

3-5-2015

# Real-time Business Intelligence und Action Distance: Ein konzeptionelles Framework zur Auswahl von BI-Software

Lars Olsson

Christian Janiesch

Follow this and additional works at: <http://aisel.aisnet.org/wi2015>

---

## Recommended Citation

Olsson, Lars and Janiesch, Christian, "Real-time Business Intelligence und Action Distance: Ein konzeptionelles Framework zur Auswahl von BI-Software" (2015). *Wirtschaftsinformatik Proceedings 2015*. 47.  
<http://aisel.aisnet.org/wi2015/47>

This material is brought to you by the Wirtschaftsinformatik at AIS Electronic Library (AISeL). It has been accepted for inclusion in Wirtschaftsinformatik Proceedings 2015 by an authorized administrator of AIS Electronic Library (AISeL). For more information, please contact [elibrary@aisnet.org](mailto:elibrary@aisnet.org).

# Real-time Business Intelligence und Action Distance: Ein konzeptionelles Framework zur Auswahl von BI-Software

Lars Olsson<sup>1</sup> and Christian Janiesch<sup>2</sup>

<sup>1</sup> virtual7 GmbH, Karlsruhe  
olsson@virtual7.de

<sup>2</sup> Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Würzburg  
christian.janiesch@uni-wuerzburg.de

**Abstract.** Die Wichtigkeit der Versorgung eines Unternehmens mit Informationen ist unbestritten. Aber nicht nur die Menge an verfügbaren Informationen, auch die Geschwindigkeit, mit der diese Informationen zur Verfügung gestellt werden können, nimmt durch technologische Entwicklungen rasant zu, so dass bereits von Real-time Business Intelligence (BI) gesprochen wird. Action Distance beschreibt in diesem Zusammenhang die Distanz – z. B. ausgedrückt durch die Reaktionszeit – zwischen den vom BI-System zur Verfügung gestellten Informationen und der Auswahl einer für eine bestimmte Entscheidungssituation adäquaten Handlungsmöglichkeit. Nicht immer rechtfertigen dabei die zusätzlichen Kosten für neue Prozesse und IT eine Verkürzung der Reaktionszeit. Orientiert am Prinzip der Action Distance wird ein Framework vorgestellt, welches Anleitung für die projektbezogene Auswahlentscheidung in Hinsicht auf Informationswert, Kosten und Nutzen gibt. Es erlaubt die Abfrage- und Opportunitätskosten bezogen auf das Unternehmen in Abhängigkeit von der Reaktionszeit als internes Service Level Objective monetär zu bestimmen und hilft eine geeignete Implementierungsvariante für ein BI-Projekt auszuwählen.

**Keywords:** Business Intelligence, Action Distance, Real-time, Framework, Softwareauswahl.

## 1 Einleitung

Immer mehr Informationen über Prozesse, Ereignisse und andere betriebswirtschaftlich relevante Kennzahlen sind in immer kürzerer Zeit verfügbar. Sie können bzw. müssen ausgewertet werden, damit Unternehmen an einem globalen und immer schnelllebigeren Markt erfolgreich teilnehmen können, ohne Entscheidungen „aus dem Bauch heraus“ treffen zu müssen, weil relevante Daten (noch) nicht vorliegen.

Einerseits ist es heutzutage möglich, diese Daten in großen Volumina und nahezu in Echtzeit („near real-time“) als sogenannte Ereignisse („events“) zu verarbeiten und zu analysieren, um wichtige Erkenntnisse für eigene Handlungsentscheidungen in Echtzeit zu gewinnen. Andererseits ist es aber fraglich, wie groß der Erkenntniszu-

winn der Information ist, im Verhältnis zum Aufwand, der betrieben werden muss, um diese Information in der entsprechenden Latenz bereitzustellen.

Dieser Artikel untersucht am theoretischen Konzept der Action Distance Faktoren, die bei der Auswahlentscheidung des notwendigen Grades an Echtzeitverarbeitung für Software in einem Business-Intelligence-(BI)-Projekt herangezogen werden können. Es wird dazu ein konzeptionelles Framework erstellt, welches das Informationswertprinzip in den Mittelpunkt stellt und anhand der Aktualität von Informationen Kosten und Nutzen verschiedener Projektvarianten bestimmt.

Zunächst werden dazu die Grundlagen von Real-time-BI und dem Action-Distance-Prinzip vorgestellt. Nach einer Analyse von Auswahl Faktoren findet eine Diskussion des Frameworks statt. Der Artikel schließt mit einer Diskussion der Ergebnisse und gegenwärtigen Einschränkungen der Arbeit.

## 2 Business Intelligence, Real-time-BI und Action Distance

Business Intelligence umfasst die unternehmensweite informationstechnische Unterstützung von operativen, taktischen und strategischen Entscheidungen durch die Sammlung, Transformation, Speicherung, Visualisierung von und interaktiven Zugriff auf Daten. Während das strategische BI dabei dem Berichtswesen, der Analyse und dem Antizipieren von zukünftigen Ereignissen dient, stellt *Real-time-BI*, oder auch *Operational Reporting*, *Near-Real-time-BI* bzw. *Operational BI* [1], Informationen darüber zur Verfügung, was gerade passiert, und ermöglicht direkt zu reagieren [2].

Architekturen zur technologischen Umsetzung des Real-time-BI Konzepts schließen sowohl periodische Datenladeprozesse als auch Konzepte der Enterprise Application Integration (EAI) mit ein. EAI ersetzt Point-to-Point Verbindungen in Software-systemen durch den Einsatz eines zentralen Bus-Systems [2]. Der Fokus einer EAI liegt dabei bei der ereignisbasierten Übertragung kleiner Datenmengen, die auch zur Prozessautomation genutzt werden [3]. Folglich werden diese Konzepte auch als Event-driven-BI oder Event-driven-BAM bezeichnet [4, 5]. Die periodischen Datenladeprozesse dienen der Transformation und Aggregation großen Datenmengen, die persistent gespeichert werden. Ihre Nutzung erfolgt anfragebasiert [6]. Für die Verwendung im Real-time-Bereich werden diese durch erweiterte Technologien wie Changed-Data-Capture unterstützt, da die Anforderungen an die Reaktionszeit sonst nicht gewährleistet werden könnten. Für die Betrachtung von Real-time-BI und für die Abgrenzung zu strategischen BI-Systemen sind ausgehend von diesen Überlegungen daher sowohl anfragebasierte als auch ereignisgesteuerte Technologien relevant.

Generell spielt bei Systemen zur Unterstützung von operativen Entscheidungen die Aktualität der Daten eine wichtige Rolle [6]. Zur ihrer Beschreibung führt Hackathorn das Konzept der *Action Distance* ein [7]. Der Begriff Action Distance beschreibt die Distanz zwischen den vom BI-System zur Verfügung gestellten Informationen und den für eine bestimmte Entscheidungssituation angebrachten Handlungsmöglichkeiten [7]. Die Action Distance stellt dabei ein Maß für den Aufwand dar, der vom Entscheider benötigt wird, um von der Informationsphase über die Modellierung und Generierung von Handlungsmöglichkeiten zur Auswahlphase zu gelangen.

