

Simulationsgestützte Analyse der internen Warenflusskette in einem Unternehmen der Fleischindustrie

Jonas Wiese

Otto-Friedrich-Universität Bamberg, Lehrstuhl für Produktion und Logistik,
Feldkirchenstr. 21, 96052 Bamberg, jonas.wiese@uni-bamberg.de

1	Problemstellung und Gang der Untersuchung.....	6
2	Grundlagen der Geschäftsprozessmodellierung und -analyse	6
3	Eignung der Simulation als Prozessmodellierungsinstrument	8
4	Fallstudie	9
5	Fazit	13
6	Literaturverzeichnis	14

Abstract

In der betriebswirtschaftlichen Literatur findet sich eine Vielzahl an quantitativen Optimierungsmodellen, die dazu beitragen sollen, den Waren- und Güterfluss in Wertschöpfungsketten so effektiv und effizient wie möglich zu gestalten. Allerdings ist eine Übertragbarkeit auf reale Entscheidungssituationen in der betrieblichen Praxis aufgrund der im Vorfeld getroffenen einschränkenden Restriktionen nicht oder nur unter großem Aufwand möglich. Gerade in großen Unternehmen, deren interne Warenflusssysteme häufig von hoher Komplexität und Dynamik gekennzeichnet sind, ist es schwierig das ursächliche Kernproblem zu identifizieren und geeignete Optimierungsmaßnahmen auszuwählen. Hier bieten Simulationssysteme, aufgrund ihrer Flexibilität und der Möglichkeit auch hoch komplexe Zusammenhänge zu erfassen, eine passende Alternative für eine schnelle und übersichtliche Analyse der Problemsituation. Die Visualisierung der modellierten Zusammenhänge verdeutlicht den Entscheidungsträgern zudem die vorliegende Situation und sorgt für eine durchgehende Transparenz. Dieser Artikel zeigt die erfolgreiche Umsetzung einer simulationsgestützten Analyse des internen Waren- und Güterflusses in einem großen Zerlegetrieb der deutschen Fleischindustrie. Zudem verfolgt dieser Beitrag das Ziel den spezifischen Nutzen von Simulationen als Analyseinstrument und betriebliche Entscheidungshilfe herauszustellen.

1 Problemstellung und Gang der Untersuchung

Die zunehmende Nachfrage der Kunden nach individuellen Produkte sowie die mit der Globalisierung einhergehende und durch die Entwicklung in der Kommunikations- und Informationstechnologie ermöglichte internationale Ausweitung der Wertschöpfungsketten über die Kontinente hinweg, führen zu immer komplexeren Prozessnetzwerken.¹ Die hohe Komplexität erschwert einen Überblick über das System im Ganzen und die Prozessdetails im Einzelnen sowie vor allem über die Wechselwirkungen und Zusammenhänge der Elemente untereinander. In Phasen eines starken Umsatzwachstums, wenn schnelle Kapazitätserweiterungen und die Integration neuer Prozesse in den bestehenden Ablauf im Vordergrund stehen, werden die Überlegungen bezüglich Effizienz und Interdependenzen häufig vernachlässigt. Suboptimale Prozessabläufe und Schwachstellen im Wertschöpfungsprozess können durch ein überproportionales Wachstum zwar kurzfristig überdeckt werden, doch spätestens bei einem Umsatzrückgang machen sich diese Probleme verstärkt bemerkbar.² Zu diesem Zeitpunkt ist es aufgrund der bereits erwähnten Komplexität sehr schwierig die tatsächliche Ursache der Probleme direkt zu finden und zu identifizieren. Selbst bei erfolgreicher Problemidentifikation stellt die Ermittlung einer Lösung bzw. die Evaluierung verschiedener Alternativen aufgrund der vielfältigen Wechselwirkungen der einzelnen Prozesselemente eine große Herausforderung dar. Unterstützung bietet hier die Geschäftsprozessmodellierung, die mithilfe einer Vielzahl von verschiedenen Instrumenten implementiert werden kann. Dieser Artikel vergleicht solche Werkzeuge für Geschäftsprozessmodellierungen und -analysen und stellt dabei vor allem die Vorteile der Verwendung von Simulationstools heraus. Eine Fallstudie über den erfolgreichen Einsatz der Simulationssoftware Anylogic bei der Geschäftsprozessanalyse in einem großen Zerlegebetrieb zeigt die Möglichkeiten und Grenzen dieses Instrumentes auf und festigt damit die Erkenntnisse aus den theoretischen Untersuchungen.

