

# **Situation Awareness als Zielkonstrukt für das Requirements Engineering der Operational Business Intelligence**

Christian Schieder

Technische Universität Chemnitz

## **Abstract**

*Die komplexitätsbedingte Zunahme der Ressourcen- und Kostenintensität innovativer BI-Lösungen hat die Sicherstellung einer anforderungsoptimalen Gestaltung von BI-Systemen zu einer der vordringlichsten Aufgaben in BI-Projekten werden lassen. Unternehmen stehen damit vor der Herausforderung, Anforderungen zutreffend zu erheben und zu definieren. Hier besteht gerade im Kontext der operativen BI noch erheblicher Forschungsbedarf.*

*Der vorliegende Beitrag stellt einen Ansatz vor, im interdisziplinären Brückenschlag das Konstrukt der Situation Awareness als ein Artefakt aus den Kognitionswissenschaften für das Requirements Engineering bei der Gestaltung von entscheidungsunterstützenden Informationssystemen in operativen Handlungskontexten nutzbar zu machen. Dabei wird ein Forschungsansatz skizziert, der eine Methode zur zielorientierten Anforderungsanalyse generieren soll. Dem Ansatz liegt die Annahme zugrunde, dass für Handelnde in dynamischen, operativen Entscheidungssituationen der Zustand ihrer Situation Awareness der erfolgsbestimmende Faktor ist.*

## **1 Motivation**

Das primale Maß für den Erfolg eines Softwaresystems ist der Grad zu dem es den Zweck erfüllt, für den es gedacht ist (Nuseibeh & Easterbrook 2000). Diese trivial anmutende Aussage gilt auch und gerade im Kontext der Business Intelligence (BI). Doch die Sicherstellung eines so definierten Erfolges für BI-Systeme, die oftmals neuen, veränderlichen und konkurrierenden fachlichen und technischen Anforderungen seitens verschiedener Stakeholder unterworfen sind (Totok 2006), ist alles andere als trivial. Angesichts der aktuellen Tendenz BI-Technologie in die Bearbeitung zeit- und geschäftskritischer operativer Geschäftsprozesse zu integrieren (Mar-

janovic 2007), sind daher Methoden gefragt, die Projektverantwortliche bei der Erhebung und Definition valider, zukunftssicherer Anforderungen für die Gestaltung operativer BI-Lösungen (OpBI) unterstützen. Gerade in dynamischen, operativen Geschäftsprozessen, in denen von Akteuren eine Fülle von Entscheidungen mit niedriger Latenz (schnell) in kurzer Periode (häufig) verlangt wird, hat die zielorientierte, aufgabenadäquate Definition der Anforderungen daher besondere Relevanz.

Bisherige Forschungsansätze zum Requirements Engineering (RE) im BI-Bereich fokussieren überwiegend die klassischen, analytisch orientierten Managementinformationssysteme (Böhnlein & Ulbrich-vom Ende 2000) oder klammern prozessbezogene Betrachtungen prinzipiell aus (Winter & Strauch 2004). Der vorliegende Beitrag hingegen stellt einen Forschungsansatz vor, dessen Ziel in der Konstruktion einer Methode liegt, die explizit auf analytische Informationssysteme im operativen Kontext abstellt. Mit dem Konstrukt der Situation Awareness (SA) findet ein Artefakt aus der Kognitionswissenschaft Anwendung, das sich als Maß und Zieldimension für die Bewertung der Effektivität von IT-Lösungen zur Entscheidungsunterstützung im operativen Kontext bewährt hat (Schaub 2008).

## 2 Forschungsfrage, Erkenntnisziel & Methodik

Unter den intensiver werdenden Wettbewerbsbedingungen ist es heute mehr denn je erforderlich, eine große Menge an Signalen, Sensordaten, Nachrichten und Informationen zu erfassen, zu integrieren, zu sortieren, zu speichern und aufzubereiten. Dabei gilt es die Balance zwischen Information-„Overload“ und -„Underload“ (Endsley 2008) fein auszutariieren. Ein etabliertes Konstrukt zur Abschätzung des Informationsbedarfs unter Berücksichtigung der Informationsverarbeitungskapazität im Kontext hochdynamischer Entscheidungssituationen wird als Situation Awareness bezeichnet (Wickens 2008). Entsprechend lautet die dem Forschungsansatz zugrundeliegende Frage wie folgt:

?

