail weiterführend untersucht werden. Beispielsweise könnten so die Konsequenzen möglicher Verhaltensänderungen von Laufkunden und loyalen Kunden während einer Werbeaktion abgeschätzt werden [12]. Ein Ergebnis derartiger Simulationen wäre eine aussagekräftige Bewertung der Unsicherheit von Vorhersagen.
- **Datenbandbreite:** Mit IMDM können in Vorhersagen neben historischen Kampagnendaten auch aktuellste Verkaufszahlen einbezogen werden. Zudem sind Informationen bei Verwendung geeigneter Integrationsarchitekturen filialübergreifend nutzbar. Eine große Bandbreite von Daten ermöglicht Ergebnisse hoher statistischer Relevanz. Beispielsweise könnten Änderungen des Kaufverhaltens verschiedener Kundensegmente während einer Werbeaktion im Detail analysiert werden [12]. Vergleiche mit dem Verhalten in früheren Kampagnen und mit Werbeaktionen in anderen Filialen könnten dann zu genaueren Vorhersagen führen.

Für Vorhersagen passen die hier identifizierten Merkmale und Potentiale zum Anwendungsmuster *Adaptive Planung*. Für Simulationen trifft das Muster *Komplexe Auswertungsverfahren* zu [20]. Bild 3 und 4 zeigen Zusammenfassungen.

Adaptive Planung	
Geschäftsprozess - eigenschaften	Teilweise hohe Änderungsdynamik (z.B. wenn die letzten Kundennachfragen berücksichtigt werden sollen)
	Hohe Anzahl potenziell durchzuspielender Planungsoptionen
	Hohe Dringlichkeit der Planungsergebnisse, um nachfolgende Schritte initiieren zu können
	Hohe Komplexität der Planungsalgorithmen
	Hohe Datenmenge, z.B. insbesondere bei filialübergreifender Planung
Nutzen- potentiale	Häufigere Planungsläufe mit unterschiedlichen Varianten
	Erhöhung der Aktualität, so dass Planungsergebnisse besser auf momentane Gegebenheiten abgestimmt werden können
	Steigerung der Datenbandbreite, so dass eine unternehmensweite, integrierte Planung möglich wird
	Größere Detaillierung der Planungsobjekte

Bild 3: Adaptive Planung

Komplexe Auswertungsverfahren	
Geschäftsprozess- eigenschaften	Hohe Änderungsdynamik der Daten
	Viele Entscheidungsoptionen mit signifikant unterschiedlichen betriebswirtschaftlichen Konsequenzen
	Hohe Dringlichkeit von Entscheidungen zur schnellen Fortsetzung operativer Prozesse
	Teilweise sehr komplexe Auswertungen
	Hohe Datenmenge
Nutzen- potentiale	Steigerung der Auswertungshäufigkeit
	Erhöhung der Flexibilität; unterschiedliche Strategien können durchgespielt werden
	Steigerung der Datenaktualität, so dass ad hoc durchgeführte Auswertungen die augenblickliche Geschäftssituation gut widerspiegeln

Bild 4: Komplexe Auswertungsverfahren

4.4 Neue Entwicklungen im Einzelhandel

In den vorangegangenen Abschnitten wurden Beispiele für die Bedeutung einer zeitnahen Verarbeitung großer Volumen von Echtzeitinformationen in gegenwärtigen operativen Prozessen des Einzelhandels beschrieben. Durch den Einsatz neuer Technologien und Verfahren im Einzelhandel (z.B. [15]) werden die Einsatzmöglichkeiten und der potentielle Nutzen von IMDM voraussichtlich stark zunehmen.

Beispielsweise ermöglicht die Verwendung von RFID eine schnelle Identifikation und Ortung einzelner Packungseinheiten oder Produkte (siehe z.B. [27]). Mithilfe automatischer Bestellsysteme könnte dann das OOS-Risiko weiter reduziert werden [28]. Im Gegensatz zu Barcodes erlaubt es RFID Produktdaten überall zu erfassen - nicht nur an ausgewählten Schnittstellen der Logistikkette, wie z.B. beim Wareneingang oder Kassiervorgang. Zudem kann RFID zusätzliche Informationen liefern, beispielsweise das Verfallsdatum von Waren. Diese neuen Möglichkeiten werden zu einer starken Zunahme von Echtzeitinformationen führen [23]. Ihre Integration und Verwendung stellt eine wesentliche Herausforderung dar

[22]. Beispiele für neue Anwendungsmöglichkeiten von IMDM im operativen Verkaufsbetrieb sind: Vermeidung von Out-of-Shelf-Situationen, Optimierung der Regalbestückung nach z.B. Frische und Verfallsdatum von Lebensmitteln, Identifikation und Umlagerung falsch platzierter Produkte, unmittelbare Erfassung und Verringerung von Produktschwund [15]. *Operatives Reporting, Adaptive Planung* und *Komplexe Auswertungsverfahren* sind die hier hauptsächlich anzutreffenden Anwendungsmuster.

