

Unterstützung von datengetriebenen Prozessschritten in Simulationsstudien durch Verwendung multidimensionaler Datenmodelle

Monika Walter, Prof. Dr.-Ing. Axel Hahn

Business Engineering Department für Informatik
Universität Oldenburg
Ammerländer Heerstraße 114-118
26129 Oldenburg
walter.monika@gmx.de
hahn@offis.de

Abstract: Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit Ansätzen zur Unterstützung von datengetriebenen Prozessschritten in Simulationsstudien der diskreten Event-Simulation. Der Lösungsansatz besteht darin, die in Data-Warehouse-Systemen vorhandenen Konzepte zur optimierten Nutzung großer Datenmengen aus operativen Systemen unter Anwendung multidimensionaler Datenmodelle für die Simulationsstudien zugänglich zu machen. Der Schwerpunkt der Arbeit liegt in der Erstellung eines Konzeptes, welches Aspekte zu Verbesserungspotenzialen für die drei Bereiche Datenbeschaffung, Initialisierung und Parametrisierung von Simulationsstudien sowie Reduzierung von wahrscheinlichkeitsbasiertem Dateninput betrachtet. Ziel des Ansatzes ist es, die bereits in den Data-Warehouse-Systemen umgesetzten Aggregations- und Abstraktionsmechanismen für Simulationsstudien systematisiert zugänglich zu machen und somit den Input großer Datenmengen für diese zu ermöglichen.

1 Einleitung

Durch die Verwendung von IT-Systemen auf operativer Ebene erzeugen Unternehmen eine Flut von Daten (vgl. [BG09], S. 6). Die konsequente Verwendung dieser Daten zur Analyse bzw. Optimierung der Prozesse und zur Unternehmensplanung als Basis in der Entscheidungsfindung auf strategischer, mittelfristiger und operativer Ebene rückt für die Unternehmen immer stärker in den Fokus (vgl. [Ga10], S. 47f.). Im Rahmen von Simulationsstudien können etwa Daten zur Abbildung der Systemlast aus diesen operativen Systemen, beispielsweise einem Logistiksystem oder weiteren vorhandenen operativen Datenquellen wie BDE- oder PPS-Systemen, übertragen und orientiert an der abzubildenden Fragestellung aufbereitet werden. Im Simulationssystem können Prozesse reproduzierbar definiert werden, daher stellen vor allem die Unternehmensbereiche der Produktion und Logistik einen Schwerpunkt für den Einsatz der Simulation zur Planungsunterstützung dar (vgl. [VDI10]).

Die Verwendung von Methoden und Werkzeugen der *Business Intelligence* (BI) zur Analyse der Unternehmensperformance hat sich als integrativer Gesamtansatz durchgesetzt. Betriebswirtschaftliche Analysewerkzeuge wie die Balanced Scorecard sind weitestgehend etabliert und in den strategischen Bereichen bedient sich das Unternehmenscontrolling entsprechender Kennzahlensysteme zur Bewertung der Key-Performance-Indikatoren (KPIs). Der Nutzen solcher Analysen – vor allem in den vertrieblichen und finanziellen Unternehmensbereichen – ist unbestritten und lässt sich durch verbesserte Unternehmensergebnisse, optimierte Prozesse und steigende Renditen messen. In diesen Analysewerkzeugen finden häufig die in den operativen IT-Systemen erzeugten Daten Verwendung.

Die drei aufgeführten betrieblichen Instrumente (*Simulationsstudien, Daten aus operativen IT-Systemen sowie Methoden und Werkzeuge der BI*) im Rahmen der betrieblichen Entscheidungsunterstützung miteinander zu integrieren, ist eine seit langem diskutierte Fragestellung (vgl. [Ze92], S. 1).