Action Distance besteht aus mehreren Komponenten. Der vielleicht wichtigste Einflussfaktor ist die Zeitspanne zwischen dem Auftreten eines relevanten Geschäftsvorfalles und der Auswahl einer Handlungsmöglichkeit als Reaktion. Diese Zeit wird als Aktionszeit [8] oder Reaktionszeit [9] bezeichnet. Technologien zur Implementierung von Real-time-BI versuchen diese Zeit zu verringern. Der Fokus dieses Artikels liegt entsprechend auf der Betrachtung dieser *Reaktionszeit*. Sie wird in die diskreten Abschnitte *Datenlatenz*, *Analyselatenz*, *Entscheidungslatenz* und *Umsetzungslatenz* unterteilt [8, 10] (vgl. Abb. 1):

- **Datenlatenz:** Die Datenlatenz beschreibt die Zeit vom Eintritt eines Geschäftsvorfalles bis zur Verfügbarkeit der Daten in der Datenbereitstellungsschicht.
- **Analyselatenz:** Die Analyselatenz beschreibt die Zeit bis die Daten die Schichten der Informationsgenerierung und des Informationszugriffs durchlaufen haben und dem Entscheider zur Verfügung stehen.
- **Entscheidungslatenz:** Nachdem die Daten in geeigneter Form zur Verfügung stehen, muss der Entscheider eine Handlungsmöglichkeit wählen. Die dafür benötigte Zeit wird als Entscheidungslatenz bezeichnet.
- **Umsetzungslatenz:** Die Verzögerung bis die gewählte Handlungsmöglichkeit implementiert wurde wird als Umsetzungslatenz bezeichnet.

Die Datenlatenz und die Analyselatenz können durch die Wahl der Infrastruktur direkt beeinflusst werden. Sie werden deshalb unter dem Begriff *Infrastrukturlatenz* zusammengefasst [7, 9].

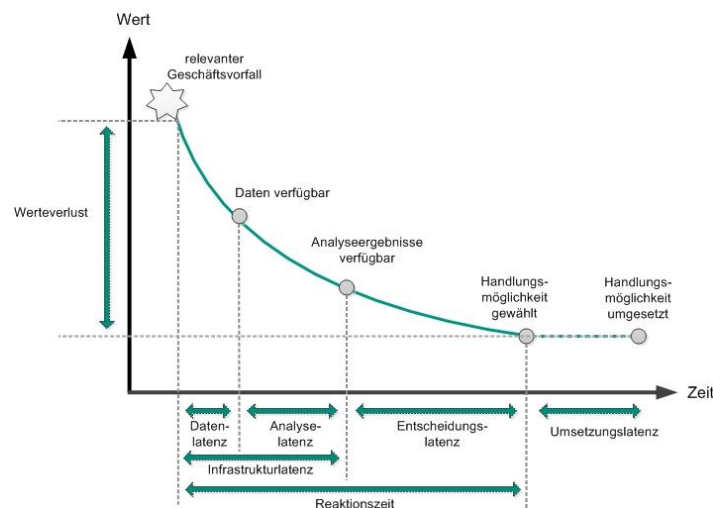


Abb. 1. Wert-Zeit-Kurve nach [9]

Nach dem Eintreten eines Geschäftsvorfalles sinkt der Wert mit der Reaktionszeit. Um die Reaktionszeit zu reduzieren, müssen eine oder mehrere Latenzen verringert werden. Diese Methode kann verwendet werden, um das Informationssystem in einem Unternehmen zu charakterisieren und Verbesserungspotenziale auszumachen

[10]. Der Verlauf der Kurve sowie die Relation der einzelnen Latenzen unterscheiden sich je nach Rahmenbedingungen. Um die notwendige Aktualität der Daten klar zu definieren, kann diese als Teil eines unternehmensinternen Service Level Agreements (SLA) [11] für die betreffende Datenmenge festgehalten werden [6].

### 3 Auswahlfaktoren für BI-Systeme

#### 3.1 Kosten und Nutzen von Informationen

Ziel dieses Artikels ist es, eine für den Anwendungszweck und das Projektumfeld geeignete Projektvariante für ein BI-System zu identifizieren. Die Rahmenbedingungen und das Projektumfeld haben dabei Einfluss auf die Kosten und den Nutzen des Systems. Kosten fallen direkt bei der Einrichtung und Betrieb des BI-Systems an. Dieses produziert Informationen, die eine bessere Steuerung der Geschäftsprozesse ermöglichen, wodurch ein Nutzen entsteht.

**Kosten.** Die Implementierung eines BI-Systems führt zu einmaligen Investitionskosten, die zu Beginn des Projekts anfallen und zu laufenden Betriebskosten, die nach der Inbetriebnahme des Systems anfallen [12].

Zu den Investitionskosten zählen neben den Kosten für sachbezogene Komponenten auch personenbezogene, organisatorische Kosten, die meist einen großen Teil der Gesamtkosten ausmachen. Zusammenfassend lassen sich die sachbezogenen Investitionskosten in die Arten Arbeits- und Dienstleistungsaufwand, Investitionen und sonstige Kosten einteilen. Arbeits- und Dienstleistungsaufwand fällt zum Beispiel für die Entwicklung und Implementierung des Systems an. Daneben sind sachbezogene Investitionen in Softwarelizenzen, Hardwareanschaffungen und Aufwendungen für die Einrichtung von Arbeitsplätzen notwendig. Sonstige einmalige Kosten sind Reiseaufwand und die vorzeitige Auflösung oder Kündigung von Verträgen. Personenbezogene Investitionskosten fallen an, wenn es zu organisatorischen Veränderungen kommt. Beispiele hierfür sind der Umzug von Mitarbeitern oder ganzen Abteilungen. Zu den Betriebskosten zählen Applikationskosten zum Beispiel für Wartung oder Administration, Plattform-Kosten für Rechenleistung und Speicherbedarf und allgemeine Kosten für Personal und Räumlichkeiten [12].

Eine weitere Unterscheidung lässt sich zwischen internen und externen Kosten treffen. Interne Kosten bestehen hauptsächlich aus primären und sekundären Personalkosten und internen Dienstleistungen. Sie werden über Leistungsverrechnungen bestimmt. Externe Kosten können sowohl der Einkauf von Hard- und Software, sowie die Inanspruchnahme von Fremdleistungen sein. Diese Kosten werden von Vertragspartnern des Unternehmens in Rechnung gestellt [12].