Neues Potential für die Verwendung von IMDM bieten auch derzeit erprobte Technologien wie der Personal Shopping Assistant, Kundenverfolgung in Echtzeit, elektronische Preisschilder oder digitale Werbung [15]. Beispielsweise könnten aktuelle Warenkorbdaten einzelner Kunden mit Informationen über Einkaufsgewohnheiten und Verhalten ähnlicher Kunden in Echtzeit verglichen werden. Ein Personal Shopping Assistant kann dann während eines Einkaufs passende Vorschläge übermitteln. Ebenso könnte die digitale Werbung in einer Filiale auf das Kaufverhalten momentan anwesender Kunden abgestimmt werden. Dieser Anwendungsfall passt im Wesentlichen auf das Muster *Auswertung von Daten aus Endverbrauchergeräten* [20], das in Bild 5 zusammenfassend dargestellt wird.

Auswertung von Daten aus Endverbrauchergeräten	
Geschäftsprozess-eigenschaften	Extrem hohe Änderungsdynamik von Konsumentendaten
	Potenziell hohe Schwankungsbreite
	Viele Gestaltungsalternativen, beispielweise bei der Ausgestaltung von Werbeaktionen
	Hohe Dringlichkeit, um kurzfristig auf bestimmte Verhaltensmuster von Konsumenten reagieren zu können
	Hohe Komplexität von Auswertung, z.B. bei Simulationen
	Extrem hohes Datenaufkommen
Nutzen-potentiale	Massive Steigerung der Auswertungshäufigkeit, z.B. kontinuierlicher Datenzugriff durch Endverbraucher
	Signifikante Erhöhung der Analyseflexibilität: Die Auswirkungen von unterschiedlichen Maßnahmen, beispielweise zur Preisgestaltung im Einzelhandel, können unmittelbar simuliert werden.
	Steigerung der Aktualität: Sämtliche Auswertungen beziehen sich auf das aktuelle Konsumentenverhalten.
	Maximale Datenbandbreite: Idealerweise stehen sämtliche aktuellen und historischen Daten zur Verfügung.
	Sehr hoher Detaillierungsgrad: So lässt sich das Verhalten von Konsumenten in sehr kurzen Zeitabständen erfassen und analysieren.

Bild 5: Auswertung von Daten aus Endverbrauchergeräten

5 Zusammenfassung und Ausblick

Dieser Artikel zeigt aktuelle und zukünftige Schwerpunkte des Einsatzes von IMDM in betrieblichen Anwendungen auf. Erste, vielversprechende Anwendungsmuster mit passenden Beispielen aus dem Einzelhandel werden vorgestellt. Es handelt sich bei unseren Betrachtungen um eine aktuelle Momentaufnahme. Dies ist vor allem der Tatsache geschuldet, dass sich die Nutzung von IMDM in Applikationen zur Unternehmenssteuerung noch in einer relativ frühen Phase befindet. Detailanalysen vollständiger Fallstudien müssen daher zukünftigen Arbeiten vorbehalten bleiben.

Es zeichnet sich schon jetzt deutlich ab, dass die In-Memory-Technologie massive Auswirkungen auf die Neugestaltung bestehender betrieblicher Anwendungen und die Art ihrer Nutzung haben wird. Applikationen, die heute aufgrund ihrer langen Laufzeiten nur Batch-artig betrieben werden können, werden sich durch IMDM zu interaktiv, explorativ und ad hoc nutzbaren Lösungen entwickeln.