Der weitere Aufbau des Artikels gliedert sich wie folgt. Nach einer Erläuterung der Grundlagen der Geschäftsprozessmodellierung und -analyse zu Beginn des Artikels, folgen die Vorstellung ausgewählter Instrumente sowie ein Vergleich derselben. Die theoretischen Erkenntnisse und Schlussfolgerungen werden anschließend mithilfe der Fallstudie bestätigt. Ein Fazit stellt zum Schluss die Möglichkeiten und Grenzen des Simulationseinsatzes für Prozessanalysen noch einmal heraus.

2 Grundlagen der Geschäftsprozessmodellierung und -analyse

Mit den Ausführungen von Levitt (1960) und später Gaitanides (1983), die unter anderem die wichtige Bedeutung der Geschäftsprozesse betonten, verschob sich der Fokus der Betriebswirtschaft zusehends von der funktionalen Betrachtung des Wertschöpfungs-systems in Richtung der prozessorientierten Sichtweise. Die ursprünglich zu

¹ Vgl. u.a. Kersten et al., 2008, S. 90; Rürup / Ranscht, 2007, S. 10; Kasper / Mühlbacher, 2009, S. 306; Aurich et al., 2007, S. 14.

² Vgl. Vahs / Leiser, 2004, S. 204.

Analysezwecke dokumentierten funktionalen Einheiten zeigten zwar die Prozessverantwortungen, aber nicht den detaillierten Ablauf der einzelnen Prozesse.³ Die Ansätze und Entwicklungen des Business Process Re-engineering (BPR) zu Beginn der 90er Jahre, geprägt durch Hammer (1990), Davenport (1993) und Hammer/Champy (1993) vervollständigten schließlich diese revolutionäre Veränderung hin zur prozessbasierten Organisationsanalyse. Auf Basis dieser Ansätze folgte die Entwicklung zahlreicher Techniken zur Erstellung von Geschäftsprozessmodellen, deren Vielfalt parallel zur wachsenden Popularität des Themengebietes anstieg.⁴

Davenport (1993) definiert Geschäftsprozesse als eine strukturierte Menge von Aktivitäten für die Erzeugung eines spezifischen Outputs.⁵ Dieses spezifische Prozessergebnis soll zudem einen Wert für den jeweiligen Kunden erzeugen, wie Hammer/Champy (1993) ergänzen.⁶

Ein Modell bezeichnet ein durch Abstraktion gewonnenes Abbild eines realen Systems mit dem Ziel die Komplexität zu reduzieren.⁷ Ein Geschäftsprozessmodell im Speziellen entspricht also der bildlichen Darstellung der realen Aktivitäten und Handlungen im Wertschöpfungssystem. Wesentliche Forderungen an eine solche Modellabbildung sind dabei die Strukturtreue und die Verhaltenstreue zwischen Objektsystem und Modellsystem.⁸ Dies gewährleistet, dass das Modell trotz der Komplexitätsreduktion den richtigen Ablauf und das tatsächliche Verhalten des realen Systems widerspiegelt.

Der Zweck eines Geschäftsprozessmodells ist entweder das Generieren zusätzlichen Wissens bzw. mehr Informationen über den Prozess, die Unterstützung für Entscheidungen über Prozessänderungen oder die Entwicklung einer Software.⁹ Für das Erreichen des jeweiligen Ziels sind unterschiedliche Detaillierungsstufen bei der Prozessmodellierung notwendig.¹⁰ Die Auswahl eines geeigneten Modellierungsinstruments hängt demnach entscheidend vom tatsächlichen Zweck des Modells ab.¹¹

Diese Geschäftsprozessmodellierung bzw. die damit einhergehende Visualisierung dienen schließlich als Basis für eine Geschäftsprozessanalyse und eine mögliche Verbesserung bzw. Optimierung des Systems.¹² Mithilfe geeigneter Kennzahlen sowie statistischen und grafischen Auswertungsmethoden kann die Leistung des gesamten Geschäftsprozesses untersucht werden.

