

Forschungsansatz für eine wissensbasierte Wirkungsanalyse im Business Intelligence

Axel Benjamins

Universität Osnabrück,
Institut für Informationsmanagement und Unternehmensführung,
Katharinenstraße 3, 49069 Osnabrück
axel.benjamins@uni-osnabrueck.de

Abstract

Die Möglichkeit, computergestützte Analysen zur Unterstützung von Entscheidungsprozessen im Unternehmen einzusetzen, wird aktuell unter dem Begriff Business Intelligence zusammengefasst und stellt einen bedeutenden Wettbewerbsvorteil dar. Ein wichtiger Bestandteil dieser Analysen sind Wirkungsanalysen zum Identifizieren von Wirkungszusammenhängen zwischen Daten. Dadurch können Ursachen für Wirkungen erkannt und bei Bedarf in den Entscheidungsprozessen berücksichtigt werden. Zur Durchführung von Wirkungsanalysen wird allerdings ein umfangreiches Datenverständnis benötigt. Da sich dies bei steigenden Datenmengen zu einer immer schwerer werdenden Aufgabe entwickelt, wird im vorliegenden Beitrag ein Konzept zur Unterstützung von Wirkungsanalysen vorgestellt. Bestandteile des Konzepts sind eine homogene Wissensbasis über Wirkungszusammenhänge, welche Wissen aus unterschiedlichen Quellen beinhaltet, und einer an die menschliche Vorgehensweise angelehnte Verarbeitung des Wissens.

1 Ausgangssituation und Problemstellung

Die Analyse von Daten gilt für Unternehmen als entscheidender Wettbewerbsvorteil (vgl. Davenport & Harris, 2007, S. 48), da die Ergebnisse zur effektiveren Entscheidungsfindung eingesetzt werden können (vgl. Davenport, 2006, S. 99; vgl. Vercellis, 2009, S. 3). Ein wichtiger Bestandteil dieser Analysen ist die Identifikation von Wirkungszusammenhängen in einer konkreten Entscheidungssituation (vgl. Cyert, Simon, & Trow, 1956, S. 237; vgl. Mintzberg, Raisinghani, & Theoret, 1976, S. 274). Bei einer Wirkungsanalyse handelt es sich um ein entscheidungsunterstützendes Verfahren, das zum besseren Verständnis von relevanten Wirkungsketten beiträgt und aus technologischer Sicht in den Bereich des Business Intelligence eingeordnet wird (vgl. Gluchowski, 2001, S. 6). Durch diese Analysen können die potenziellen Konsequenzen einer Entscheidung besser vorhergesehen werden.

Die Anforderungen an Analysten zur Durchführung von erfolgversprechenden Analysen, setzen sich aus dem Geschäftsverständnis, der Methodenkenntnis sowie dem Datenverständnis zusammen (vgl. Laursen & Thorlund,

2010, S. 98–101). Vor allem der Aufbau eines umfangreichen Datenverständnisses, also beispielsweise die Strukturen oder die Integration von Daten, stellt eine wichtige Grundlage von Analysen dar (vgl. Davenport, Harris, & Morison, 2010, S. 23). Bei wachsenden Datenmengen und einer größeren Vielfalt an Datenquellen (vgl. Minelli & Dhiraj, 2013, S. 10) entwickelt sich der Aufbau aber zu einer immer schwerer werdenden Aufgabe.

Die Nachfrage nach Anwendern, die dieses Datenverständnis aufbringen und zudem ausreichende analytische Fähigkeiten besitzen, wird in Zukunft weiter steigen und vor dem Hintergrund des aktuell prognostizierten Fachkräftemangels im Hinblick auf Analysen (vgl. Chen, Chiang, & Storey, 2012, S. 1185) mittelfristig nicht zu decken sein. Dieser drohende Mangel an geeigneten analytischen Fähigkeiten gefährdet die Erlangung oder Sicherung von Wettbewerbsvorteilen. Umso wichtiger ist es, allen Entscheidungsträgern die Möglichkeit zu eröffnen, computergestützte Wirkungsanalysen im Rahmen einer Entscheidungssituation durchzuführen.

2 Zielsetzung

Zur Formulierung eines Forschungsziels werden im Folgenden wichtige Komponenten einer wissensbasierten Wirkungsanalyse hergeleitet.

Ein Entscheidungsprozess wird nach Simon (1977) in die Phasen Intelligence, Design und Choice unterteilt¹. Die Intelligence-Phase dient zur Identifikation des Problems und dessen Ursachen, in der Design-Phase werden mögliche Lösungsalternativen erarbeitet und in der Choice-Phase wird die eigentliche Selektion einer Lösung durchgeführt (vgl. Simon, 1977, S. 40 f.). Mintzberg, Raisinghani & Theoret (1976) haben eine weitere Unterteilung der Intelligence Phase in die Erkennung von Entscheidungsbedarf und die Diagnose vorgenommen, wobei letztere das Identifizieren und Verstehen von Wirkungszusammenhängen in einer Entscheidungssituation umfasst (vgl. Mintzberg u. a., 1976, S. 252 f.).