In einem Beispiel aus der Intralogistik soll die Diskrepanz zwischen Theorie und Praxis kurz erläutert werden: Ein mittelständisches Produktionsunternehmen plant den Einsatz eines fahrerlosen Transportsystems zur Optimierung des werksinternen Transports von Material als Ersatz für Staplertransporte. Zur Prüfung der Wirtschaftlichkeit wird eine Simulationsstudie in Auftrag gegeben. Aus dem ERP-System werden die Daten in Form von Einzeltransaktionen zu den bisher eingesetzten Staplertransporten für das zu überplanende Areal für die Zeitdauer von ca. 1 Jahr extrahiert und zur Verfügung gestellt. Die Aufbereitung der Daten für die Simulation stellt sich als so aufwendig heraus, dass letztlich für die Simulation nur Daten von ca. 5 Werktagen eingesetzt werden. Die Aussagekraft der Simulationsergebnisse wird vom Unternehmen entsprechend kritisch gesehen. Das Beispiel zeigt, dass Simulationsexperten häufig nicht in der Lage sind, die großen Mengen der zur Verfügung stehenden Daten aufzubereiten und zu verwenden.

2 Ausgangslage und Problemstellung

Der nachfolgend beschriebene Ansatz widmet sich der Fragestellung, ob die Verwendung von in Data-Warehouse-Systemen in multidimensionalen Datenmodellen abgelegten Daten für Simulationsstudien systematisch Vorteile bringt. Im Verlauf der Durchführung von Simulationsexperimenten soll eine Durchführungsoptimierung dieser Studien erreicht werden. Vorteile können sich insofern ergeben, da auf große Datenmengen zurückgegriffen werden kann, die bereits im Data Warehouse aggregiert wurden.

Eine erste Problematik in der Durchführung von Simulationsstudien besteht in der Datenbeschaffung. Im Prozess nimmt die Beschaffung und Aufbereitung von Daten einen Umfang von 30 % bis 50 % des Gesamtaufwands ein (vgl. [RSW08], S. 45; [KG95], S. 110). Dabei werden verschiedene Arten von Daten unterschieden: Daten zur Beschreibung der Topologie und Struktur des Systems, zur Beschreibung der Komponenten und der Zustandsänderungen sowie Daten für die Abbildung der Systemlast (vgl. [VDI10]). Aufgrund der Vielzahl der möglichen Datenquellen sind bei der Datenaufbereitung regelmäßig Probleme bezüglich der Datenkonsistenz sowie der Datengenauigkeit zu beo-

bachten. Die mangelnde Strukturierung der Inputdaten führt zu Problemen bei der Identifizierung eines passenden Verteilungstypen sowie bei der Schätzung der Parameter der Verteilung.

Die zweite Problematik ist in der Initialisierungsphase von Simulationsexperimenten zu lokalisieren. Zur Definition einer belastbaren Anzahl von Simulationsläufen ist es notwendig, die Inputdaten zu verifizieren und zu strukturieren. Unter dem Begriff der Initialisierungsphase wird der Zeitraum verstanden, den ein Simulationssystem benötigt, um den Zustand zu erreichen, in dem verwendbare Ergebnisdaten erzeugt werden. Dieser ist erreicht, wenn der Mittelwert der Beobachtungen dem Erwartungswert für unendlich viele Beobachtungen entspricht (vgl. [Kü06], S. 409). Dabei hängt die Genauigkeit eines Simulationsexperiments u. a. von der Anzahl der Simulationsläufe ab (vgl. [KS99], S. 3). Die Verkürzung der Initialisierungsphase basierend auf der Optimierung des Dateninputs ist also anzustreben.

Die dritte Problematik ergibt sich daraus, dass Simulationsstudien mit einer hohen Anzahl von Zufallsvariablen, die aufgrund fehlender bzw. mangelhaft strukturierter Inputdaten verwendet werden, die Ergebnisqualität verringern bzw. die Anzahl der Simulationsexperimentwiederholungen steigen lassen, um aussagefähige Ergebnisse zu erhalten. Gleiches gilt für wahrscheinlichkeitsbasierten Simulationsinput, der die Schwierigkeit zur Konkretisierung der ableitbaren Schlussfolgerungen erhöht.