Ein weiterer Nutzen der Prozessmodellierung und -visualisierung ist die zu gewinnende Unabhängigkeit vom Wissen einzelner Prozessverantwortlicher, da dieses nun in Form von allgemein zugänglichen Modellen vorliegt.¹³

³ Vgl. Deiters / Striemer, 1995, S. 205.

⁴ Vgl. Aguilar-Saven, 2004, S. 130.

⁵ Vgl. Davenport, 1993, S. 5.

⁶ Vgl. Hammer / Champy, 1993, S. 48.

⁷ Vgl. Grochla, 1969, S. 384;

⁸ Vgl. Ferstl / Sinz 2013, S. 22.

⁹ Vgl. Aguilar-Saven, 2004, S. 132.

¹⁰ Vgl. Gadatsch, 2010, S. 65.

¹¹ Vgl. Aguilar-Saven, 2004, S. 131.

¹² Vgl. Gadatsch, 2010, S. 38.

¹³ Vgl. Becker, 2008, S. 120.

3 Eignung der Simulation als Prozessmodellierungsinstrument

3.1 Grundlagen der Simulation

Der Verein Deutscher Ingenieure definiert Simulation als eine modellhafte Nachbildung eines dynamischen Prozesses, mit dem Anspruch, dass die gewonnenen Ergebnisse und Erkenntnisse des Modells wiederum auf die Realität anwendbar sind.¹⁴ Die Basis einer Simulation ist das Modell, in dem das reale System mithilfe von Objektbausteinen, die das Simulationsprogramm zur Verfügung stellt, implementiert wird. Durch dieses Netzwerk aus Objekten, die jeweils die Aktionen, Prozesse oder Teilprozess symbolisieren, werden während eines Simulationslaufes Einheiten hindurch geschickt.¹⁵ Letztere, häufig auch als Entitäten bekannt, stellen die Elemente des betrachteten Flusses dar, wie z.B. Waren, Material, Informationen oder auch Personen. Simulationen erzielen eine transparente Strukturierung des Problems, um den Prozessverantwortlichen die Situation deutlich zu machen und Entscheidungen über den Prozess mithilfe der Generierung von quantitativen Informationen zu erleichtern.¹⁶ Darüber hinaus ist die Möglichkeit mit dem Modell systematisch zu experimentieren ein spezifisches Kennzeichen der Simulation.¹⁷

3.2 Prozessmodellierung mit Simulation

Die generelle Eignung von Simulation als Prozessmodellierungsinstrument wurde bereits kurz nach der bereits erwähnten Veränderung der Organisationsbetrachtung von der funktionalen hin zur prozessorientierte Sichtweise ausführlich untersucht.¹⁸ Giaglis et al. (1996) stellten zunächst heraus welche wesentlichen Voraussetzungen und Anforderungen an eine Methode zur Darstellung von Geschäftsprozesse notwendig sind.¹⁹ Anschließend verglichen sie diese Kriterien mit den Eigenschaften und Möglichkeiten der Simulation. Es zeigt sich unter anderem, dass die natürlich vorhandene Prozessorientierung der Simulation eine sehr gute Voraussetzung für die Modellierung bietet. Zudem gewährleistet die Flexibilität der Simulationsmodelle die geforderte Anpassungsmöglichkeit, um auf veränderte Rahmenbedingungen schnell reagieren zu können. Die Berücksichtigung stochastischer Einflüsse durch die Implementierung von Zufallsmechanismen und Verteilungsfunktionen gehört ebenfalls zu den von der Simulation erfüllten Kriterien. Für eine ausführliche und intensivere Darstellung und Diskussion wird auf die bereits erwähnte Literatur verwiesen.