Diese Wirkungszusammenhänge nehmen durch eine komplexer werdende Umwelt einen immer höheren Stellenwert in Entscheidungssituationen ein (vgl. Morton, 1971, S. 32; vgl. Sabherwal & Becerra-Fernandez, 2011,

¹ Simon (1977) definierte nachträglich noch eine vierte Phase Review, welche u.a. von Gory & Morton (1971) nicht aufgenommen wurde und für diesen Beitrag keinen weiteren Einfluss hat.

S. 9). Eine weit verbreitete Methode zur Dokumentation von Ursachen für eine Wirkung stammt aus dem Total Quality Control (TQC) von Ishikawa zur Korrektur von Qualitätsmängeln (vgl. Andersen & Fagerhaug, 2006, S. 12; vgl. Ishikawa, 1972, S. 19 ff.). Durch ein Ursache-Wirkungs-Diagramm² lassen sich die Ursachen für eine beobachtete Wirkung aufzeigen. Es wird hierbei keine Bewertung darüber vorgenommen, wie groß der Einfluss einer Ursache in einer konkreten Situation auf die Wirkung war (vgl. Ishikawa, 1972, S. 20). Ein solches Diagramm besitzt einen gewissen Lerneffekt für alle an der Erstellung Beteiligten (vgl. Ishikawa, 1972, S. 26). Im nachfolgenden Konzept sollen neben der Identifikation, die Validierung und Bewertung von Wirkungsbeziehungen im Fokus stehen, um dem Anwender einen Eindruck der Größe des Einflusses von Wirkungen zu vermitteln.

Bei der menschlichen Vorgehensweise zum Lösen von Problemen werden Wirkungszusammenhänge immer in einem konkreten Problemkontext identifiziert und validiert (vgl. Newell & Simon, 1972, S. 809). Nachdem das Problem verstanden wurde, muss dazu ein sogenannter Problemraum konstruiert oder, falls bereits in ähnlicher Form vorhanden, das Problem in einen bestehenden Problemraum übertragen werden (vgl. Newell & Simon, 1972, S. 809). Ein Problemraum besteht dabei aus den Elementen eines Problems, den Operatoren zur Bearbeitung sowie dem für eine konkrete Problemsituation relevanten Wissen (vgl. Newell & Simon, 1972, S. 810). Es wird nicht das gesamte Wissen in einer Problemsituation angewendet, sondern primär das mit dem Problem in Beziehung stehende Wissen zur Lösungsfindung herangezogen. Diese Vorgehensweise und die Eingrenzung des zu verwendenden Wissens sollen in das nachfolgende Konzept mit aufgenommen werden, sodass die Analyse eines Problems über Wirkungszusammenhänge immer im Kontext einer Entscheidungssituation durchgeführt wird.

Die Möglichkeit Probleme zu lösen und die Qualität einer Lösung basieren zu einem großen Teil auf Wissen (vgl. Newell & Simon, 1972, S. 814). Dabei geschieht die Auswahl von relevantem Wissen in einer Problemsituation immer auf Basis des gesamten verfügbaren Wissens. Eine möglichst große Ansammlung von Wissen stellt also einen wichtigen Faktor zur Identifikation von Wirkungszusammenhängen dar, da sich bei einer größeren Wissensmenge die Wahrscheinlichkeit erhöht, dass die einflussreichsten Wirkungszusammenhänge in der Wissensmenge vorhanden sind und gefunden werden können. Dies führt zu der Anforderung, dass die Integration von Wissen aus möglichst vielen Quellen sowie die Erweiterbarkeit der Wissensstrukturen im nachfolgenden Konzept zum Aufbau einer möglichst umfangreichen Wissenssammlung eine elementare Rolle einnehmen sollen.

Das folgende Forschungsziel basiert auf den diskutierten Anforderungen und fasst diese zusammen.

Forschungsziel: Die Unterstützung der *Identifikation und Validierung* von *Wirkungszusammenhängen* in der Intelligence-Phase von Entscheidungsprozessen im *Kontext einer Entscheidungssituation* mithilfe eines *wissensbasierten Systems*.

² Das Ursache-Wirkungs-Diagramm wird auch als Ishikawa- oder als Fischgräten-Diagramm bezeichnet (vgl. Ishikawa, 1985, S. 64).