Ausgehend vom operativen System wird nach Übertragung und Abstraktion von Daten in das Data-Warehouse-System das Ziel verfolgt, die Unternehmensführung in der Entscheidungsfindung durch die Darstellung logistischer KPIs zu unterstützen. Die Übertragung der Daten vom logistischen System in das Data Warehouse wird unter dem Begriff des ETL-Prozesses (Extraktion, Transformation, Laden) vorgenommen (vgl. [BG09], S. 38). Integriert in diesen ETL-Prozess ist eine Aggregation der Daten. Die im operativen System, häufig in relationalen Datenbanken, abgebildete Speicherung der Daten in normalisierter Form wird innerhalb des ETL-Prozesses aufgegeben, stattdessen erfolgt im Data Warehouse die Speicherung in multidimensionaler Form, denormalisiert und nach definierten Regeln aggregiert in Form von Dimensionen und Fakten. Von multidimensionalen Datenstrukturen wird gesprochen, wenn mehrere Dimensionen die Charakteristika eines Faktums beschreiben. In der Intralogistik sind typische Dimensionen die Zeit (z.B. Zeitpunkt eines Pickvorgangs, eines Transports oder einer Lieferung) und der Ort (z.B. Lagerort). Als relevante Fakten im Prozess werden häufig Mengen, Chargen, Ladehilfsmittel oder Aufträge betrachtet (vgl. [Wa11]). Innerhalb des multidimensionalen Datenmodells sind die häufigsten Speicherformen das Star Schema sowie das Snowflake Schema (vgl. [BG09], S. 214ff.).

Die bei der Übertragung der Daten vom operativen System in das Data Warehouse bzw. in das Simulationssystem verwendeten Abstraktionsregeln und Aggregationsmechanismen beinhalten vergleichbare Aufgabenstellungen. Der Begriff der Abstraktion beschreibt Eigenschaften auf der Strukturebene. Die Unterteilung umfasst die Makro-, Meso- und Mikroebene (vgl. [KMU06], S. 147 ff.). Kemper et al. verwenden die Makro- und Mikroebene für die Definition eines Vorgehensmodells innerhalb der BI, die strukturellen Ebenen können, ergänzt um eine Mesoebene, auf die Abstraktion übertragen

werden. Auf der Mikroebene werden einzelne Objekte der zu analysierenden Systeme und deren direkte Beziehungen zueinander betrachtet (z.B. Maschinen, Transporteinheiten, detaillierter Warenfluss). Auf der Mesoebene werden organisatorische Einheiten und deren Beziehungen betrachtet (z. B. Lagerstrukturen, Transportsysteme), auf der Makroebene können komplexere Subsysteme inklusive ihrer Interaktionen eingeordnet werden (z. B. Werksplanung, Warenflussplanung). Die Darstellung bestimmter zeitlicher Einheiten ist unter dem Begriff der Aggregation abgebildet. Die betriebswirtschaftliche Einteilung in kurz-, mittel- und langfristige Betrachtungszeiträume wird in ein Verhältnis zum Abstraktionsgrad gesetzt. Die Grenzen sowohl zwischen den Abstraktions- als auch den Aggregationsebenen sind fließend und sollen auch nicht starr abgegrenzt werden.

Der Zusammenhang zwischen den Abstraktions- und Aggregationsebenen wird bezogen auf das in Kapitel 1 eingeführte Beispiel deutlich, da die Erwartungshaltung des Unternehmens gewesen wäre, die Daten für das Werk bzw. das betroffene Areal auf Monats- bzw. Jahresebene zu betrachten (hohe Abstraktion, hohe Aggregation). Die im Beispiel aufgeführte Zeitspanne weniger Tage stellt dagegen eine niedrige Aggregation dar.

3 Zielsetzung und Vorgehensweise

Ziel der Arbeit ist die Erstellung eines Konzeptes mit drei Komponenten. Das Konzept dient der Verknüpfung der Ansätze des Data Warehousing und der Simulation. Es besteht aus einem Ordnungskatalog, einem Fragenkatalog sowie einer Verwendungsanweisung für die Nutzung der beiden erstgenannten sowie die Bewertung der Ergebnisse. Die drei Komponenten sollen die Entscheidungsfindung unterstützen, ob in konkreten Simulationsfragestellungen die Optimierung der drei beschriebenen Problematiken möglich ist und Handlungsempfehlungen zur Umsetzung beinhalten sowie Technologien aus den betrachteten Themenbereichen berücksichtigen. Das Konzept richtet sich somit beispielsweise an Simulationsexperten und soll diesen die beschriebene Entscheidungsfindung ermöglichen.