**Nutzen.** Der Nutzen eines BI-Systems entsteht durch die Unterstützung von Geschäftsprozessen eines Unternehmens. Diese Prozesse erzeugen Kosten durch den Verbrauch von Ressourcen und generieren Leistungen. Die Probleme bei der Messung des Nutzens eines BI-Systems entstehen dadurch, dass keine direkte kausale Beziehung zwischen dem Einsatz des Systems und dem erzielten Nutzen besteht. Die positiven Auswirkungen entstehen indirekt durch eine effektivere und effizientere

Ausführung von Aktionen [13]. Die Kernfrage, die sich bei der Bewertung eines BI-Systems stellt, ist demnach, wie viel der generierten Leistung und der Senkung der Kosten sich tatsächlich auf die Nutzung des BI-Systems zurückführen lässt.

Versucht man den Nutzen eines BI-Systems zu bestimmen ist es notwendig, genau zu identifizieren, welcher Aspekt gemessen wird. Zu unterscheiden sind hier BI als Prozess der Informationsbeschaffung und BI als Output dieses Prozesses [14].

Des Weiteren muss unterschieden werden, ob die Effektivität oder die Effizienz Ziel der Messungen ist. Herring nennt vier Ansatzpunkte, um die Effektivität von BI-Systemen zu messen: Zeiteinsparungen, Kosteneinsparungen, Kosteneinsparungen und Umsatzsteigerungen [15]. Sawka nennt neben Kosteneinsparungen und Umsatzsteigerungen auch die Erfolgssteigerungen von Investitionen und die direkte Wertschöpfung, die durch Mitarbeiter- und Kundenzufriedenheit sowie durch den Aktienkurs gemessen werden kann [16]. Durch den Einsatz eines BI-Systems bei der Planung und bei der Durchführung von Investitionsvorhaben ergeben sich bessere Renditen [16]. Die Effektivität ist dabei der Erfolgsbeitrag, den das BI-System in Bezug auf eine Entscheidung leistet.

Der erzielte Nutzen durch die Verwendung von BI-Systemen lässt sich auf unmittelbarem oder mittelbarem Weg in die Arten Kostensenkungen, Zeiteinsparungen und Informationswerterhöhung einteilen [17]. Die beiden ersten Komponenten sind dabei für BI-Systeme von untergeordneter Relevanz. Die Ansatzpunkte Zeiteinsparungen, Kosteneinsparungen und Vermeidung von zusätzlichen Kosten, die Herring und Sawka nennen, entstehen dabei in den meisten Fällen indirekt aus der Verfügbarkeit von besseren Informationen. Sie sind somit auf die Informationswerterhöhung zurückzuführen. Durch den Einsatz von BI-Systemen wird eine umfangreiche Auswertung von Daten zur Entscheidungsunterstützung ermöglicht. Außerdem dienen sie dazu, Sachlagen aus unterschiedlichen Standpunkten zu betrachten, um flexibler reagieren zu können. Durch diese Funktionen tragen sie direkt zu einer besseren Informationsversorgung und somit zur Erhöhung des Informationswertes bei [17].

Durch die Transformation der vielfältigen Auswirkungen auf die Informationswerterhöhung lassen sie sich schon bei ihrer Entstehung im Unternehmen anhand des Informationswertes messen. Dienen Informationen als Produktionsfaktor im Unternehmen als Grundlage für Entscheidungsprozesse, spielt die Bewertung von Informationen eine wichtige Rolle, da die Informationsbeschaffung Kosten verursacht. Es muss demnach bewertet werden, ob die Kosten der Informationsbeschaffung durch den Nutzen der Information gerechtfertigt werden können. Die Problematik besteht darin, dass der Ausgang einer Situation, für deren bessere Einschätzung Informationen beschafft werden, vor Informationsbeschaffung nicht bekannt ist. Die Entscheidung zur Informationsbeschaffung muss ex ante getroffen werden. Das Informationswertkonzept bietet hierfür eine Entscheidungshilfe [17].

Mit Hilfe des Informationswertkonzepts wird der Information ein monetärer Wert zugeordnet. Dabei wird der Ausgang einer Entscheidungssituation ohne Informationsbeschaffung  $E[\tilde{G}]_{oi}$  mit dem Ausgang mit vorhandener Information  $E[\tilde{G}]_{mi}$  verglichen. Der Informationswert ergibt sich entsprechend aus folgender Formel [18]:

$$WI = E[\tilde{G}]_{mi} - E[\tilde{G}]_{oi}$$

Dieser Wert gibt nun den zusätzlichen Gewinn an, der durch die Informationsbeschaffung und die damit verbundenen besseren Informationen über die Umweltzustände entstanden ist. Das Informationswertkonzept wird im Folgenden verwendet, um zu bestimmen, welchen Anteil die Informationsbeschaffung durch das BI-System an der Leistung eines Geschäftsprozesses hat. Dies wiederum ist nötig, um festzustellen, wie stark die Reaktionszeit diese Leistung beeinflusst.

### 3.2 Reaktionszeit in Bezug auf das Informationswertkonzept

Der Nutzen einer Information über einen Geschäftsvorfall hängt von der Zeit ab, die das BI-System benötigt, um dem Nutzer Zugriff zu den Informationen zu geben. Je geringer diese Infrastrukturlatenz des Systems und damit die gesamte Reaktionszeit sind, desto stärker sind die positiven Auswirkungen [10]. Während der Reaktionszeit nimmt die Menge der Handlungsalternativen für den Entscheider ab, da diese zu dem späteren Zeitpunkt nicht mehr verfügbar sind oder sich ihre Gewinnerwartungen in den verschiedenen Umweltzuständen geändert haben. Dadurch muss der Entscheider eine andere Alternative mit einem unter Umständen geringeren Gewinnerwartungswert wählen. Mit der Infrastrukturlatenz steigen somit die Opportunitätskosten.

In der Praxis hat sich gezeigt, dass Projektvarianten, die eine geringere Reaktionszeit liefern, auch tendenziell höhere Kosten verursachen. Dies liegt an den höheren Anforderungen, die an ein Real-time-System vor allen an die Performance und Wartung gestellt werden [2, 19]. Dies wirkt den niedrigeren Opportunitätskosten entgegen. Welche Reaktionszeit den optimalen Nutzen stiftet, ist folglich ein Trade-Off zwischen Abfragekosten und Opportunitätskosten. Wird die Reaktionszeit einer Datenmenge als eine unternehmensinterne Vereinbarung für eine Dienstleistung im Sinne eines SLA gesehen [6], können Konzepte des Service Level Engineering (SLE) angewendet werden, um eine optimale Reaktionszeit zu bestimmen. SLE beschreibt den systematischen Versuch unternehmensrelevante Service Level Indikatoren (SLI) und Service Level Objectives (SLO) für SLAs zu finden. SLIs sind die Qualitätsfaktoren einer Dienstleistung. Dies ist hier neben anderen Anforderungen folglich die Reaktionszeit. SLOs beschreiben die für das leistende Unternehmen anzustrebenden Zielwerte für diese SLIs [20].