Ist das Konstrukt der Situation Awareness zur Ableitung von Gestaltungsempfehlungen für die Konstruktion von operativen BI-Systemen geeignet und wenn ja, welche Anforderungen an die funktionale Konstitution dieser Systeme lassen sich aus seiner Anwendung gewinnen?

Der Versuch der Beantwortung der Forschungsfrage beinhaltet das Potenzial zum einen Erkenntnisse für die Gestaltung von OpBI-Systemen für die Praxis zu generieren. Zum anderen können die aus Wissenschaft und Praxis stammenden Vorschläge

für die Konzeption von OpBI-Systemen auf ihre Fähigkeit untersucht werden, inwiefern sie die Entscheidungsunterstützung im operativen Kontext verbessern. Neben der Konstruktion einer Methode zur zielorientierten Informationsbedarfsanalyse für operative Entscheidungssituationen, erscheint daher der Versuch lohnenswert, das Konstrukt der SA als Vehikel für die Untersuchung von OpBI-Konzeptionen einzusetzen. Das Erkenntnisziel der Forschungsarbeit lautet dementsprechend:



Ziel ist die Ableitung einer Methode zur Situation Awareness-orientierten Anforderungsanalyse zur Vorbereitung der Gestaltung von Operational Business Intelligence-Systemen, die an Anwendungsfällen validiert und in den Prozess der systematischen Konzeption von BI-Lösungen integriert ist.

Nachdem das Ziel der Arbeit in der Konstruktion einer Methode besteht, liegt es nahe, das gestaltungswissenschaftliche Paradigma zugrunde zu legen, dessen Einsatz hinlänglich als Design Science Ansatz bekannt und beschrieben ist. Peffers et al. (2008) stellen zur Operationalisierung des Design Paradigmas einen Forschungsprozess vor, an dem sich Arbeit orientiert.

### **3 Kontext der Forschungsarbeit (Related Work)**

#### **3.1 Konzeption der Operativen BI**

Innovative BI-Architekturen, die Entscheidungsunterstützung im operativen Kontext – also während der Prozessausführung – realisieren sollen, firmieren derzeit unter Begriffen wie

- Real-time BI (Azvine et al. 2006),
- Process-centric BI (Bucher et al. 2009),
- Situational BI (Löser, Hueske, & Markl 2009),
- Event-driven BI (Neuhaus 2009, Linden et al. 2010),
- Operational BI (Marjanovic 2007; Gluchowski et al 2009; Schiefer & Seufert 2010).

Im Vordergrund dieser Arbeiten stehen dabei regelmäßig Architekturblaupausen und Vorschläge für die technische Realisierung entsprechender Anwendungen. Zur Gestaltung innovativer BI-Architekturen für die Unterstützung operativer Ge-

schaftsprozesse steht damit eine Reihe von technisch orientierten Vorschlägen auf infrastruktureller Ebene bereit.

Die vorgeschlagenen Architekturen setzen zwar unterschiedliche inhaltliche Schwerpunkte, haben schließlich jedoch als gemeinsames Ziel, Informationen aus äußerst heterogenen Quellen (Situational BI), unter Einhaltung möglichst geringer Latenzzeitengrenzen (Event-driven BI, Real-time BI), prozessbezogen (Process-centric BI) zu erschließen, zu integrieren und aufgabenadäquat bereit zu stellen.