Die Vorgehensweise zur Erstellung des Konzeptes teilt sich in die Identifikation von Elementen sowie in den Aufbau des Ordnungs- und Fragenkataloges und der korrespondierenden Verwendungsanweisung auf. Für den Aufbau des Ordnungskataloges erfolgte die Recherche nach relevanten Elementen in Form einer Literaturanalyse sowie durch Auswertung bestehender Konzepte innerhalb der Business Intelligence und der Simulation. Die Elemente werden durch Eigenschaften und Attribute beschrieben. Dabei werden sowohl die zeitliche Ebene in Form von Aggregationsprozessen als auch die strukturelle Ebene der involvierten Themenbereiche in Form von Abstraktionsprozessen integriert.

Die Vorgehensweise zur Umsetzung gliedert sich in mehrere Phasen. In *Phase 1* sind innerhalb der dargestellten Themenbereiche (operativ, analytisch, simulativ) relevante Elemente mit ihren Eigenschaften und Attributen unabhängig voneinander zu identifizieren, klassifizieren und zu strukturieren. *Phase 2* beinhaltet die Erstellung der drei Komponenten sowie die Beschreibung der enthaltenen Elemente anhand von Beispielen bezogen auf die Inhaltsdomäne Intralogistik. Das entstandene Konzept wird in der *Phase 3*

validiert, um die Verwendung in Simulationsprojekten zu prüfen. Dazu gehört ebenfalls die Identifikation zeitlicher und wirtschaftlicher Vorteile durch die Verwendung im Simulationsumfeld.

Die beschriebene Zielsetzung bzw. die erwarteten Ergebnisse sind gegenüber bestehenden Ansätzen abzugrenzen. Bei der Analyse vorliegender Veröffentlichungen zum Themenkreis Simulation sind Forschungsvorhaben, welche die werkzeuggestützte Optimierung des Simulationsprozesses und die Teil- bzw. Automatisierung des Simulationsprozesses zum Gegenstand haben, als zwei Schwerpunktthemen zu identifizieren. Die Forschungsprojekte AssistSim und EDASim befassen sich mit der Erarbeitung von Assistenzfunktionen für Simulationsstudien (vgl. [MSW12]). Ein Forschungsprojekt der Universität Ilmenau beschäftigt sich mit der automatischen Generierung von Simulationsmodellen für Produktionssysteme (vgl. [Bel1]). In Abgrenzung zu diesen Projekten fokussiert die im vorliegenden Artikel beschriebene Forschungsarbeit auf die von außen auf die Simulation gerichtete Betrachtung der Prozesse bzw. Systeme und fokussiert innerhalb der Simulation auf qualitativ bewertbare und systematisierbare Fragestellungen bezogen auf die datengetriebenen Aspekte von Simulationsstudien. Im Themenkreis der BI finden sich Fragestellungen zur Nutzung von Daten aus Data-Warehouse-Systemen für den Aufbau von Frühwarn- und Früherkennungssystemen. Die Nutzung dieser Systeme kann sich für Unternehmen als Wettbewerbsvorteil entwickeln, die Ausführungen betrachten jedoch nicht die Verwendung dieser Daten explizit in Simulationsstudien (vgl. [Ge05]).

4 Aktueller Stand der Untersuchungen

In diesem Kapitel wird der aktuelle Stand bei der Entwicklung der beiden Kataloge inkl. eines Beispiels dargestellt. Dabei steht die Vorstellung der Struktur des Ordnungskatalogs im Vordergrund. Diese Struktur muss die verschiedenen Aspekte der beteiligten Themenbereiche wie Gestaltung, Steuerung, Funktionalität, Transformation sowie die jeweils gewählte Inhaltsdomäne berücksichtigen. Sowohl die beiden Kataloge als auch die Verwendungsanweisung dürfen nicht als abschließend zu definierende Komponenten verstanden werden. Basierend auf der Betrachtung weiterer Inhaltsdomänen, spezieller Fragestellungen, Anforderungen oder Systemumgebungen soll die Möglichkeit bestehen, variable Ergänzungen vorzunehmen. Daher sind auch Aspekte der Erweiterbarkeit für das Konzept zu berücksichtigen bzw. zu betrachten. Insbesondere sind die Abstraktions- und Aggregationsebenen für verschiedene Anwendungsszenarien zu prüfen und bei Bedarf anzupassen. Diese Möglichkeit zur Modifikation ist im Konzept vorgesehen, solange die beschriebenen Grundstrukturen eingehalten werden.