3 Verwandte Arbeiten

Erste Forschungsarbeiten hinsichtlich Wirkungsanalysen im Business Intelligence existieren von Caron (2013). Dabei wurde die Identifikation, Erklärung und Behebung von Ausnahmewerten in multidimensionalen Analysen untersucht. Ein Ausnahmewert ist als eine signifikante Abweichung von dem erwarteten Wert definiert und führt oftmals zur Identifikation eines Problems oder zu neuem Unternehmenspotenzial (vgl. Caron, 2013, S. 9). Durch den Aufbau eines statistischen Modells werden diese Werte innerhalb eines On-Line Analytical Processing (OLAP)-Würfels durch Daten im gleichen Würfel zu erklären versucht (vgl. Caron & Daniels, 2008, S. 889). Dies setzt jedoch die Annahme voraus, dass eine Erklärung eines Ausnahmewertes innerhalb des vorab abgegrenzten multidimensionalen Datenbereichs vorhanden ist.

Da davon ausgegangen wird, dass eine Wirkungsanalyse immer in einer konkreten Entscheidungssituation durchgeführt werden muss und somit eine auf die jeweilige Situation angepasste Menge von Daten benötigt, ist das Konzept von Caron (2013) zur Erreichung des Forschungsziels nicht anwendbar.

4 Forschungsansatz für eine wissensbasierte Wirkungsanalyse im Business Intelligence

Zur Durchführung einer Wirkungsanalyse müssen zuerst potenzielle Wirkungszusammenhänge identifiziert und anschließend auf ihren Einfluss hin überprüft werden (vgl. Mintzberg u. a., 1976, S. 253). Die Identifikation ist ein wissensintensiver Prozess auf Basis des Daten- und Geschäftsverständnisses (vgl. Kapitel 1). Die Überprüfung der Wirkungszusammenhänge wird durch die Anwendung von statistischen Methoden zur Bestimmung der Korrelation durchgeführt und beruht auf der Methodenkenntnis (vgl. Kapitel 1).

Zur Erreichung des Zieles wird im Folgenden untersucht, wie Wissen über Wirkungszusammenhänge zu deren Identifikation und Überprüfung nutzbar gemacht werden kann. Aufgrund der in Kapitel 2 analysierten Anforderungen wird hierzu ein wissensbasiertes System verwendet, dessen Struktur durch eine Trennung zwischen der Wissensrepräsentation und Wissensverarbeitung geprägt ist (vgl. Beierle & Kern-Isberner, 2008, S. 11; vgl. Ertel, 2009, S. 15).

Der vorliegende Forschungsansatz nimmt Bezug auf diese Trennung und diskutiert die Konzeption einer wissensbasierten Wirkungsanalyse. Zuerst wird hierzu das bereits vorhandene Wissen über Wirkungszusammenhänge in Unternehmen sowie die mögliche Speicherung dieses Wissens erläutert und im Anschluss der Ablauf der Wissensverarbeitung vorgestellt.

4.1 Wissensrepräsentation

Durch die Wissensrepräsentation wird Wissen aus unterschiedlichen Quellen in einer homogenen Struktur zusammengefasst. Dieses Wissen wird in einer Wissensbasis der Wissensverarbeitung bereitgestellt und eine Verknüpfung mit den ursprünglichen Daten hergestellt.

Im Unternehmen existieren diverse Quellen mit Wissen über potenzielle Wirkungszusammenhänge. Im Rahmen eines Business-Intelligence-Systems sind dies bspw. OLAP-Würfel oder Prozesse zur Extraktion, zur Transformation und zum Laden (ETL). Zusätzlich kann Wissen

aus Modellen von Decision Support Systems (DSS) ausgelesen werden, welche eine quantitative Sichtweise auf Wirkungszusammenhänge bieten. Neben diesem strukturierten Wissen besitzen Experten umfangreiches Wissen über Wirkungszusammenhänge. Wird die Annahme zugrunde gelegt, dass Wissen über Wirkungszusammenhänge auch in unternehmensexternen Quellen existiert, kann unter anderem auch das World Wide Web als ein Lieferant für Wissen dienen.

Das in der Wissensbasis vereinheitlicht vorliegende Wissen kann zur systematischen Entdeckung von Wirkungszusammenhängen bereitgestellt werden. Zusätzlich werden Verweise auf die jeweiligen Daten im Data Warehouse zur statistischen Validierung von Wirkungszusammenhängen abgelegt. Die Integration von Wissen aus unterschiedlichen Quellen ist in Abbildung 1 dargestellt, wobei die Auswahl von Quellsystemen erweiterbar ist.