Neben der generellen Eignung der Simulation als Modellierungsinstrument weist diese zudem noch wesentlichen Vorteile gegenüber anderen Modellierungsinstrumenten auf. Dazu zählen die Beherrschung sehr hoher Komplexität und Dynamik, die realistisch wirkenden Visualisierungsmöglichkeiten sowie die Experimentierfähigkeit. Simulationsmodelle können auch sehr komplexe Geschäftsprozesse, insbesondere hinsichtlich

¹⁴ VDI 2008.

¹⁵ Vgl. Suhl / Mellouli, 2013, S. 274.

¹⁶ Vgl. Law/Kelton, 2000, S. 670.

¹⁷ Vgl. Gadatsch, 2010, S. 216.

¹⁸ Vgl. u.a. Tumay, 1995; Swami, 1995; Giaglis et al., 1996.

¹⁹ Vgl. für diesen und folgende Sätze: Giaglis et al., 1996, S. 1298f.

dynamischer Abhängigkeiten und der Berücksichtigung zufälliger, stochastischer Verhaltenseinflüsse, übersichtlich darstellen.²⁰ Die Visualisierung durch die zur Verfügung stehende Animation führt für die Entscheidungsträger zu einer gesteigerten Nachvollziehbarkeit der Komplexität und einem erweiterten Verständnis für den Entscheidungskontext.²¹ Ein großer Vorteil von Simulationsmodellen ist die durch das Lösungsverfahren systemimmanente Fähigkeit „What-if-Szenarien“ durchführen zu können. Simulationen senken derart das Risiko von Fehlplanungen und befriedigen auf diese Weise das Sicherheitsbedürfnis der Entscheidungsträger.²²

4 Fallstudie

4.1 Problemstellung und Unternehmenssituation

Gegenstand der Fallstudie ist ein großer Zerlegebetrieb in Deutschland aus der Fleischindustrie. Mit einem Jahresumsatz von etwa 4 Mrd. Euro und 5000 Mitarbeitern gehört dieses Unternehmen zur Klasse der Großindustrie. Etwa 20000 Schweine werden hier täglich zerlegt und die Produkte weltweit an namhafte Händler und Großhändler vertrieben. Ein besonderes Merkmal dieses Unternehmens ist das schnelle und starke Wachstum aus dem Mittelstand heraus zur Großindustrie.

Das akute und plötzlich auftretende Hauptproblem waren deutliche Verzögerungen bei der Auslieferung und zahlreiche Verspätungen bei den Lieferungen an die Kunden. Eine mögliche Ursache wurde in einem Engpass des Fertigwarenlagers identifiziert. Dort dauerte die Auslagerung einer Palette nach erfolgter Anforderung in Stoßzeiten bis zu zwei Stunden. Trotz der Ähnlichkeit der beiden Problemfelder und der strukturellen Nähe der Prozessschritte, konnte jedoch ein tatsächlicher Zusammenhang nicht eindeutig nachgewiesen werden. Die hohe Komplexität des gesamten Wertschöpfungsnetzwerkes sowie die unbekanntenen Interdependenzen der einzelnen Prozesse verhinderten einen genauen Überblick über die Situation und somit das Erkennen eines Zusammenhangs sowie das Finden einer Lösung. Für die Beseitigung der Engstelle im Lager standen drei Lösungsvorschläge zur Diskussion. Die Investition in ein neues und größeres Lager, die Vermeidung eines Fertigwarenlagers durch die Einführung eines Direktversandes aus der Produktion sowie eine Umgestaltung einzelner Prozessschritte, um das Lager weniger und dadurch effizient zu nutzen. Die Entscheidungsträger wählten schließlich die Simulation als Instrument zur Prozessabbildung. Zum einen sprachen die im letzten Kapitel ausgearbeiteten Nutzensvorteile für dieses Instrument und zum anderen legten sie neben einem ausführlichen Überblick über den Wertschöpfungsprozess vor allem Wert auf die Möglichkeit, die alternativen Lösungsvorschläge mithilfe verschiedener Szenarien in das Modell einfließen zu lassen und die Leistung dieser zu ermitteln.