4.1 Struktur des Ordnungskatalogs

Der Ordnungskatalog gliedert sich in zwei Ebenen. In jeder Ebene wird durch eindeutige Kennzeichnung in Form von Ordnungszahlen, Eigenschaftszahlen und Ausprägungszahlen die Identifikation der Elemente, Eigenschaften und Ausprägungen ermöglicht.

Ebene 1 stellt fünf Perspektiven dar. Innerhalb dieser Perspektiven werden auf Ebene 2 Aspekte unterschieden. Innerhalb des Klassifikationssystems (Perspektive und Aspekte) werden die Elemente sequentiell durchnummeriert.

Ebene 1: Perspektive

Die Aufteilung des Ordnungskatalogs auf oberster Ebene in Perspektiven orientiert sich daran, dass die identifizierten Elemente aus den Themenbereichen Data Warehousing, Simulation und Intralogistik anhand jeweils eines wesentlichen Aspektes einer Perspektive zugeordnet werden können.

Die **Gestaltungsperspektive** beinhaltet Elemente, welche die zu analysierende Fragestellung (z. B. einer Simulationsstudie oder Modellierung) gestalten. Die Elemente bilden die Grundstrukturen der Fragestellung der konkreten Simulationsstudie ab. In der Gestaltungsperspektive sind auch Elemente zugeordnet, die zur Klärung von Modellierungsaspekten sowie zur Phaseneinordnung der Simulationsstudie beitragen. Die **Steuerungsperspektive** enthält die Simulation steuernde Elemente, die Entscheidungskriterien wie beispielsweise die Art des Zeitfortschrittsmechanismus, den zu betrachtenden Zeithorizont, die Simulationsmethode oder Konfigurationsregeln zum Gegenstand haben. Die **Basisperspektive** enthält neben weiteren Konfigurationselementen auch statische Elemente ohne Konfigurationseigenschaft, welche aus Informationsgründen im Katalog enthalten sind. Dabei kann es sich um konkrete Elemente wie z. B. um Phasenschritte im Vorgehensmodell und funktionale Elemente handeln. Im Ordnungskatalog sind diese zum Einen enthalten, um den Empfehlungscharakter der Ergebnismenge mit möglichst konkreten Informationen anzureichern. Zum Anderen dienen sie als Basis für die inhaltlich konkretisierten Elemente der Domänenperspektive. Die **Transformationsperspektive** dient zur Überführung des multidimensionalen Datenmodells in die Strukturen des Dateninputs für Simulationen. Sie beinhaltet Aspekte zu Dimensionen und Fakten und überträgt deren Konzepte in Subjekte, Objekte und Instrumente eines Simulationsmodells.

Die **Domänenperspektive** besteht aus relevanten Aspekten der gewählten Inhaltsdomäne Intralogistik. Diese Perspektive kann zukünftig um weitere Inhaltsdomänen erweitert werden. In dieser Perspektive sind beispielsweise auch Datenselektionselemente eingeordnet, die dazu führen, dass z. B. eine Eingrenzung von Daten aus dem Data Warehouse oder dem operativen System erfolgt, bezogen auf die exemplarisch definierten Dimensionen <ZEIT> (Aggregationsprozesse) und <ORT> (Abstraktionsprozesse).

Ebene 2: Aspekte der jeweiligen Perspektive

Die Ebene 2 unterteilt sich in die als führend bzw. ausschlaggebend für die Einordnung der Elemente definierten Aspekte. Zu den beschriebenen Perspektiven werden jeweils disjunkte Aspekte zugeordnet, welche die relevanten Kriterien darstellen. Aspekte der Gestaltungsperspektive sind z. B. Modellaspekte, Aspekte der Steuerungsperspektive sind administrative, zeitliche, infrastrukturelle, technische sowie äußere Einflüsse. Innerhalb der Basisperspektive werden Aspekte z. B. strukturiert in Aktivitäten, Objekte und Funktionen. Die Domänenperspektive spiegelt die jeweils für die Fragestellung

relevanten Aspekte wider. In der initialen Befüllung enthält sie Elemente der Intralogistik.