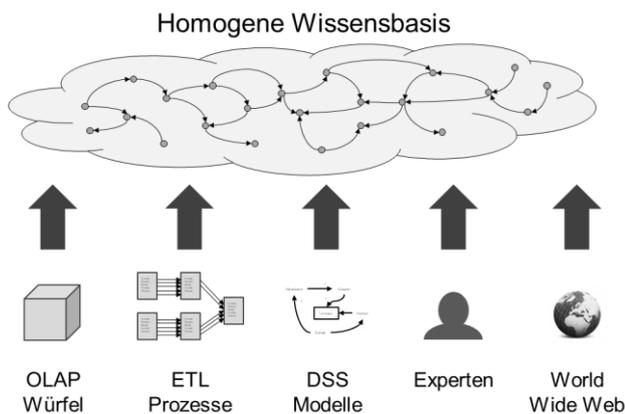


Abbildung 1: Homogene Wissensbasis zur wissensbasierten Entdeckung von Wirkungszusammenhängen

Zur Erstellung der Wissensbasis soll für den Einsatzzweck einer wissensbasierten Wirkungsanalyse möglichst hilfreiches Wissen aus den Quellen, falls möglich automatisiert, extrahiert werden. Das Wissen liegt in unterschiedlicher Form und Qualität vor und muss zur Integration in die homogene Wissensbasis transformiert werden. Diese Vorgehensweise ist an die Extraktion, die Transformation und das Laden beim Aufbau eines Data Warehouse angelehnt (vgl. Kemper, Baars, & Mehanna, 2010, S. 25). Die Übertragung des Wissens in die Wissensbasis wird durch die Repräsentationsform der Wissensbasis sowie das zu extrahierende Wissen aus den unterschiedlichen Quellen beeinflusst. Eine Ausgestaltung des Konzepts kann an dieser Stelle daher noch nicht erfolgen. Exemplarisch werden die abgebildeten Quellen kurz vorgestellt und das potenzielle Wissen über Wirkungszusammenhänge erläutert.

OLAP-Würfel

Zur Durchführung von dynamischen Analysen im multidimensionalen Datenraum werden Daten im Unternehmen in mehrdimensionaler Form in einem OLAP-Würfel aufbereitet (vgl. Gluchowski, Gabriel, & Dittmar, 2008, S. 143 f.). Die Daten werden in betriebswirtschaftliche Kennzahlen und Dimensionen eingeteilt und durch Dimensionshierarchien weiter strukturiert. Zusätzlich kann jeder OLAP-Würfel Metainformationen, bspw. über den Ersteller, den Einsatzzweck oder die Aktualität der Daten besitzen.

Zum Einsatz in einer Wirkungsanalyse sind die Struktur eines OLAP-Würfels und die Metainformationen relevant. Durch die Struktur können Aussagen darüber getroffen werden, welche Kennzahlen in welchen Dimensionen auftreten und dadurch einen potenziellen Zusammenhang haben. Zusätzlich bieten Hierarchien innerhalb einer Dimension die Möglichkeit, die semantischen Zusammenhänge der Daten besser zu verstehen. Hinsichtlich der Metainformationen ist der Einsatzzweck eines OLAP-Würfels besonders interessant, da er Hinweise auf potenzielle Wirkungszusammenhänge geben kann.

ETL-Prozesse

Ein Data Warehouse dient der Bereitstellung von themenorientierten, integrierten, beständigen und zeitorientierten Daten zur Entscheidungsunterstützung von Führungskräften (vgl. Inmon, 2002, S. 31). Der Aspekt der Integration wird durch die Aufbereitung der Daten aus Vorsystemen durch ETL-Prozesse ermöglicht, um einen konsistenten Datenbestand im Data Warehouse aufzubauen.

Wissen über potenzielle Wirkungszusammenhänge kann vor allem aus den Transformationsschritten von Daten aus operativen Vorsystemen zum Data Warehouse entnommen werden. Die Transformation unterteilt sich in die Teilprozesse der Filterung, der Harmonisierung, der Aggregation und der Anreicherung (vgl. Kemper u. a., 2010, S. 28). Aus allen genannten Schritten kann Wissen über potenzielle Wirkungszusammenhänge entnommen werden (vgl. Kemper u. a., 2010, S. 28–38):

- **Filterung:** Zusammenhänge in den Daten aus Transformationsregeln zur Bereinigung der Daten auf semantischer Ebene mithilfe von Plausibilitätskontrollen oder Mustererkennungsverfahren.
- **Harmonisierung:** Zusammenhänge von Bezeichnungen, wie bspw. Synonyme und Homonyme, die zum Aufbau eines konsistenten Datenbestands verwendet werden.
- **Aggregation:** Hierarchische Zusammenhänge in den Daten aus Definitionen und Berechnungsregeln von Hierarchiestufen.
- **Anreicherung:** Zusammenhänge von Daten, die zur Berechnung neuer Kennzahlen genutzt werden.

DSS Modelle

Durch den Einsatz eines repräsentativen oder abstrakten Modells kann die Analyse eines komplexen Problems in der Realität unterstützt werden (vgl. Turban, Sharda, & Delen, 2011, S. 44). Dabei kann eine Optimierung alle Faktoren darauf ausrichten, die in der aktuellen Situation optimale Lösung zu finden oder eine Simulation die Realität durch definierte Formeln zur Beobachtung von Auswirkungen definierter Alternativen fortschreiben (vgl. Power, 2002, S. 169 & 171).