²⁰ Vgl. u.a. Wenzel et al., 2008, S.1; Almeder et al., 2009, S. 96; Schneider et al., 2005, S. 161.

²¹ Vgl. u.a. Rohrer, 2000, S. 1211; Bäck et al., 2007, S. 166; Robinson, 2004, S. 8-10.

²² Vgl. Scholz-Reiter, 2001, S. 143; Wenzel, 2008, S. 76.

4.2 Durchführung der Simulationsstudie

Für eine gelungene Durchführung einer Simulationsstudie sind folgende Qualitätskriterien entscheidend:²³

1. Sorgfältige Projektvorbereitung
2. Konsequente Dokumentation
3. Durchgängige Verifikation und Validierung
4. Kontinuierliche Integration des Auftraggebers
5. Systematische Projektdurchführung

Zur sorgfältigen Projektvorbereitung gehört zu Beginn einer Simulationsstudie die Überprüfung der Simulationswürdigkeit des Problems. Die VDI-Richtlinie 3633, Blatt 1 (2008) nennt dafür unter anderen die Gesichtspunkte Kosten/Nutzen, Komplexität der Aufgabenstellung, Unsicherheiten bezüglich der Daten und ihres Einflusses auf die Ergebnisgrößen sowie das Sicherheitsbedürfnis bei unscharfen Vorgaben. Gemäß diesen Aspekten ist das Problem als simulationswürdig eingestuft worden. Die besondere Forderung nach einer ansprechenden und übersichtlichen Visualisierung bekräftigte diese Entscheidung.²⁴ Persönliche Gespräche mit den jeweiligen Abteilungsverantwortlichen dienten zum einen dem Kennenlernen der realen Prozesse und zum anderen der Vorstellung des Projektzwecks und der Ziele, um die Akzeptanz bei den Mitarbeitern für das Simulationsprojekt sicherzustellen. Die abteilungsübergreifende Zusammenstellung des Projektteams verstärkte durch das gemeinsame Mitwirken diese Akzeptanz und gewährleistete zudem die Bereitstellung aller erforderlichen Ressourcen, Daten und Informationen.²⁵

Die Entscheidung für die Auswahl der Simulationssoftware Anylogic 6 von der Firma Xjtek hatte folgende Gründe. Die Erfahrungen mit dem Programm und das dadurch erworbene Know-How des Projektleiters konnten genutzt werden, zudem fiel die Aufwand- und Kostenrechnung wegen der bereits vorhandenen Lizenz positiv aus. Ebenso erfüllte die Software mit einer verfügbaren Schnittstelle für den Datenaustausch mit Excel, vorgefertigten Objektbausteinen für eine schnelle Implementierung, Animationsmöglichkeiten für eine visuelle Darstellung des Prozesses und statistischen Auswertungsmethoden für die Leistungsmessung alle notwendigen Anforderungen des Projektes bzw. des Auftraggebers.

Die vereinbarten Ziele, die Protokolle aller Zwischenmeetings, der Fortschritt der Datensammlung, die Ergebnisse der Validierungen und Verifikationen sowie alle Abschnittsmodelle der einzelnen Erstellungsphasen wurden gesammelt und zentral gelagert, um eine durchgängige und sorgfältige Dokumentation zu gewährleisten.²⁶

Die bereits erwähnte Verifikation und Validierung (V&V) des Modells ist ein zentrales Qualitätskriterium für die Simulationsstudie. Einfach formuliert bedeutet Verifikation die Analyse der Korrektheit eines Modells („Ist das Modell richtig?“) und Validie-

²³ Vgl. Wenzel et al., 2008, S. 4.

²⁴ Vgl. Rohrer, 2000, S. 1211; Bäck et al., 2007, S. 166.

²⁵ Vgl. Schwegmann / Laske, 2002, S. 159.