Eigenschaften und Ausprägungen

Unterhalb der Ebenen 1 und 2 sind für das zu beschreibende Element Eigenschaften und deren Ausprägungen definiert. Wesentliche Eigenschaften der Elemente sind die Abstraktion und die Aggregation. Neben den strukturellen und den zeitlichen Eigenschaften können für Elemente auch andere Eigenschaften und Ausprägungen zutreffen. Vor allem bei Elementen der Gestaltungsperspektive wird die Eigenschaft der *Variante* verwendet um Beispiele aufzunehmen. Innerhalb jeder Eigenschaft sind die Ausprägungen disjunkt zueinander zu verstehen.

Die gesamte Struktur des Ordnungskatalogs ist in folgender Abbildung zusammengefasst:



Abbildung 1: Aufbau des Ordnungskatalogs

4.2 Beispielhafte Darstellung eines Elements

Das Element *1.1-2 Modellart* führt zu der Entscheidung, um welche Art von Simulationsmodell es sich handelt. Im Ordnungskatalog sind jedem Element erklärende Erläuterungen vorangestellt. Auf diese Darstellung dieser Erläuterungen wird in diesem Bei-

spiel verzichtet, da sie zum Verständnis des Zusammenhangs zwischen Element und Frage nicht relevant sind.

1.1	2	Modellart	Arten von Simulationsmodellen
E1	Varianten		--
	A	Statisches Modell	(1.1-2-E1-A) xor (1.1-2-E1-B:F)
	B	Zeitorientiertes diskretes Simulationsmodell (deterministisch)	(1.1-2-E1-B) xor (1.1-2-E1-A,C:F)
	C	Ereignisorientiertes diskretes Simulationsmodell (deterministisch)	(1.1-2-E1-C) xor (1.1-2-E1-A:B,D:F)
	D	Zeitorientiertes diskretes Simulationsmodell (stochastisch)	(1.1-2-E1-D) xor (1.1-2-E1-A:C,E:F)
	E	Ereignisorientiertes diskretes Simulationsmodell (stochastisch)	(1.1-2-E1-E) xor (1.1-2-E1-A:D, F)
	F	Keine der Varianten	(1.1-2-E1-F) xor (1.1-2-E1-A:E)

Abbildung 2: Beispielerement Ordnungskatalog Modellart

Das dazugehörige Element im Fragenkatalog dient der Auswahl eines der Entscheidungskriterien:

1.2	Welche Art von Simulationsmodell soll entwickelt werden?		
	Frage muss beantwortet werden, es gibt nur eine Antwortmöglichkeit.		
Antwortmöglichkeiten	A	Statisch	(1.1-2-E1-A)
	B	Zeitorientiert, diskret, deterministisch	(1.1-2-E1-B)
	C	Ereignisorientiert, diskret, deterministisch	(1.1-2-E1-C)
	D	Zeitorientiert, diskret, stochastisch	(1.1-2-E1-D)
	E	Ereignisorientiert, diskret, stochastisch	(1.1-2-E1-E)
	F	Keine der Varianten	(1.1-2-E1-F)

Abbildung 3: Beispielerement Fragenkatalog Modellart

Mit der Beantwortung der Frage im Fragenkatalog ist sowohl die Auswahl eines Filterkriteriums für das (jeweilige) Element verbunden als auch eine Gewichtung der Antwort. Nach Beantwortung aller Fragen im Fragenkatalog kann damit sowohl eine Filterung der relevanten Elemente vorgenommen werden als auch eine Gewichtung dieser Elemente mit Hinblick auf eine Bewertung, ob die Verwendung multidimensionaler Datenmodelle im konkreten Fall einer Simulationsstudie eine Optimierung bedeuten kann. Im Beispiel wird die Antwortmöglichkeit E gewählt. Dies führt für die Auswahl einer Modellart zu

einer Verdeutlichung der Aufgabenstellung. Ein Ausschlusskriterium zur Verwendung des beschriebenen Ansatzes ergibt sich, wenn keine der aufgeführten Modellarten relevant ist, da das Konzept nur für diese betrachtet wurde. Der Ausschnitt aus der Verwendungsanweisung für die Bewertung des Elements bezogen auf das Beispiel aus Kapitel 1 (ereignisorientiertes diskretes Simulationsmodell) ist in Abbildung 4 dargestellt.