Zur Erreichung dieser beiden Ziele müssen die Einflüsse zwischen den Faktoren möglichst exakt quantifiziert werden. Diese quantifizierten Einflüsse können in Kombination mit der Struktur von OLAP-Würfeln und ETL-Prozessen helfen, eine quantifizierte Sicht auf Wirkungszusammenhänge zu erhalten.

Experten

Zur Lösung von neu auftretenden Problemen oder Problemen ohne eindeutige Lösung besitzen Experten überdurchschnittlich gute Fähigkeiten (vgl. Friedrich & Stumptner, 1990, S. 14). Besonders bei der Bearbeitung von bisher undokumentierten Problemen können Experten ihr Wissen einsetzen, um die Auswirkungen einer Entscheidung zu evaluieren. Dieses Wissen basiert unter anderem auf Erfahrungen aus ähnlichen Situationen, auf dem Allgemeinwissen und auf der Intuition (vgl. Friedrich & Stumptner, 1990, S. 14).

Bei einem Vergleich der bisher vorgestellten Quellen nimmt das Wissen von Experten eine besondere Position ein. Es handelt sich um Wissen, welches noch nicht expliziert wurde. Da durch das Expertenwissen Wirkungszusammenhänge zwischen unterschiedlichen Quellen hergestellt werden können, stellt es einen zentralen Bestandteil zum Aufbau der Wissensbasis dar. Zudem ermöglicht ein Experte durch die Korrektur von Schlussfolgerungen des Systems eine stetige Verbesserung der Wissensbasis und führt langfristig zu besseren Ergebnissen.

World Wide Web

Ausgehend von der Annahme, dass nicht alle relevanten Daten zur Analyse von Wirkungszusammenhängen innerhalb eines Unternehmens vorhanden sind, besteht die Notwendigkeit, ebenfalls externe Quellen einbinden zu können. Dies eröffnet die Möglichkeit externe Einflussfaktoren bei der Analyse von Wirkungszusammenhängen zu berücksichtigen.

Als eine der größten unternehmensexternen Informationsquellen gilt das World Wide Web (vgl. Hitzler, Krötzsch, Rudolph, & Sure, 2008, S. 9) und durch Entwicklungen im Bereich des Semantic Webs können Informationen auch in maschinenlesbarer Form bereitgestellt werden (vgl. Hitzler u. a., 2008, S. 11). Um eine homogene Wissensbasis zu erhalten, müssen Quellen aus dem World Wide Web denselben Bedingungen wie unternehmensinterne Quellen genügen. Neben Metainformationen zur Quelle muss eine strukturierte Bereitstellung von Daten eines eingebundenen Faktors sichergestellt sein.

4.2 Wissensverarbeitung

Das gespeicherte Wissen in der Wissensbasis wird durch die Wissensverarbeitung auf eine konkrete Problemsituation angewendet, um relevante Wirkungszusammenhänge zu identifizieren. Die Vorgehensweise der Verarbeitung ist an die menschliche Vorgehensweise angelehnt (vgl. Kapitel 2). In Form einer Hypothese werden Mutmaßungen über potenzielle Wirkungszusammenhänge im Kontext einer konkreten Problemsituation angestellt (Hypothesengenerierung), welche im Anschluss auf Richtigkeit überprüft werden (Hypothesenverifizierung) (vgl. Gluchowski u. a., 2008, S. 143).

Zu Beginn erfolgt die Initialisierung, welche eine Problemsituation in die Wissensbasis einordnet. Aufbauend auf dieser Einordnung wird die Erkundung der Wissensbasis im Kontext der übertragenen Problemsituation angestoßen, um potenzielle Wirkungszusammenhänge zu identifizieren. Abschließend werden die gefundenen Wirkungszusammenhänge bewertet. Die drei Phasen sind in Abbildung 2 ersichtlich und werden nachfolgend einzeln und in ihrem Ablauf erläutert.

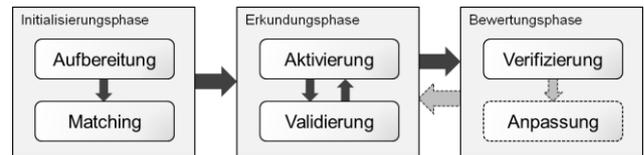


Abbildung 2: Ablauf der Wissensverarbeitung

Durch einen modularen Systemaufbau soll es möglich sein, diese Komponenten gezielt auszutauschen. So könnte beispielsweise eine andere Strategie zur Aktivierung in der Erkundungsphase verwendet oder eine Problemsituation aus einem anderen System aufbereitet werden. Dies erhöht die Flexibilität und Anpassbarkeit des Forschungsansatzes.