### 3.2 Situation Awareness

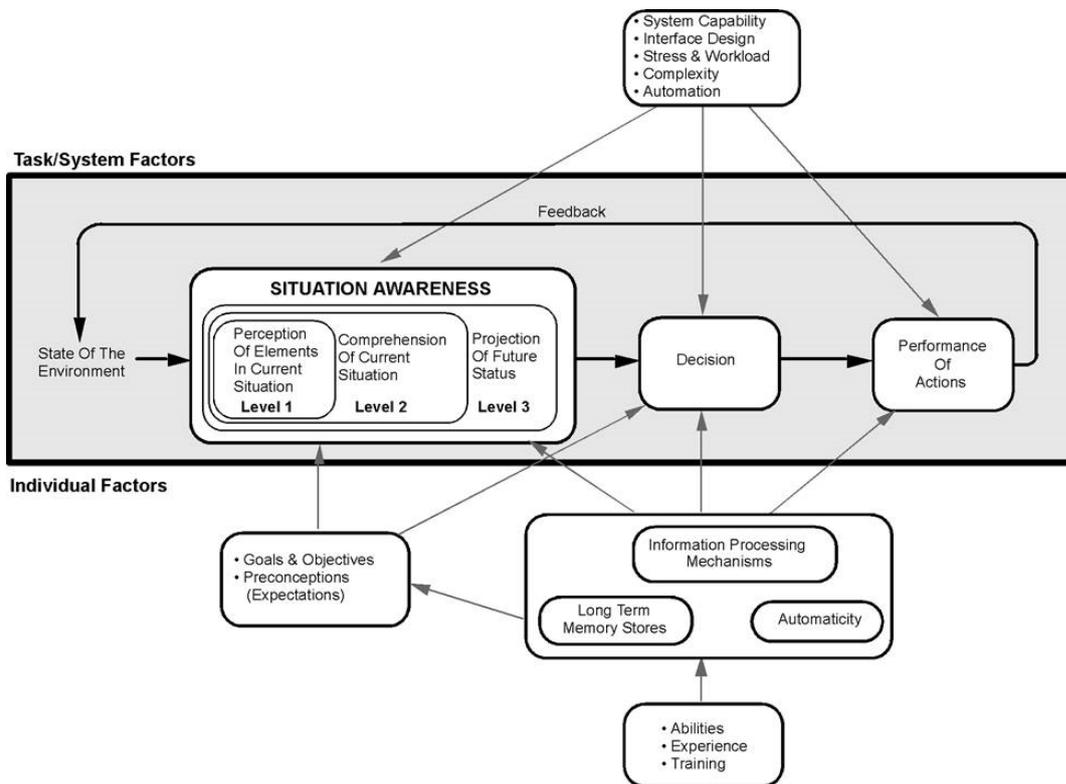


Abbildung 1: Endsleys Modell zur Situation Awareness in dynamischen Entscheidungssituationen (Endsley 1995)

In vielen Forschungsarbeiten und Experimenten zu Entscheidungsprozessen in hochkompetitiven operativen Entscheidungssituationen, hat sich SA als dominanter Erfolgsfaktor erwiesen (Wickens 2008). Das Konstrukt der SA beschreibt den Zustand eines Akteurs bezüglich dreier, aufeinander aufbauender Zustände (Endsley 1995):

- seine Wahrnehmung (Perception) der Elemente seiner Handlungsumwelt, in einem bestimmten raum-zeitlichen Umfang (Level 1 SA);
- sein Verständnis (Comprehension) der Bedeutung der Elemente, ihrer Zustände und Interdependenzen für die eigene Situation (Level 2 SA);
- seine Prognose (Projection) des Zustandes der Umweltelemente in der nahen Zukunft (Level 3 SA).

Abbildung 1 stellt ein von Endsley (1995) beschriebenes Modell zum Verständnis des Phänomens der SA dar. Es bettet die SA eines Akteurs in den Kontext der Auswirkungen seines Entscheidungshandelns auf den Zustand der Umwelt ein. Die Fähigkeit eines Akteurs zu Adaption seiner SA wird nach diesem Modell durch eine Reihe von aufgaben- bzw. systemimmanente Faktoren einerseits und intrapersonale Faktoren andererseits determiniert, die in Wickens (2008) detailliert dargestellt sind.