Element	Name Eigenschaft	Ausprägung	Frage	Bewertung	Bewertungshinweis
1.1-2	Modellart E ₁ Varianten	A Statisches Modell	1.2	10	Bietet die Verwendung multidimensionaler Datenmodelle Unterstützungspotenzial für die datengetriebenen Prozessschritte der Simulationsstudie? Eine Simulationsstudie wird i. d. R. nicht als statisches Modell umgesetzt. Wenn diese Antwort ausgewählt wurde, ist sowohl das Instrument der Simulationsstudie als auch die Verwendung multidimensionaler Datenmodelle als Input zu überdenken. Die Verwendung der beiden Komponenten kann nur bedingt empfohlen werden.
1.1-2	Modellart E ₁ Varianten	B Zeitorientiertes diskretes Simulationsmodell (deterministisch)	1.2	30	Eine Simulationsstudie, die als zeitorientiertes diskretes Simulationsmodell mit deterministischen Eingabedaten realisiert wird, wird durch die Verwendung multidimensionaler Datenmodelle unterstützt.
1.1-2	Modellart E ₁ Varianten	C Ereignisorientiertes diskretes Simulationsmodell (deterministisch)	1.2	30	Eine Simulationsstudie, die als ereignisorientiertes diskretes Simulationsmodell mit deterministischen Eingabedaten realisiert wird, wird durch die Verwendung multidimensionaler Datenmodelle unterstützt.
1.1-2	Modellart E ₁ Varianten	D Zeitorientiertes diskretes Simulationsmodell (stochastisch)	1.2	50	Eine Simulationsstudie, die als zeitorientiertes diskretes Simulationsmodell mit (teilweise) stochastischen Eingabedaten realisiert wird, wird durch die Verwendung multidimensionaler Datenmodelle in besonderem Maße unterstützt, da die Reduzierung der stochastischen Elemente eine Aufwandsreduzierung bedeutet.
1.1-2	Modellart E ₁ Varianten	E Ereignisorientiertes diskretes Simulationsmodell (stochastisch)	1.2	50	Eine Simulationsstudie, die als ereignisorientiertes diskretes Simulationsmodell mit (teilweise) stochastischen Eingabedaten realisiert wird, wird durch die Verwendung multidimensionaler Datenmodelle in besonderem Maße unterstützt, da die Reduzierung der stochastischen Elemente eine Aufwandsreduzierung bedeutet.
1.1-2	Modellart E ₁ Varianten	F Keine der Varianten	1.2	0	Das Konzept wurde nur für die in den Modellarten der in A-E dargestellten Varianten betrachtet. Für weitere Modellarten wurde die Verwendung multidimensionaler Datenmodelle nicht betrachtet, daher kann die Verwendung nicht empfohlen werden.

Abbildung 4: Bewertung des Elements Modellart

Insgesamt bestehen der Ordnungskatalog zum derzeitigen Stand aus 38 Elementen und der Fragenkatalog aus 19 Fragen. Bei über der Hälfte der Elemente sind die Eigenschaften der Abstraktion und der Aggregation zugeordnet. Ergibt sich aus der Beantwortung der Fragen im Fragenkatalog für den Simulationsexperten eine Eignung von Daten aus multidimensionalen Datenmodellen für die konkrete Simulationsfragestellung, ist dieser aufgrund des Empfehlungscharakters der Ergebnisse in der Lage, die Daten auf dem ausgewählten Niveau der Abstraktion (strukturell) und Aggregation (zeitlich) aus einem Data Warehouse zu extrahieren oder entsprechend der Regeln multidimensionaler Datenmodelle aufzubereiten.