Initialisierungsphase

Zur Anwendung des Wissens aus der Wissensbasis in einer Problemsituation muss diese zu Beginn in die Wissensbasis übertragen werden. Dies geschieht durch die automatisierte Aufbereitung der Problemsituation in einem Modell und dem Matching dieses Modells in die Wissensbasis durch das System.

Die Aufbereitung dient der Erstellung eines strukturierten Modells auf Basis einer Problemsituation. Das Modell unterliegt dabei der Bedingung, dass es mit der Wissensbasis kompatibel sein muss oder durch das Matching in die Wissensbasis eingeordnet werden kann. Die Problemsituation kann in der Realität in verschiedenen Formen oder Systemen vorliegen. Die Überführung in ein einheitliches Modell führt dazu, dass aus unterschiedlichen Systemen eine Wirkungsanalyse initiiert werden kann. Die Abbildung 3 stellt beispielhaft die Überführung einer Problemsituation aus einem OLAP-Würfel in ein Modell dar. Der OLAP-Würfel besteht aus den Dimensionen Zeit (Dim1), Artikel (Dim2), Region (Dim3) und der Kennzahl Umsatz. In der Abbildung tritt zu einem bestimmten Zeitpunkt, bei einem bestimmten Artikel und in einer bestimmten Region ein Umsatzeinbruch (Problem) im Vergleich zum Vorjahr auf.

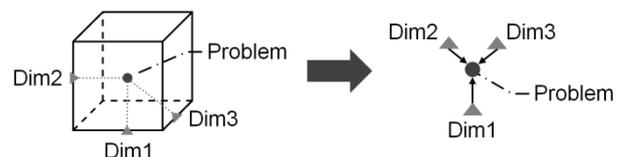


Abbildung 3: Aufbereitung einer Problemsituation aus einem OLAP-Würfel in ein Modell

Durch das Matching wird das zuvor erstellte Modell in die Wissensbasis eingeordnet. Auf Basis der Faktoren aus dem Modell werden die dazu passenden Faktoren in der Wissensbasis gesucht. Die Beziehungen zwischen den Faktoren im Modell werden nur auf Existenz in der Wissensbasis überprüft. Ein exakter Abgleich der Beziehungen ist nicht erforderlich, da davon ausgegangen wird, dass dies zu keinem besseren Matching führt und in der Wissensbasis die Beziehungen eine höhere Qualität aufweisen. So könnten beispielsweise mehrere semantische Beziehungen zwischen zwei Faktoren oder anders gerichtete Beziehungen als im Modell existieren.

Das Ergebnis des Matching ist die Einordnung der Faktoren in die Wissensbasis, mit dem Ziel darauf aufbauend weitere Zusammenhänge zu finden. Der Abgleich des Modells mit der Wissensbasis ist in Abbildung 4 dargestellt.

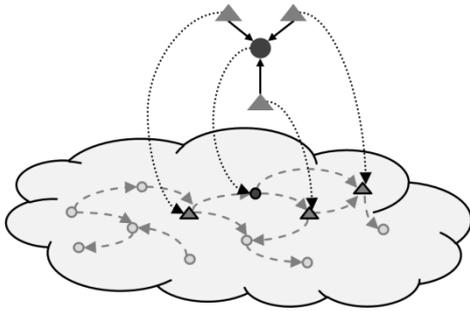


Abbildung 4: Matching eines Modells in die Wissensbasis

Erkundungsphase

Nach Abbildung der Problemsituation in die Wissensbasis erfolgt das Auslesen von relevanten Wirkungszusammenhängen. Dies geschieht durch die Aktivierung von anknüpfenden Faktoren an die Faktoren der Problemsituation und die Validierung von potenziell wirkenden Faktoren auf Basis bestehender Daten.

Durch die Aktivierung werden Faktoren, die direkt mit dem aktivierten Faktor zusammenhängen, zur weiteren Analyse von Wirkungszusammenhängen herangezogen. Es werden alle Faktoren der Problemsituation als Ausgangslage verwendet und die verknüpften Faktoren aktiviert (vgl. Abbildung 5). Dies geschieht durch die Verwendung der unterschiedlichen Verbindungen zwischen den Faktoren. Die aktivierten Faktoren sind unbestätigte Wirkungszusammenhänge in einer konkreten Problemsituation und werden im Rahmen der Validierung überprüft.

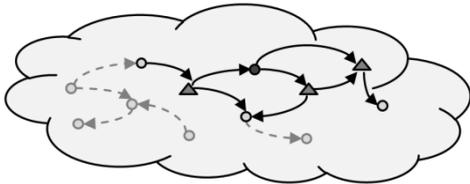


Abbildung 5: Aktivierung anknüpfender Faktoren in der Wissensbasis

Zur Bestätigung der gefundenen Wirkungszusammenhänge werden die einzelnen Faktoren für die konkrete Problemsituation validiert. Schrittweise werden die Daten von jeweils zwei miteinander verbundenen Faktoren aus dem Data Warehouse ausgelesen und die Korrelation mithilfe statistischer Methoden überprüft. Die berechnete Korrelation stellt in der konkreten Problemsituation die Gewichtung der Verbindung dar.