#### **4 Integration der beschriebenen Forschungsfelder**

Aus Sicht der Kognitionswissenschaft muss das Ziel von BI-Systemen im operativen betrieblichen Kontext in der Beförderung von SA in Entscheidern liegen. Grundlage hierfür ist die Wahrnehmung aller relevanten Daten und Informationen der Systemumwelt, der Systemelemente und ihrer Beziehungen innerhalb des relevanten sozio-technischen (Teil-)Systems. Diese gilt es zu erfassen, zu integrieren, zu harmonisieren, zu sortieren, zu filtern und zu visualisieren (Level 1 SA). Die besondere Herausforderung hierbei liegt in der kontinuierlich steigenden Heterogenität der Wahrnehmungselemente (Kokar et al. 2009). Sie umfassen so unterschiedliche Datenelemente wie

- Daten aus historischen Data Warehouse Datenbeständen (Gluchowski et al. 2009),
- Echtzeit-Datenströme (Gawlick & Mishra 2008) wie z.B. Sensorfeeds (Cuff, Hansen, & Kang 2008), speziell von RFID-Scannereinheiten (Baars & Sun 2009) sowie
- Nachrichten von Web Services und unstrukturierte Informationsfragmente von Echtzeit-Kommunikationseinrichtungen (Instant Messaging, Twitter).

Die Dynamik operativer Entscheidungssituationen erfordert in der Regel eine besonders zeitnahe Integration und Bereitstellung der für die Entscheidungsfindung notwendigen Erkenntnisse (Watson et al. 2006). Von besonderer Bedeutung ist

hierbei die Tatsache, dass aktuelle Prozessablaufdaten nur im Kontext der Prozesshistorie, also in Relation zu früheren Zustandsbeschreibungen Sinn erhalten (Gluchowski et al. 2009). Erst wenn diese Bedingung erfüllt ist, können Akteure die jeweilige Situation verstehen und verfügen dann über Level 2 SA.

In einem exemplarischen Call Center Szenario stiftet einem Disponenten die Information, dass das Anrufvolumen (Anzahl eingehender Anrufe pro Minute) derzeit eine gewisse Höhe relativ wenig Nutzen. Es sei denn, er hat auf Grund seiner Erfahrung ausreichend Wissen um diese Information in den historischen und situativen Kontext zu setzen. Weit größeren Mehrwert hat diese Information, wenn sie eingebettet in den Tagesverlauf und im Vergleich zur Historie vergangener Tage visualisiert wird. Damit lässt sich die Einsicht, dass momentan ein außergewöhnlich hohes Anrufaufkommen vorliegt, im besten Fall sofort intuitiv erfassen. Entsprechend kann der Disponent seine Mitarbeiter anhalten, die Gesprächsdauer temporär möglichst kurz zu halten. Diese können beispielsweise die Anweisung erhalten, von Kundenumfragen zur Servicezufriedenheit abzusehen bis das Aufkommen wieder auf Normalmaß zurückgegangen ist.

Doch auch wenn alle Bedingungen für das Verständnis der Systemumwelt erfüllt sind, verfügt ein Akteur immer noch nicht über Level 3 SA. Hierzu sind Möglichkeiten zur Prognose potenzieller Prozesszustände in der Zukunft erforderlich. Im Kontext der BI stehen Werkzeuge und Techniken der statistischen Prozesskontrolle, des Data Minings und der Simulation für diese Aufgaben zur Verfügung. Sie bieten operativen Akteuren Unterstützung für die Analyse der Auswirkungen verschiedener Handlungsalternativen auf ihre Systemumwelt. Die Herausforderung besteht hier darin, dass in den hier relevanten niedrig-Latenzzeit-Szenarien, die Kompliziertheit der Werkzeuge ein großes Hindernis für ihren effektiven Einsatz darstellt. Entsprechend hohe Bedeutung muss bei der Gestaltung von OpBI-Lösungen der Ergonomie der Benutzerschnittstelle beigemessen werden.

Dem Disponenten im Beispiel würde es für sein Situationsverständnis erheblichen Gewinn bringen, könnte es auf einem Display oder Dashboard Trends bezüglich der Entwicklung des Anrufaufkommens frühzeitig antizipieren. Die benötigten Informationen stammen in diesen Fall beispielsweise aus vordefinierten Regressionsanalysen, die unter Einbeziehung verschiedener Umweltfaktoren (Jahres- und Tageszeit, Berücksichtigung von Marketingaktionen) generiert und mittels Trendlinien dargestellt werden. Weiterhin könnten auf dem Dashboard Kennzahlen als Ergebnis der Berechnung von Optimierungsmodellen für das aktuell angemessene Verhältnis von

Anrufdauer, Anzahl aktiver Mitarbeiter und Anrufaufkommen vorgeschlagen werden.