5 Fazit

In diesem Beitrag wird ein Ansatz beschrieben, die datengetriebenen Prozessschritte von Simulationsstudien durch Verwendung von großen Datenmengen aus multidimensionalen Datenmodellen (Data-Warehouse-Systemen) zu verbessern. Die Qualität der Aussagen, die aus Simulationsstudien gewonnen werden können, hängt in hohem Maße von der Qualität der verwendeten Daten bzw. dem Dateninput ab. Die Verwendung der mul-

tidimensionalen Daten bietet aus Sicht der Autorin ein hohes Potenzial bezogen die Aspekte der Verbesserung der Datenqualität z. B. durch Verringerung der Verwendung von Wahrscheinlichkeitswerten, eine Reduzierung des Erhebungsaufwands, da auf aufbereitete Daten systematisiert zugegriffen sowie die Strukturiertheit der verwendeten Daten in den Simulationsstudien effektiv genutzt werden kann.

Der Ansatz soll dazu beitragen, die Szenarien zur Verwendung von Data-Warehouse-Anwendungen um die Nutzung in Simulationsstudien zu erweitern. Vor allem Unternehmen kleiner und mittlerer Größe haben die beiden Themenbereiche noch nicht hinreichend für sich erschlossen. Der vorgestellte Ansatz dient dazu, die Integration zu vereinfachen und den Simulationsexperten in die Lage versetzen, die Aufbereitung und Nutzung der Daten basierend auf der konkreten Fragestellung in Zusammenarbeit mit Data Warehousing-Experten zu optimieren. In der Praxis gilt es, dieses Potenzial zu konkretisieren und die Komponenten des Konzeptes zu erproben. Dazu sollten zur Validierung des Konzeptes die beiden Kataloge auf beispielhafte Fragestellungen und Szenarien von intralogistischen Simulationsstudien angewandt werden, um die Optimierungspotenziale durch die Anwendung des Konzeptes zu überprüfen.

Literaturverzeichnis

- [Be11] Bergmann, S.: Automatische Generierung adaptiver und lernfähiger Modelle zur Simulation von Produktionssystemen. TU Ilmenau, publiziert: Doctoral Consortium, der 10. Internationalen Tagung Wirtschaftsinformatik, Zürich, 2011.
- [BG09] Bauer, A.; Günzel, H.: Data Warehouse Systeme. Dpunkt, Heidelberg, 2009.
- [Ga10] Gansor et. al: Gansor, T.; Totok, A.; Stock, S.; Baars, H.: Von der Strategie zum Business Intelligence Competency Center (BICC). Hanser, München, 2010.
- [Ge05] Gehra, B.: Früherkennung mit Business-Intelligence-Technologien, Anwendung und Wirtschaftlichkeit der Nutzung operativer Datenbestände. Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden, 2005.
- [KMU06] Kemper, HG; Mehanna, W.; Unger, C.: Business Intelligence. Vieweg, Wiesbaden, 2006.
- [KG95] Košturiak, J.; Gregor, M. (1995): Simulation von Produktionssystemen. Springer, Berlin.
- [KS99] Küll, R.; Stähly, P.: Zur Planung und effizienten Abwicklung von Simulationsexperimenten. In: (Biethahn, Jörg; Hummeltenberg, Wilhelm; Schmidt, Bernd; Stähly, Paul; Witte, Thomas, Hrsg.): *Simulation als betriebliche Entscheidungshilfe*. Physica Verlag, Heidelberg, 1999, S. 1-21.
- [Kü06] Kühn, W.: Digitale Fabrik. Fabriksimulation für Produktionsplaner. Hanser, München, 2006.
- [MSW12] Mayer, G.; Spieckermann, S.; Wenzel, S.: Steigerung der Produktivität in Simulationsstudien mit Assistenzwerkzeugen. ZWF, Jahrgang 107, 2012.
- [RSW08] Rabe, M.; Spieckermann, S.; Wenzel, S.: Verifikation und Validierung für die Simulation in Produktion und Logistik. Springer, Berlin, 2008.
- [VDI10] VDI: Richtlinie 3633: Simulation von Logistik-, Materialfluss- und Produktionssystemen. Grundlagen. Blatt 1 Entwurf. Beuth, 2010.
- [Wa11] Walter, M.: Standardisierte Kennzahlensysteme in der Intralogistik – Nutzen und Optimierungspotenzial erkennen. In: Praxishandbuch Logistik, Köln, 2011.
- [Ze92] Zell, M.: Simulationsgestützte Fertigungssteuerung. Oldenbourg, München, 1992.