Nach Abschluss der Validierung wird die Erkundungsphase auf Basis der neuen Ausgangslage wiederholt. Die Gewichtung der Verbindungen kann dazu genutzt werden, um Wirkungszusammenhänge mit einer hohen Korrelation von zwei Faktoren auszuwählen. Dadurch kann eine gezielte Aktivierung entlang erfolgversprechender Faktoren erfolgen. Die Wiederholungen enden, wenn keine signifikante Korrelation mehr festgestellt werden kann.

Bewertungsphase

In der Bewertungsphase kann der Anwender die Ergebnisse aus der Erkundungsphase beurteilen. Dies geschieht durch eine Verifizierung und, falls notwendig, eine Anpassung der Ergebnisse.

In der Verifizierung werden die vom System gefundenen und validierten Wirkungszusammenhänge durch den Anwender überprüft. In Abhängigkeit vom Erfahrungs-

grad des Anwenders sowie der konkreten Problemsituation, wird ein Abgleich mit der Realität durchgeführt. Dieser Abgleich kann bspw. darin bestehen, dass ein versierter Anwender sein Expertenwissen einsetzt, um zu beurteilen, wie realistisch die Ergebnisse sind.

Wenn der Anwender durch Expertenwissen oder durch Anwendung der Ergebnisse weitere relevante Wirkungszusammenhänge findet, können die ursprünglichen Ergebnisse angepasst und in die Wissensbasis zurückgeschrieben werden. Falls hierzu eine Verbindung komplett fehlt, kann die Wissensbasis durch Unterstützung des Anwenders erweitert werden. Alternativ können bestehende Verbindungen in der Wissensbasis durch den Anwender aufgehoben werden.

Da die Wissensbasis durch die Anpassung verändert wurde, kann die Erkundungsphase erneut gestartet werden. Eine Initialisierung ist nicht notwendig, da die Problemsituation bereits mit der Wissensbasis abgeglichen wurde und nur Beziehungen zwischen Faktoren verändert wurden.

5 Ausblick

Der vorgestellte Forschungsansatz dient als erster Grundstein für weitere Arbeiten. Die Wissensbasis sowie die einzelnen Verarbeitungsschritte müssen ausgestaltet und detailliert definiert werden. Damit die einzelnen Verarbeitungsschritte modular ausgetauscht werden können, ist es notwendig, klare Schnittstellen zu definieren. Vor allem die Ein- und Ausgabewerte müssen festgelegt werden, sodass das Gesamtkonzept weiterhin funktionieren kann. Die noch zu wählende Wissensrepräsentationsform beeinflusst zudem sehr stark die darauf aufbauende Inferenzmaschine zur Wissensverarbeitung.

Zur Verfeinerung des vorgestellten Konzepts kann eine Klassifizierung von Wirkungszusammenhängen durchgeführt werden, um ggf. eine effizientere Nutzung der Wissensrepräsentation und -verarbeitung zu ermöglichen. Je nach Klassenzugehörigkeit der Wirkungszusammenhänge könnten die Aktivierung und Validierung während der Erkundungsphase auf die jeweilige Klasse abgestimmt oder sogar andere Module verwendet werden.

Eine Anforderung an das Konzept ist die dynamische Erweiterbarkeit der Wissensbasis. Neben der vom Anwender gesteuerten Erweiterung wäre auch eine teilautomatisierte Erweiterung denkbar. Das System schlägt automatisiert neue Verbindungen vor und lässt diese vom Anwender bestätigen. Die Vorschläge könnten durch Berechnung der Korrelation von einem Begriff zu bisher nicht zusammenhängenden Begriffen im Kontext einer Analyse in der Wissensbasis erstellt werden. Zusätzlich könnte die Häufigkeit von erfolgreich genutzten Verbindungen als Gewichtung in die Identifikation von Wirkungszusammenhängen einfließen. Dadurch würde bestimmten Verbindungen ein höheres Potenzial als anderen Verbindungen unterstellt. Hierbei stellen auch das systematische Vergessen oder auch Verblässen von Verbindungen innerhalb der Wissensbasis einen interessanten Forschungsbereich dar.

Abschließend muss eine Evaluation der praktischen Anwendbarkeit des Konzepts auf Basis einer prototypischen Implementierung erfolgen. Im Rahmen dieser Evaluation könnte die Abhängigkeit des Identifizierens von Wirkungszusammenhängen vom Umfang der Wissensbasis untersucht und ggf. Aussagen über eine kritische Größe der Wissensbasis gemacht werden.