Auf Basis vorstehender Ausführungen lässt sich OpBI funktional wie folgt definieren: *Operational Business Intelligence (OpBI) ist eine sozio-technische Funktion von Organisationen, die der Unterstützung und Automatisierung zeitkritischer Entscheidungen in betrieblichen Prozessen durch die zeitnahe und aufgabenorientierte Bereitstellung situativ relevanter Erkenntnisse auf Basis der Integration interner historischer, aktueller und prognostizierter prozessualer Ablaufdaten sowie prozessexterner Kontextinformationen dient. OpBI unterstützt Entscheider in operativen betrieblichen Prozessen darin, Informationen über relevante Systemelemente wahrzunehmen, aktuelle Systemzustände zu verstehen und zukünftige zu antizipieren. Auf diese Weise ermöglicht OpBI operativen Akteuren, proaktiv situationsadäquate Allokationen in zeitkritischen, dynamischen Entscheidungssituationen vorzunehmen.*

## 5 Zusammenfassung und Ausblick

Der Abriss des Forschungsansatzes kann im Rahmen dieses Research-in-Progress-Beitrags etliche Punkte nur streifen. Festzuhalten bleibt, dass für die Konzeption und Evaluation der OpBI die Perspektive der Kognitionswissenschaft, mit dem Konstrukt der SA, ein ergiebiges Feld für Forschungsimpulse liefert. OpBI ist dann nützlich, wenn sie Entscheider in operativen Handlungskontexten beim Aufbau ihrer SA unterstützt. Dazu muss sie bestimmte Funktionen mitbringen, die technisch anforderungsoptimal umgesetzt werden müssen. Mit dem SA-Ansatz liegt ein Konzept vor, welches das Potenzial bietet, die erforderlichen Gestaltungsrichtlinien abzuleiten und den Erfolg des Einsatzes von BI-Initiativen in operativen Kontexten zu messen (Endsley 2008). Darüber hinaus sind auch für die bisher erfolglose Suche nach einem Erfolgsmaß für konventionelle BI-Implementierungen entscheidende Impulse zu erwarten.

Es deutet sich an, dass sich aus der Konzeptualisierung der OpBI als Vehikel zur Beförderung der SA in Entscheidern, klare Forderungen bezüglich der Konstitution und Morphologie von OpBI-Systemen gewinnen lassen. Damit erschließt sich die Möglichkeit, eine Präzisierung und Formalisierung der BI-Forschung im Hinblick auf die definitorische Konkretisierung ihrer Begriffswelten vorzunehmen, die bisher v.a. aus der Praxis übernommen wurden. Die Signifikanz des Forschungsansatzes muss nun in weiteren Schritten konkretisiert, exemplifiziert und validiert werden. Die Basis hierfür wurde durch die Aufarbeitung des Literaturbestandes bereits gelegt. Der nächste Schritt besteht nun in der detaillierten Beschreibung der Methode und

ihrer anschließend Demonstration mittels einer zielorientierten, entscheidungszentrierten Modellierung anhand beispielhafter Anwendungsfälle, etwa aus dem Produktions- (Bucher et al. 2009) oder Logistikumfeld (Linden et al. 2010).

Die Aussicht auf eine theoretisch fundierte und wissenschaftlich gut gesicherte Methode zur Evaluation von OpBI-Systemen ist in jedem Fall ein für die BI-Community erstrebenswertes und lohnendes Ziel. Ein interdisziplinärer Forschungsansatz, wie er im vorliegenden Beitrag skizziert wurde, scheint hier fruchtbare Impulse liefern zu können.

## 6 Literatur

Azvine, B., Cui, Z., Nauck, D., & Majeed, B. (2006). Real time business intelligence for the adaptive enterprise. In Proceedings of the eighth IEEE International Conference on Enterprise Computing, E-Commerce, and E-Services (S. 29-40).