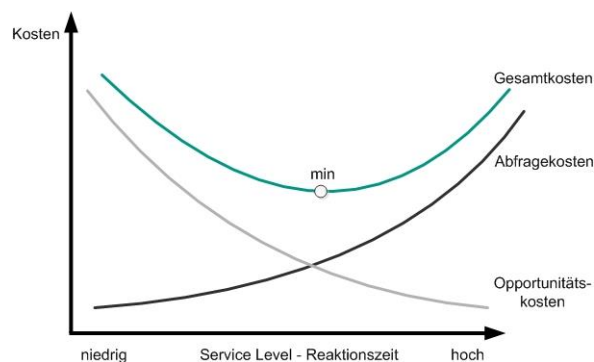


Abb. 2. Beispielhafte Kostenkurven in Abhängigkeit der Reaktionszeit nach [20]

Die optimale Reaktionszeit ist hier als SLO zu sehen. Kostenoptimale SLO-Werte können über eine Gesamtkosten-minimierende Modell-basierte Optimierung bestimmt werden [20]. Die Gesamtkosten setzen sich aus den variablen Kosten der Dienstleistung und den Opportunitätskosten zusammen. In diesem speziellen Fall sind die Kosten der Dienstleistung gerade die Abfragekosten der Projektvarianten. Die Opportunitätskosten stellen den Werteverlust durch eine verzögerte Informationsbeschaffung dar. Mit einer Steigerung der Aktualität steigen auch die Abfragekosten, während die Opportunitätskosten sinken. Abb. 2 zeigt den Trade-Off an beispielhaften Kostenkurven. Die Abfragekosten hängen direkt von den verwendeten Technologien und indirekt von den unternehmensspezifischen Rahmenbedingungen ab.

#### 4 Framework zur Auswahl von Business-Intelligence-Systemen

Wie im vorigen Kapitel gezeigt, besteht das grundlegende Problem bei der Auswahl im Trade-Off zwischen Abfragekosten und Opportunitätskosten der Projektvarianten. Das folgende Framework beschreibt eine Methode zur Bewertung dieser beiden Komponenten, um eine Grundlage für die Softwareauswahl zu schaffen. Dabei werden sowohl eine quantitative Methode entwickelt als auch qualitative Einflussfaktoren betrachtet. Wie von Brinkkemper [21] und Gupta und Prakash [22] vorgeschlagen, wurden zunächst in einer Anforderungsanalyse der Informationswert und die Reaktionszeit als relevante Faktoren für die Auswahlentscheidung bestimmt. Im Folgenden findet sich die Darstellung des Methodendesigns. Eine Diskussion von Implementierung und Evaluation der Methode findet sich aus Platzgründen nur in Ausschnitten im abschließenden Kapitel. Hier besteht darüber hinaus weiterer Forschungsbedarf.

**Übersicht.** Der Projektrahmen, in dem festgelegt ist, welche Anwendungsbereiche das System in welchem Bereich des Unternehmens unterstützen wird, begrenzt die Bewertung der Abfrage- und Opportunitätskosten. Zunächst werden deshalb die Rahmenbedingungen analysiert, die sowohl Einfluss auf den Nutzen als Berechnungsgrundlage für die Opportunitätskosten, wie auch auf die Kosten der Projektvarianten haben.

Anschließend werden Vorgehensweisen beschrieben, die es ermöglichen, die Abfrage und Opportunitätskosten bezogen auf das Unternehmen in Abhängigkeit von der Reaktionszeit als internes SLO monetär zu bestimmen. Zur Anwendung müssen der zeitliche Betrachtungshorizont, sowie der interne Zinssatz definiert werden. Aufgrund der Unsicherheiten in Bezug auf die quantitative Bestimmung der beiden Komponenten, werden die monetären Werte auf eine Skala abgebildet. Dabei handelt es sich um eine absolute Skala, deren Granularität je nach bestehender Sicherheit über die Größen festgelegt werden kann. Das bedeutet, dass der festgelegte Skalenwert an Abfragekosten auf der einen Seite die gleiche absolute Höhe in monetären Einheiten aufweist, wie eine identische Bewertung der Opportunitätskosten.

Die Transformation in Skalenwerte erhöht die Anwendbarkeit des Frameworks, da die Angabe exakter monetärer Werte meist mit viel Aufwand verbunden ist. Außerdem wird so keine Genauigkeit signalisiert, deren Erreichung mit den zumeist zur Verfügung stehenden Daten nicht möglich ist. Nach der Bestimmung der Gesamtkos-



ten wird ein optimaler SLO-Wert für den Anwendungszweck ermittelt. Auf der Grundlage des Ergebnisses der Optimierung kann eine Rangfolge erstellt werden.

**Analyse der Rahmenbedingungen.** Die Bestimmung des Informationsbedarfs hat zum Ziel die Menge der objektiv relevanten Informationsobjekte und deren Beziehung zueinander festzuhalten. Neben diesem objektiven Informationsbedarf, lassen sich der subjektive und der tatsächlich nachgefragte Informationsbedarf abgrenzen [23]. Zur Bestimmung des Informationsbedarfs können induktive und deduktive Methoden eingesetzt werden [3]. Aus der Informationsbedarfsanalyse kann direkt hervorgehen, welchen Detaillierungsgrad, welchen Fokus und welche Quellen die benötigten Informationen haben. Des Weiteren lässt sich bestimmen, ob die aus den Informationen bestimmten Kennzahlen eine große Varianz aufweisen. Ist dies der Fall, ist eine Reduzierung der Infrastrukturlatenz tendenziell von Vorteil, da die Auswirkungen einer Beeinflussung der Kennzahl als hoch einzuschätzen sind [23]. Wird innerhalb der Analyse für den Informationsbedarf eine hohe Detailliertheit festgestellt, bedeutet dies auf der technologischen Seite einen geringen Bedarf an Transformationsprozessen. Die gesammelten Daten können weitestgehend ohne Aggregation in die Auswertungen übernommen werden. Aufwendige Transformationen sind bei niedrigen Reaktionszeiten nur mit hohen Kosten erreichbar. Ein geringer Transformationsbedarf spricht damit für hohe SLO-Werte. Auch ein enger Fokus macht eine Auswertung mit geringer Reaktionszeit einfacher, da keine Vergleiche über große Datenmengen durchgeführt werden müssen. Werden viele unternehmensexterne Informationen benötigt, wird die Realisierung einer geringen Latenzzeit schwierig, da unterschiedliche Systeme angebunden werden müssen, auf die zumeist kein direkter Zugriff besteht [3].