²⁶ Vgl. Rabe et al., 2008, S. 45; Wenzel et al., 2008, S. 18.

rung die Untersuchung der Modelleignung („Ist es das richtige Modell?“).²⁷ Die damit verbundene Überprüfung der Richtigkeit, der Konsistenz sowie der Angemessenheit des Modells ist ein entscheidender Baustein für eine funktionsfähige Studie und aussagekräftige Ergebnisse. Da V&V jedoch formal schwer nachweisbar sind, wird die Glaubwürdigkeit des Modells aus Sicht des Entscheidungsträgers als Maßstab herangezogen. Mithilfe der Animationsmöglichkeit des Modells konnten den Prozessverantwortlichen die jeweiligen Prozessabschnitte innerhalb des Modellierungszeitraums durchgängig präsentiert werden, um falsche Abbildungen und fehlerhafte Verhaltensweisen des Modells sofort zu korrigieren. Neben diesen visuellen Tests wurde das richtige Modellverhalten auch mit der Eingabe von Vergangenheitsdaten und der statistischen Auswertung der daraus folgenden Ergebnisse überprüft.²⁸

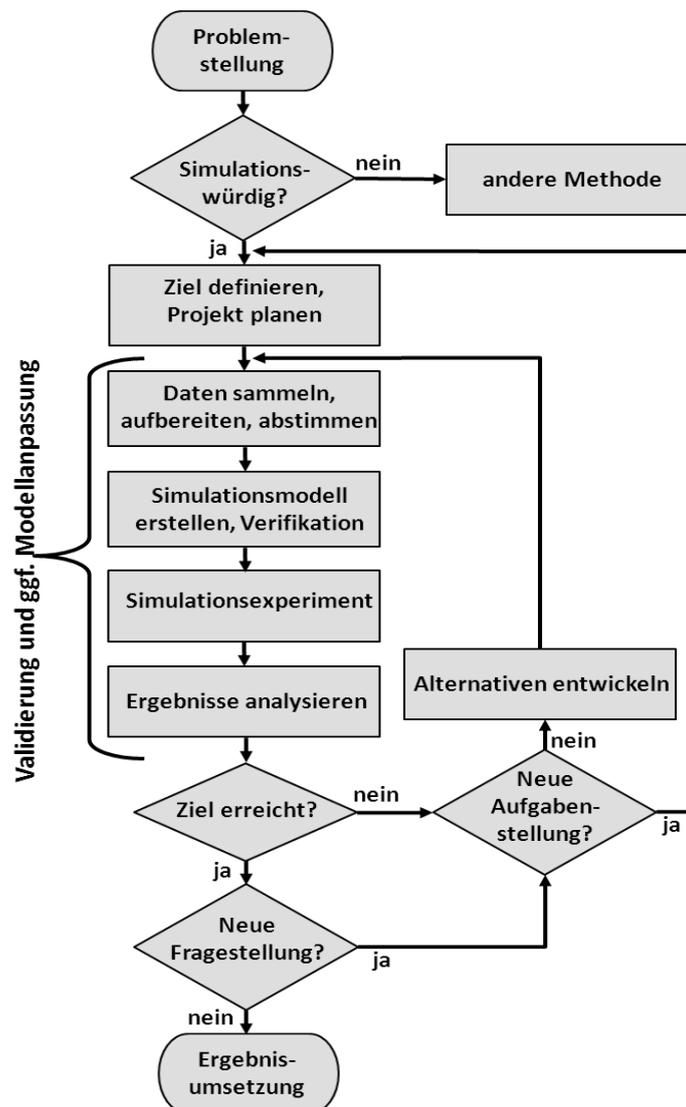


Abb. 1: Vorgehensmodell für Simulationsstudien²⁹

Das Bilden eines abteilungsübergreifenden Projektteams, regelmäßige Meetings sowie die bereits erwähnte durchgängige V&V mithilfe der Prozessverantwortlichen und der

²⁷ Vgl. Balci, 2003, S. 152; VDI, 2008.

²⁸ Vgl. Wenzel et al., 2008, S. 31f.