Baars, H., & Sun, X. (2009). Multidimensional Analysis of RFID Data in Logistics. In Proceedings of the 42nd HICSS (S. 1-10).

Böhnlein, M., & Ulbrich-vom Ende, A. (2000). Business process oriented development of data warehouse structures. In Jung, R. & Winter, R. (Hrsg.), DW 2000 (S. 3–21).

Bucher, T., Gericke, A., & Sigg, S. (2009). Process-centric business intelligence. BPM Journal, 15(3), 408-429.

Cuff, D., Hansen, M., & Kang, J. (2008). Urban sensing: out of the woods. Communications of the ACM, 51(3), 24–33.

Endsley, M. A. (2008). Situation Awareness: A Key Cognitive Factor in Effectiveness of Battle Command. In A. Kott (Hrsg.), Battle of cognition: the future information-rich warfare and the mind of the commander (S. 95-119).

Endsley, M. R. (1995) Toward a theory of situation awareness in dynamic systems. Human Factors, 37(1), 32-64.

Gawlick, D., & Mishra, S. (2008). CEP: Functionality, Technology and Context. In Proceedings of the Second DEBS.

Gluchowski, P., Kemper, H.-G., Seufert, A. (2009). Innovative Prozess-Steuerung. BI Spektrum, 4(1), 8-12.

Kokar, M., Matheus, C., & Baclawski, K. (2009). Ontology-based situation awareness. Information Fusion, 10(1), 83-98.

Linden, M., Neuhaus, S., Kilimann, D., Bley, T., & Chamoni, P. (2010). Event-Driven Business Intelligence Architecture for Real-Time Process Execution in Supply Chains. In Proceedings of the 13th BIS (S. 280-290).

Löser, A., Hueske, F., & Markl, V. (2009). Situational business intelligence. In M. Castellanos, U. Dayal & T. Sellis (Hrsg.), Business Intelligence for the Real-Time En-

terprise (S. 1-11).

Marjanovic, O. (2007). The Next Stage of Operational Business Intelligence - Creating New Challenges for Business Process Management. In Proceedings of the 40th HICSS.

Neuhaus, S. (2008). Konzeption einer Referenzarchitektur für Operational Business Intelligence auf Basis einer ereignisgesteuerten, serviceorientierten Architektur. In FKBI 2009, GI Fachgruppe 5.8. CEUR Workshop Proceedings, Vol. 542 (S. 1-13).

Nuseibeh, B., & Easterbrook, S. (2000). Requirements engineering. In Proceedings of the ICSE '00 (S. 35-46).

Peffer, K., Tuunanen, T., Rothenberger, M. und Chatterjee, S. (2008) A Design Science Research Methodology for Information Systems Research. Journal of Management Information Systems, 24(3), 45-77.

Schaub, H. (2008). Wahrnehmung, Aufmerksamkeit und „Situation Awareness“. In P. Badke-Schaub, G. Hofinger, K. Lauche (Hrsg.) Human Factors: Psychologie sicheren Handelns in Risikobranchen (S. 59-76).

Schiefer, J., & Seufert, A. (2010). Towards a Service-Oriented Architecture for Operational BI – A Framework for Rule-Model Composition. In Tagungsband MKWI 2010 (S. 1137-1149).

Winter, R., & Strauch, B. (2004). Information requirements engineering for data warehouse systems. In Proceedings of the 2004 ACM symposium on Applied computing (p. 1359–1365).

Totok, A. (2006). Entwicklung einer Business-Intelligence-Strategie. In P. Chamonni & P. Gluchowski, Analytische Informationssysteme (3. Aufl., S. 51–70).

Watson, H., Wixom, B., Hoffer, J., Anderson-Lehman, R., & Reynolds, A. M. (2006). Real-Time Business Intelligence: Best Practices at Continental Airlines. Information Systems Management, 23(1), 7-18.

Wickens, C. (2008). Situation Awareness: Review of Mica Endsley's 1995 Articles on Situation Awareness Theory and Measurement. Human factors, 50(3), 397-403.