Mit dem Informationsbedarf wurde zwar bestimmt, welche Informationen benötigt werden. Um diese zu generieren, müssen allerdings Daten gesammelt und aufbereitet werden. Wird eine hohe Menge an Daten für eine Information benötigt oder muss die Datenqualität durch aufwendige Methoden erst gesteigert werden, ergeben sich zusätzliche Kosten, die berücksichtigt werden müssen [6]. Verändern sich die Daten häufig im Zeitverlauf, kann aus einer niedrigen Reaktionszeit ein größerer Nutzen generiert werden, als wenn sich die Daten nur selten verändern. Diese Eigenschaft der Datenmenge legt demnach hohe SLO-Werte nahe [24]. Eine Möglichkeit prozessbezogene Daten zu erheben, sind Prozess-Daten-Grids [3], die auch Rückschlüsse auf die Kosten und benötigte Reaktionszeit erlauben.

Neben der Bestimmung des Informationsbedarfs muss ebenfalls die bestehende Systemarchitektur untersucht werden. Dazu zählen sowohl das bestehende BI-System, falls ein solches vorhanden ist, als auch die operativen Quellsysteme. Für die Implementierung eines ereignisgesteuerten BI-Systems müssen die operativen Systeme in der Lage sein, Events zu versenden. Ein weiterer wichtiger Faktor ist die Belastung der Quellsysteme. Infrastrukturlatenz entsteht zu einem großen Teil nicht im BI-System selbst, sondern bei der Extraktion der Daten aus den Quellsystemen. Je nach Methode sind die Auswirkungen auf die Quellsysteme unterschiedlich stark. Eine Anpassung der Systemlandschaft ist aber auch mit zusätzlichen Kosten verbunden [2].

**Kostenanalyse.** Ziel der Kostenanalyse ist die monetäre Bestimmung der Kosten der einzelnen Projektvarianten. Die vollständige Bestimmung der Kosten erfordert

eine Unterteilung in interne und externe Kosten. Während sich die externen Kosten über Verträge und Abrechnungen leicht bestimmen lassen, gestaltet sich die Bestimmung der internen Kosten komplexer. Zur Bestimmung der Kosten wird hier die Verwendung des Total-Cost-of-Ownership-(TCO)-Modells vorgeschlagen.

Das TCO-Modell ermöglicht eine ganzheitliche Betrachtung aller Kostenkomponenten, die über die reine Preisbetrachtung einer Anschaffung hinausgeht. Dabei fließen sowohl externe als auch interne Kostenkomponenten in die Berechnung ein. Der Betrachtungszeitraum erstreckt sich über den gesamten Lebenszyklus der untersuchten Komponente [25].

Eine Einschränkung dieser Vorteile stellt die Komplexität des Modells dar. Notwendig sind eine auf das Unternehmen abgestimmte Umsetzung der Methodik sowie eine hinreichende Menge an relevanten Informationen über die anfallenden Kosten. So ist es zu Beginn eines Projekts u. U. schwer möglich zukünftige, situationsbezogene Kosten vorauszusagen. Des Weiteren erfordert die Anwendung des TCO-Modells auch eine Veränderung in der Unternehmenskultur weg von einer rein preisbezogenen Betrachtung. Je nach Ausprägung dieser Faktoren kann es daher notwendig sein, weniger komplexer Methoden oder eine Vereinfachung des TCO-Modells anzuwenden, um verwendbare Daten für das Framework zu generieren.

Der Prozess zur Bestimmung der internen Kosten eines IT-Projekts kann in zwei Schritte unterteilt werden [12]. Zunächst wird der Aufwand für ein bestimmtes Arbeitspaket bestimmt (Aufwandsschätzung). Anschließend wird festgelegt, wie die aufgewendete Arbeitszeit monetär zu bewerten ist (Kostenkalkulation). Bei der Berechnung des internen Aufwands kommen personenbezogene Einheiten zum Einsatz.

Für die Aufwandsspezifikation können die Modelle des internen oder externen Dienstleisters herangezogen werden. Dabei muss bei beiden Modellarten definiert werden, ob sich die Berechnung nach dem Beschäftigungspensum oder der Produktivzeit orientiert. Welche der Methoden genau angewendet werden soll, muss je nach Anwendungsfall entschieden werden.

Nach der Aufwandsspezifikation erfolgt die Kostenkalkulation auf der Basis von Durchschnittssätzen. Diese können in der Regel aus der Kostenstellen- und Kostenartenrechnung abgeleitet werden. Faktoren für die Festlegung dieser Durchschnittssätze sind die Mitarbeiterstruktur, Kostenstruktur und die Verrechnungsintensität.

In Bezug auf die Mitarbeiterstruktur muss der Overhead berücksichtigt werden, der abteilungsspezifisch anfällt. Die Kostenstruktur schließt primäre und sekundäre Kosten mit ein. Die Verrechnungsintensität gibt an, wie viel der Arbeitszeit für die Projekte aufgewendet werden kann [12].

Zur Bestimmung der Höhe der gesamten Kosten werden die Investitionskosten bestehend aus externen ( $a_{0,ex}$ ) und internen Kosten ( $a_{0,in}$ ) in voller Höhe und die diskontierten externen ( $C_{t,ex}$ ), sowie internen Betriebskosten ( $C_{t,in}$ ) der einzelnen Perioden ( $t = 1 \dots T$ ) addiert.  $i$  bezeichnet den internen Zinssatz.

$$TCO = a_{0,ex} + a_{0,in} + \sum_{t=1}^T \frac{C_{t,ex} + C_{t,in}}{(1+i)^t}$$

**Nutzenanalyse.** Die Nutzenanalyse versucht einen quantitativen Wert für den Nutzen zu finden, der durch ein BI-System generiert wird, um aus diesem Wert die Opportunitätskosten abzuleiten. Zuerst wird dafür die absolute Höhe des Nutzens einer BI-Lösung für das Projektumfeld bestimmt. Hierfür wird das Informationswertkonzept verwendet. In einem zweiten Schritt wird bewertet, wie zeitkritisch die unterstützten Entscheidungssituationen sind, um die Abhängigkeit von der Reaktionszeit zu beschreiben. Um diesen zweiten Schritt messbar zu machen wird eine Erweiterung des Informationswertkonzepts betrachtet und dessen Einflussfaktoren identifiziert.

Der Informationswert ist zunächst abhängig von der Menge der Handlungsmöglichkeiten, die dem Entscheider zur Verfügung stehen. Je höher der Gewinnerwartungswert der ohne Informationen gewählten Handlungsmöglichkeit, desto wahrscheinlicher ist die Wahl dieser Handlungsmöglichkeit auch nach der Informationsbeschaffung. Ist durch die Informationsbeschaffung kein genaueres Urteil möglich, ist der Informationswert in diesem Fall null [18]. Es werden entsprechend nur solche Entscheidungssituationen betrachtet, die ausgehend von diesen Determinanten einen hohen Informationswert aufweisen oder häufig getroffen werden. Sind die relevanten Entscheidungssituationen identifiziert, kann ihre Bewertung im Kontext der beteiligten Geschäftsprozesse getroffen werden. Nachdem die Höhe des Informationswertes bestimmt wurde, wird in einem zweiten Schritt die Abhängigkeit von der Reaktionszeit bewertet. Dafür muss bestimmt werden, wie sich der Informationswert mit der Reaktionszeit entwickelt:

$$WI_t = E[\tilde{G}]_{ml}(t) - E[\tilde{G}]_{ot}$$

Das hier entwickelte Framework soll eine genauere Einteilung in Klassen ermöglichen, indem die Entscheidungssituation anhand des Verlaufs des dynamischen Informationswertes über die Perioden charakterisiert wird. Der dynamische Informationswert ist zum einen abhängig von der Gewinnerwartungsmatrix bestehend aus Handlungsmöglichkeiten, Situationen, Eintrittswahrscheinlichkeiten und Gewinnen mit und ohne Informationsbeschaffung. Die absolute Höhe orientiert sich zudem an der Frequenz, mit der die Entscheidungen getroffen werden. Diese Eigenschaften bestimmen die Leistung der Entscheidungssituation auf den Unternehmenserfolg. Die Abhängigkeit der Entscheidungssituation von der Reaktionszeit variiert je nach Ausfallwahrscheinlichkeit der Handlungsmöglichkeiten und Abfall der Gewinnerwartungswerte [17].

Für die Einteilung der Entscheidungen kann nun eine Kennzahlenfolge für die zeitliche Abhängigkeit der Opportunitätskosten definiert werden, die den einzelnen Entscheidungssituationen zugeordnet werden kann. Die Kennzahl wird mit *ADI* (Action Distance Indikator) bezeichnet und gibt für jede Periode die Verringerung des Informationswertes an.

$$WI_t = \frac{E[\tilde{G}]_{ml}}{ADI_t} - E[\tilde{G}]_{ot}$$

Der ADI stellt eine Vereinfachung des dynamischen Informationswertkonzepts dar, indem die in der Reaktionszeit variablen Teile zusammengefasst werden.  $ADI_3 = \frac{1}{0,8}$  bedeutet zum Beispiel, dass der Gewinnerwartungswert mit Information in Periode 3 nur noch 80 % des ursprünglichen Wertes ohne Zeitverzögerung beträgt.

Liegen Daten für die Gewinnmatrizen der einzelnen Perioden vor, kann er genau berechnet werden. Liegen solche Daten nicht vor, kann er auch über die Einflussfaktoren Ausfallwahrscheinlichkeit der Handlungsalternativen und Abfall der Gewinnerwartungswerte geschätzt werden. Als Mittelweg können die *ADI*-Werte für die einzelnen Perioden auch in einem vereinfachten Modell bei Annahme konstanter Abnahme  $z$  der Gewinnerwartungswerte bei einer Ausfallwahrscheinlichkeit  $p$  von Handlungsmöglichkeiten berechnet werden:

$$WI_t = E[\tilde{G}]_{ml} * (1 - p)^t * \sum_{j=1}^n ((1 - (1 - p)^t) * z)^{j-1} - E[\tilde{G}]_{ol}$$

Der *ADI* ergibt sich damit aus dem von  $p$  und  $z$  abhängigen Teil:

$$ADI_t = \frac{1}{(1 - p)^t * \sum_{j=1}^n ((1 - (1 - p)^t) * z)^{j-1}}$$

Die Gewinnerwartungswerte mit und ohne Information ergeben sich aus den vorangegangenen Betrachtungen. Im dynamischen Fall ist zu beachten, dass der Informationswert negative Werte annehmen kann. Grund dafür ist, dass die Auswirkungen der zeitlichen Verzögerung sehr groß sein können, wodurch zum Beispiel in einer Konkurrenzsituation erhebliche Nachteile für ein Unternehmen entstehen [17]. Eine Entscheidung ohne Information zu einem früheren Zeitpunkt wäre hier im Mittel erfolgreicher gewesen.

Die Opportunitätskosten sind genauso wie die Kosten der Projektvarianten abhängig von dem Zeitpunkt, zu dem sie entstehen. Deshalb muss auch hier eine Diskontierung berücksichtigt werden, um einen vergleichbaren Wert zu schaffen. Diese Überlegungen können zum einen in die Schätzungen mit einbezogen werden, indem ein bereits diskontierter Wert geschätzt wird, oder es werden Schätzungen für die einzelnen Diskontierungsperioden angegeben und danach diskontiert.

Nach der Berechnung der Informationswerte für die Perioden müssen diese in Opportunitätskosten transformiert werden. Diese ergeben sich aus der Differenz zu der schnellstmöglichen Informationsbeschaffung, welche die optimale Service-Qualität darstellt. Die Opportunitätskosten durch eine Zeitverzögerung von  $t$  Perioden werden mit *ADK* (Action-Distance-Kosten) bezeichnet und berechnen sich zu:

$$ADK_t = WI_{t=1} - WI_t$$

**Optimierung und Auswahl.** Als Ergebnis der Kostenanalyse liegen TCO-Werte für die betrachteten Projektvarianten vor, die als Abfragekosten interpretiert werden. Außerdem wurde bestimmt, welche Latenzen (SLO-Werte) sich mit den Projektvarianten erzielen lassen. Dies kann mit der Hilfe von Herstellerangaben oder Testsystemen erreicht werden. Durch diese Zuordnung lässt sich eine zeitliche Abhängigkeit für die Abfragekosten erstellen. Für die untersuchten Entscheidungssituationen wurden *ADK*-Werte für die Perioden ermittelt. Wurden einzelnen Geschäftsprozesse oder Entscheidungssituationen getrennt betrachtet, müssen diese zur Angabe einer innerhalb des gesamten Projekts gültigen Aussage summiert werden. So ergibt sich auch für die *ADK*-Werte eine Abhängigkeit von den SLO-Werten der Reaktionszeit im Sinne der Opportunitätskosten. Beide Werte werden nun auf einer einheitlichen, abso-

luten Skala bewertet. Dabei sollte sich die Granularität nach der Genauigkeit der Schätzungen richten. Eine zu grobe Skala macht die Priorisierung der Projektvarianten sehr schwierig, da sich leicht mehrere optimale Projektvarianten ergeben. Eine sehr genaue Skala dagegen fordert auch genauere Schätzungen der TCO- und ADK-Werte, was mit einem entsprechend höheren Aufwand verbunden ist.

Die Gesamtkosten aus Abfrage- und Opportunitätskosten ergeben sich demnach folglich aus der Summe von TCO- und ADK-Skalenwerten. Durch die Minimierung der Gesamtkosten wird der optimale SLO-Wert für die Reaktionszeit eines Systems bestimmt. In Falle eines optimalen SLO-Wertes ( $SLO_{opt}$ ) gilt:

$$ADK_{SLO_{opt}} + TCO_{SLO_{opt}} \leq ADK_{SLO_x} + TCO_{SLO_x}, \forall SLO_x$$

Bei einer Erhöhung des SLO-Wertes sinken die Opportunitätskosten nicht stark genug, um die steigenden Abfragekosten auszugleichen. Bei einer Verringerung des SLO-Wertes ist die Steigerung der Opportunitätskosten größer als die eingesparten Abfragekosten. Sowohl die Verringerung als auch die Erhöhung des SLO-Wertes erhöhen folglich die Gesamtkosten. Auch wenn für einige Entscheidungssituationen eine geringere Reaktionszeit die Opportunitätskosten senken würde, führt die damit verbundene Erhöhung der Kosten im Mittel zu einem nicht optimalen Ergebnis.