Literaturverzeichnis

- Andersen, B., & Fagerhaug, T. (2006). *Root Cause Analysis - Simplified Tools and Techniques*. Milwaukee, Wisconsin: ASQ Quality Press.
- Beierle, C., & Kern-Isberner, G. (2008). *Methoden wissenschaftlicher Systeme - Grundlagen, Algorithmen, Anwendungen (4., verbesserte Auflage.)*. Wiesbaden: Vieweg + Teubner.
- Caron, E. A. M. (2013). *Explanation of Exceptional Values in Multi-dimensional Business Databases*. University Rotterdam, Rotterdam.
- Caron, E. A. M., & Daniels, H. A. M. (2008). *Explanation of exceptional values in multi-dimensional business databases*. *European Journal of Operational Research*, 188(3), 884–897.
- Chen, H., Chiang, R. H. L., & Storey, V. C. (2012). *Business Intelligence and Analytics: From Big Data to Big Impact*. *MIS Quarterly*, 36(4), 1165–1188.
- Cyert, R. M., Simon, H. A., & Trow, D. B. (1956). *Observation of a business decision*. *The Journal of Business*, 29(4), 237–248.
- Davenport, T. H. (2006). *Competing on analytics*. *Harvard Business Review*, 84(1), 98–107.
- Davenport, T. H., & Harris, J. G. (2007). *Competing on Analytics: The New Science of Winning*. Boston, Massachusetts: Harvard Business School Press.
- Davenport, T. H., Harris, J. G., & Morison, A. R. (2010). *Analytics at Work: Smarter Decisions, Better Results*. Boston: Harvard Business School Press.
- Ertel, W. (2009). *Grundkurs Künstliche Intelligenz - Eine praxisorientierte Einführung (2., überarbeitete Auflage.)*. Wiesbaden: Vieweg + Teubner.
- Friedrich, G., & Stumptner, M. (1990). *Einführung*. In G. Gottlob, T. Frühwirth, & W. Horn (Hrsg.), *Expertensysteme (S. 1–19)*. Wien: Springer Verlag.
- Gluchowski, P. (2001). *Business Intelligence - Konzepte, Technologien und Einsatzbereiche*. *HMD - Praxis der Wirtschaftsinformatik*, (222), 5–15.
- Gluchowski, P., Gabriel, R., & Dittmar, C. (2008). *Management-Support-Systeme und Business intelligence : computergestützte Informationssysteme für Fach- und Führungskräfte (2., vollständig überarbeitete Auflage.)*. Berlin; Heidelberg: Springer.
- Gorry, G. A., & Morton, M. S. S. (1971). *A Framework for Management Information Systems*. *Sloan Management Review*, 13(1), 55–70.
- Hitzler, P., Krötzsch, M., Rudolph, S., & Sure, Y. (2008). *Semantic Web*. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag.
- Inmon, W. H. (2002). *Building the Data Warehouse (Third Edition.)*. New York, New York: John Wiley & Sons.
- Ishikawa, K. (1972). *Guide to Quality Control*. Tokyo, Japan: Asian Productivity Organization.
- Ishikawa, K. (1985). *What Is Total Quality Control? The Japanese Way*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall.
- Kemper, H.-G., Baars, H., & Mehanna, W. (2010). *Business Intelligence - Grundlagen und praktische Anwendungen: Eine Einführung in die IT-basierte Managementunterstützung (3., überarbeitete und erweiterte Auflage.)*. Wiesbaden: Vieweg + Teubner Verlag.
- Laursen, G., & Thorlund, J. (2010). *Business Analytics for Managers: Taking Business Intelligence Beyond Reporting*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons.
- Minelli, M., & Dhiraj, A. (2013). *Big data, big analytics: emerging business intelligence and analytic trends for today's businesses*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons.
- Mintzberg, H., Raisinghani, D., & Theoret, A. (1976). *The structure of „unstructured“ decision processes*. *Administrative science quarterly*, 21(2), 246–275.
- Morton, M. S. S. (1971). *Management Decision Systems - Computer-Based Support for Decision Making (Second Printing.)*. Boston, Massachusetts: Division of Research, Graduate School of Business Administration, Harvard University.
- Newell, A., & Simon, H. A. (1972). *Human problem solving (6th printing.)*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall.
- Power, D. J. (2002). *Decision Support Systems: Concepts and Resources for Managers*. Westport, Connecticut: Greenwood Publishing Group.
- Sabherwal, R., & Becerra-Fernandez, I. (2011). *Business Intelligence: Practices, Technologies and Management*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons.
- Simon, H. A. (1977). *The new science of management decision (Revised Edition.)*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall.
- Turban, E., Sharda, R., & Delen, D. (2011). *Decision support and business intelligence systems*. (J. E. Aronson, Hrsg.) (9th Edition.). Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Education.
- Vercellis, C. (2009). *Business intelligence: Data Mining and Optimization for Decision Making*. Chichester, United Kingdom: John Wiley & Sons.