6 Literatur

- [1] Ahlert, D.; Becker, J.; Knackerstedt, R.; Wunderlich, M. (2002): Customer Relationship Management im Handel. Springer.
- [2] Roland Berger Strategy Consultants (2002): Optimal Shelf Availability. ECR Europe Conference, Barcelona.
- [3] Buhr, C. (2006): Ein Verfahren zur automatischen Erkennung leerer Regale im Einzelhandel. In: Olbrich, R. (Hrsg.), *Marketing-Controlling mit POS-Daten, Analyseverfahren für mehr Erfolg in der Konsumgüterwirtschaft*. Deutscher Fachverlag.
- [4] Becker, J.; Vering, O.; Winkelmann, A. (2007): Softwareauswahl und -einführung in Industrie und Handel. Springer.
- [5] Chamoni, P.; Gluchowski, P. (2010): Analytische Informationssysteme. Springer, Berlin.
- [6] Erasmus Food Management Institute (2000): Out-of-Stock, Out-of-Business? EFMI Rotterdam.
- [7] Gartner (2011): Gartner Identifies Nine Key Data Warehousing Trends for the CIO in 2011 and 2012. <http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=1542914>. Abgerufen am 15.6.2011.
- [8] Gartner (2011): The Gartner Supply Chain Top 25 for 2011. <http://my.gartner.com/portal/server.pt?open=512&objID=260&mode=2&PageID=3460702&resId=1709016&ref=QuickSearch&stkw=demand+driven+retailer#h-N68331>. Abgerufen am 15.6.2011.
- [9] Gruen, T.; Corsten, D.; Bharadwaj, S. (2002): Retail Out-of-Stock: A Worldwide Examination of Extent, Causes and Consumer Responses. Grocery Manufacturers of America, The Food Marketing Institute and CIES - The Food Business Forum.
- [10] Gedenk, K. (2002): Verkaufsförderung. Vahlen.
- [11] Grewal, D.; Krishnan, R.; Levy, M.; Munger, J. (2010): Retail Success and Key Drivers. In: Krafft, M.; Mantrala, M. (Hrsg.), *Retailing in the 21st Century*. Springer.
- [12] Huchzermeier, A.; Iyer, A. (2010): Supply Chain Management in a Promotional Environment. In: Krafft, M.; Mantrala, M. (Hrsg.), *Retailing in the 21st Century*. Springer.
- [13] Huchzermeier, A.; Iyer, A.; Freiheit, J. (2002): The Supply Chain Impact of Smart Customers in a Promotional Environment. *Manufacturing & Service Operation Management* 4(3).
- [14] van Heerde, H.; Leeflang, P.; Wittink, D. (2002): How Promotions Work: SCAN*PRO-based evolutionary model building. *Schmalenbach Business Review* 54.

- [15] Kayanam, K.; Lal, R.; Wolfram, G. (2010): Future Store Technologies and Their Impact on Grocery Retailing. In: Krafft, M.; Mantrala, M. (Hrsg.), *Retailing in the 21st Century*. Springer.
- [16] Krafft, M.; Mantrala, M. (2010): *Retailing in the 21st Century*. Springer.
- [17] Mertens, P.; Meier, M. (2009): Integrierte Informationsverarbeitung II. 10. Aufl., Gabler.
- [18] Narasimhan, C.; Neslin, S.; Sen, S. (1996): Promotional Elasticities and Category Characteristics. *Journal of Marketing* 60.
- [19] Olbrich, R. (2006): Marketing-Controlling mit POS-Daten, Analyseverfahren für mehr Erfolg in der Konsumgüterwirtschaft. Deutscher Fachverlag.
- [20] Piller, G.; Hagedorn, J. (2011): Einsatzpotentiale für In-Memory Data Management in betrieblichen Anwendungssystemen. *Wirtschaftsinformatik und Management* 5.
- [21] Plattner, H.; Zeier, A. (2011): In-Memory Data Management. Springer.
- [22] Ravi, V.; Raman, K.; Mantrala, M. (2010): Application of Intelligence Technologies in Retail Marketing. In: Krafft, M.; Mantrala, M. (Hrsg.), *Retailing in the 21st Century*. Springer.
- [23] Schumann, E. (2004): Will Users Get Buried Under RFID Data? eWeek.com. <http://www.eweek.com/c/a/Enterprise-Applications/Will-Users-Get-Buried-Under-RFID-Data>. Abgerufen am 15.6.2011.
- [24] AP Inside (2011): First HANA Performance Results Released. http://www.insidesap.com.au/_blog/News/post/First_HANA_performance_results_released/. Abgerufen am 15.6.2011.
- [25] Sinzig, W.; Sharma, K. (2011): In-Memory-Technologie: Verbesserungen bei Planung, Simulation und Entscheidungsunterstützung. *Wirtschaftsinformatik und Management* 2.
- [26] Schütte, R.; Vering, O. (2004): Erfolgreiche Geschäftsprozesse durch standardisierte Warenwirtschaftssysteme: Marktanalyse, Produktübersicht, Auswahlprozess. Springer.
- [27] Schürmann, A.; Wiechert, T. (2007): Reduktion von Out-of-Stock Situationen im Einzelhandel durch die Neugestaltung der Filialprozesse. M-Lab Working Reports, Universität St. Gallen / M-Lab.
- [28] Verhoef, P.; Sloot, L.: Out-of-Stock (2010): Reactions, Antecedents, Management Solutions, and a Future Perspective. In: Krafft, M.; Mantrala, M. (Hrsg.), *Retailing in the 21st Century*. Springer.