Die Kennzahl zur Priorisierung ergibt sich aus der betragsmäßigen Differenz des optimalen SLO-Wertes und des SLO-Wertes der einzelnen Projektvarianten. Je geringer diese Differenz, desto höher priorisiert ist die Projektvariante. Die optimale Projektvariante besitzt aufgrund der diskreten Berechnungsweise eine Differenz von null.

Das Ergebnis der Optimierung kann sich, falls es zu einer Anpassung eines bestehenden Systems führt, für das Unternehmen grundlegend in zwei Arten darstellen: Zum einen ist es denkbar, dass das bestehende Informationssystem die Daten in einer Zeit zur Verfügung stellt, die kürzer ist als von den Geschäftsprozessen benötigt. Dieser Fall wird als Prozessdefizit bezeichnet. Um dem entgegenzuwirken, können die Abfragekosten gesenkt werden oder die Prozesse werden flexibler gestaltet, um aus der niedrigeren Infrastrukturlatenz einen Nutzen zu erzielen. Im zweiten Fall sind die Infrastrukturlatenz des Systems und damit die gesamte Reaktionszeit zu hoch, um die Prozesse optimal zu unterstützen. In diesem Fall handelt es sich um ein Infrastrukturdefizit. Durch eine Reduzierung der Reaktionszeit wird zusätzlicher Nutzen generiert [26].

## 5 Zusammenfassung, Einschränkungen und Ausblick

Diese Arbeit zeigt, welchen Einfluss die projekt- und unternehmensspezifischen Rahmenbedingungen auf die Softwareauswahl eines BI-Systems haben. Innerhalb des Frameworks werden Einflussfaktoren und Methoden zur Identifikation dieser Faktoren beschrieben. Dabei wird deutlich, dass bei der Betrachtung der Reaktionszeit ein Trade-Off zwischen Abfragekosten und Opportunitätskosten besteht. Mit steigenden Anforderungen an die Reaktionszeit steigen die Abfragekosten, während die Opportunitätskosten sinken. über die Minimierung der Gesamtkosten wird ausgehend von diesem Trade-Off die optimale Reaktionszeit hergeleitet.

Aus den vorangegangenen Analyseschritten lassen sich dabei zwei Kernaussagen ableiten: Die Auswahl der BI-Software hängt ab von (1) der bestehenden Systemarchitektur und (2) der Wirtschaftlichkeit der Informationsbeschaffung in Abhängigkeit von der Reaktionszeit. Die Rahmenbedingungen und die spezifischen Anforderungen in Form von Einflussfaktoren beeinflussen dabei ebenso die Wirtschaftlichkeit wie die Ausfallwahrscheinlichkeit der Handlungsalternativen und der Abfall der Gewinnerwartungswerte der Handlungsmöglichkeiten. Eine Entscheidung kann nur unter der Berücksichtigung dieser Dimensionen getroffen werden.

Hohe SLO-Werte als Äquivalent zu kurzen Reaktionszeiten lassen sich sowohl mit ereignisgesteuerten als auch mit anfragebasierten Technologien realisieren. Über einem unternehmensspezifischen SLO-Wert und bei einer hohen Anzahl an Point-to-Point Verbindungen innerhalb des Informationssystems werden Real-time-BI-Technologien relevant, da eine schnelle Informationsbeschaffung in den Entscheidungssituation einen Vorteil generiert. Je zentraler die Kommunikation zwischen den Anwendungen abläuft, desto relevanter werden ereignisbasierte Projektvarianten, da der Aufwand für deren Implementierung sinkt. Bei der Implementierung eines ereignisgesteuerten BI-Systems müssen alle relevanten Anwendungsnachrichten erfasst werden, was eine Anpassung des gesamten Informationssystems notwendig macht.

Die Kosten für diese Anpassung beschränken sich nicht auf das betrachtete BI-Projekt. Die Frage, ob sich diese Umstellung lohnt, ist eine neue Aufgabenstellung, die auch andere Nutzenaspekte zu berücksichtigen hat. Für niedrige SLO-Werte sind ereignisbasierte Systeme nicht optimal. Ihr Nutzensvorteil liegt hauptsächlich in der schnelleren Informationsbeschaffung, der sich hier nicht auswirkt. Dies ist die Domäne der strategischen BI-Systeme. Sie sind vergleichsweise kostengünstig und die Anforderungen an die Datenaktualität erfordern keine Real-time Ansätze. Abb. 3 fasst die zwei Dimensionen zusammen und ordnet verschiedenen archetypischen Projektvarianten Bereichen in der Matrix zu.

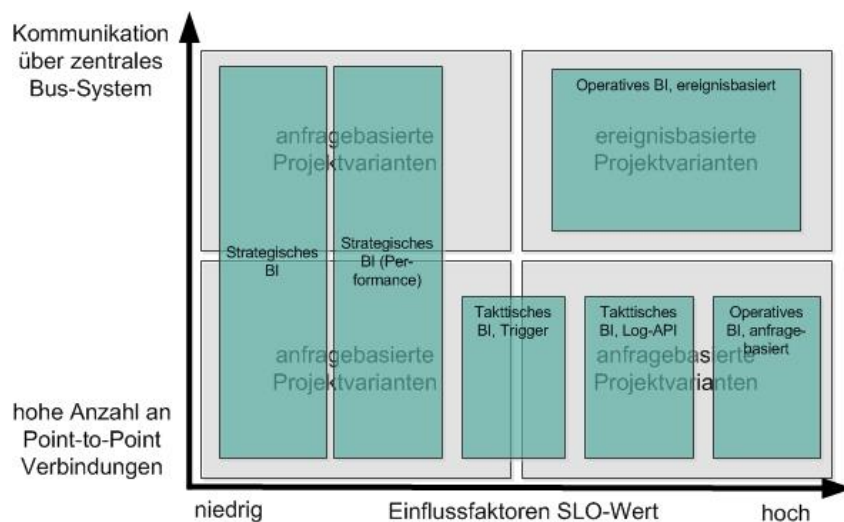


Abb. 3. Entscheidungsmatrix für die Auswahl eines BI-Systems

Einschränkend gilt für das Framework in der derzeitigen Form: Das Konzept des Informationswertes berücksichtigt direkt nur solche Informationen, die eine bessere Einschätzung der Umweltzustände ermöglichen. Informationen, die bessere Handlungsmöglichkeiten generieren, werden nicht betrachtet [17]. Obwohl sich auch dieser Sachverhalt innerhalb des Modells mit Einschränkungen modellieren lässt, kann der Wert nur als Schätzung gesehen werden. Des Weiteren basiert der Wert auf subjektiven Ansichten bezüglich der Handlungsalternativen und der erwarteten Gewinne. Aufgrund dessen können die Werte für unterschiedliche Personen stark voneinander abweichen [18].

Weiterhin setzt das Framework voraus, dass sich die Daten nicht weiter in Klassen unterteilen lassen, die parallel von mehreren Systemen abgefragt werden können. Bei der Betrachtung innerhalb des Frameworks ist immer eine Projektvariante für die Aufbereitung aller betrachteten Daten zuständig. Der parallele Einsatz von Systemen mit geringer Reaktionszeit und strategischen Systemen, die eine höhere Reaktionszeit aufweisen, generiert durch die Verzahnung beider Bereiche Wettbewerbsvorteile [1]. Die optimale Reaktionszeit kann für die beiden Anwendungsfälle getrennt bestimmt werden. Dies erfordert eine genaue Projektdefinition und eine Einteilung des Informationsbedarfs in Datenklassen.

Die Optimalitätsbedingung des SLO-Wertes bezieht sich auf den Aspekt der Reaktionszeit eines Systems. Die Betrachtung von anderen Systemeigenschaften, wie zum Beispiel der Strukturiertheit der Daten in den Quellsystemen, kann zu einer Verschiebung der Ergebnisse führen. Dies ist besonders in den Fällen relevant, in denen sich die Projektvarianten nur wenig in der Priorität unterscheiden.

In einem nächsten Schritt muss ermittelt werden, welcher Aufwand betrieben werden muss, um verwendbare Ergebnisse zu erzielen. Das TCO-Modell auf der Kostenseite sowie das Informationswertkonzept auf der Nutzenseite stellen komplexe Methoden dar, die stark von den verfügbaren Daten abhängen. Bei beiden kann der Aufwand zur Ermittlung dieser Daten je nach Rahmenbedingungen im Unternehmen sehr hoch sein. Dadurch entstehen Kosten, die den Projekterfolg mindern. Reduziert man diesen Aufwand, so verringern sich damit auch die Aussagekraft und der Nutzen des Frameworks. Eine Überprüfung kann bspw. orientiert an den Voraussetzungen konkreter Projekte in der Praxis ermittelt werden.

Des Weiteren orientiert sich das Framework wie beschrieben an einzelnen BI-Projekten, die nur Teile der gesamten Informationsbeschaffung innerhalb des Unternehmens abbilden. Es ist zu prüfen, ob die komplexen Methoden auch auf entsprechend große Projekte anwendbar sind. Ist dies der Fall, so wäre das Framework z. B. auch als Methode innerhalb eines BI-Competence-Centers nutzbar. Dadurch kann eine reaktionszeit- und kostenoptimale Informationsversorgung für das Unternehmen als Ganzes realisiert werden.

## References

1. Pareek, A.: Addressing BI Transactional Flows in the Real-time Enterprise Using Golden-Gate TDM. In Enabling Real-Time Business Intelligence, S. 118-141. Springer (2010)

2. Zaima, A. and Schrader, D.: Business Analytics in an Active World. Teradata Magazine (2007)
3. Gluchowski, P., Gabriel, R. und Dittmar, C.: Management Support Systeme und Business Intelligence. Berlin (2008)
4. Etzion, O. und Niblett, P.: Event Processing in Action, Manning Publications (2011)
5. Janiesch, C., Matzner, M. und Müller, O.: Beyond Process Monitoring: A Proof-of-Concept of Event-driven Business Activity Management. Business Process Management Journal 18(4), S. 625-643 (2012)
6. Markarian, J., Brobst S. und Bedell, J.: Critical Success Factors Deploying Pervasive BI. Informatica, Teradata, Microstrategy (2007)
7. Hackathorn, R.: Minimizing Action Distance. DM Review Band 12, S. 22-23 (2002)
8. Kemper, H.-G.: Business Intelligence – Grundlagen und praktische Anwendungen: Eine Einführung in die IT-basierte Managementunterstützung. Vieweg, Wiesbaden. (2010)
9. zur Mühlen, M. und Shapiro, R.: Business Process Analytics. In Handbook on Business Process Management 2, S. 137-157. Springer (2010)
10. Hackathorn, R.: Active Data Warehousing: From Nice to Necessary. Teradata Magazine (2006)
11. Berger, T.: Konzeption und Management von Service-Level-Agreements für IT-Dienstleistungen. Dissertation, TU Darmstadt (2005)
12. Brugger, R.: Der IT Business Case. Springer Berlin (2009)
13. Buchda, S.: Rulers for Business Intelligence and Competitive Intelligence: An Overview and Evaluation of Measurement Approaches. Journal of Competitive Intelligence and Management 4(2), S. 23-54 (2007)
14. McGonagle, J. J. und Vella, C. M.: Bottom Line Competitive Intelligence. Greenwood Publishing Group (2002)
15. Herring, J.: Measuring the Effectiveness of Competitive Intelligence: Assessing and Communicating CL's Value to Your Organization. Competitive Intelligence Review 8(2), S. 95-96 (1997)
16. Sawka, K.: Are We Valuable. Competitive Intelligence Magazine 3(2), S. 53-54. (2000)
17. Buxmann, P.: Informationsmanagement in vernetzten Unternehmen: Wirtschaftlichkeit, Organisationsänderungen und der Erfolgsfaktor Zeit. Dissertation, Wiesbaden (2001)
18. Laux, H., Gillenkirch, R. M. und Schenk-Mathes, H. Y.: Entscheidungstheorie (2012)
19. Töpfer, J.: Active Enterprise Intelligence. In Active Enterprise Intelligence TM, S. 1-27. Springer (2008)
20. Kieninger, A., Westernhagen, J. und Satzger, G.: The Economics of Service Level Engineering. In 44th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS). IEEE, S. 1-10 (2011)
21. Brinkkemper, S. Method Engineering: Engineering of Information Systems Development Methods and Tools. Information and Software Technology 38:4, S. 275-280 (1996)
22. Gupta, D. and Prakash, N. Engineering Methods from Method Requirements Specifications. Requirements Engineering 6:3, S. 135-160 (2001)
23. Szyperski, N.: Informationsbedarf. In Grochla, E. (Hrsg.) Handwörterbuch der Organisation, 2nd Auflage, S. 904-913. Schäffer-Poeschel, Stuttgart (1980)
24. Piller, G. und Hagedorn, J.: Business Benefits and Application Capabilities Enabled by In-memory Data Management. In Innovative Unternehmensanwendungen mit In-Memory Data Management, S. 45-56 (2011)
25. Ellram, L. M.: Total Cost of Ownership. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management 25:8, S. 4-23 (1995)
26. Cundius, C. und Alt, R.: Real-Time or Near Real-Time? Towards a Real-Time Assessment Model. Thirty Fourth International Conference on Information Systems, Milan (2013)