²⁹ Quelle: In Anlehnung an VDI, 2008.

schlechte Basis für zukünftige Analyseprojekte ist und auch die Abhängigkeit von einzelnen Mitarbeitern verstärkt, wurde den Entscheidungsträgern im Rahmen des Simulationsprojekts empfohlen, eine detaillierte und einheitliche Dokumentation der Prozesse vorzunehmen und so das Wissensmanagement im Unternehmen voran zu treiben.

Die Ergebnisse der Simulationsstudie offenbarten den Entscheidungsträger zwei überraschende Ausprägungen des Materialflusses im Wertschöpfungssystem des Zerlegebetriebs. Knapp 50% der Waren liegen mit ihrer Durchlaufzeit in einem Intervall von 0-2 Stunden, weitere gut 19% im darauf folgenden Intervall von 2-4 Stunden (vgl. Tab. 1).

Intervalle DLZ [in Std]	0 - 2	2 - 4	4 - 6	6 - 8	8 - 10	> 10
Anteil der Waren [in %]	49,1%	19,4%	12,2%	9,9%	6,3%	3,1%

Tab. 1: Histogramm Daten der Durchlaufzeiten

Die Durchlaufzeit misst in diesem Fall die Zeitdauer vom Produktionsbeginn der Ware bis zum Verladezeitpunkt auf den LKW. Die Entscheidungsträger hatten vorab eine deutlich höhere Durchlaufzeit bei den meisten Waren vermutet, da sie damit gerechnet hatten, dass die Probleme mit dem automatischen Fördersystem und dem Fertigwarenlager sich negativ auswirken würden. Die Gründe für das Ausbleiben der negativen Effekte zeigten sich ebenfalls in der Simulation und konnten durch die visuelle Darstellung transparent nachvollzogen werden. Ein Großteil der Paletten mit den Fertigwaren wurde nicht über das automatische Fördersystem aus der Produktion abtransportiert und eingelagert, sondern direkt manuell in den Warenausgang gefahren. Deutlich zeigte die Simulation hier eine Überlastung der Rampen aufgrund zu langer Standzeiten der LKW und einer zu großen Menge an fertigen Paletten im Ladebereich. Im Fertigwarenlager hingegen waren noch freie Kapazitäten verfügbar und auch die Förderanlage stieß nicht an ihre Auslastungsgrenzen.

Aufgrund dieser Ergebnisse verzichteten die Entscheidungsträger auf die Pläne zum Bau eines neuen Lagers und vermieden so eine hohe Fehlinvestition. Stattdessen fokussierte der Blick auf andere Stellen im Prozessablauf, die mithilfe der übersichtlichen Darstellung der Gesamtsituation durch die Animation als Schwachstellen identifiziert werden konnten. Weitere Folgeprojekte, die speziell auf diese Teilprobleme ausgerichtet wurden, führten schließlich zu einer Verbesserung der Gesamtprozessleistung. Die Verspätungen, die ursprüngliche Auswirkung dieser Problemfelder, wurden deutlich reduziert.

5 Fazit

Der wesentliche Nutzen des Simulationseinsatzes zeigte sich bei der Studie vor allem in zwei Punkten. Zum einen schaffte die Animation, das heißt die visuelle, realistisch wirkende Darstellung des Prozessablaufs, eine durchgängige Transparenz der Mo-

dellerstellung für alle beteiligten Projektmitarbeiter. Dies förderte die Akzeptanz der Studie sowie die Bereitwilligkeit zur Zusammenarbeit und beschleunigte zudem den Prozess der Validierung. Zum anderen sorgte die Simulationssteuerung mit den umfangreichen Möglichkeiten zur schnellen Modellanpassung für eine hohe Flexibilität. So konnten nicht nur die Leistung verschiedener Szenarien gemessen und bewertet, sondern auch die Auswirkungen von kleinen Prozessänderungen näher untersucht werden. Gerade diese dynamische Betrachtung eines realen Prozesses und die Evaluierung alternativer Szenarien ist ein bedeutender Leistungsunterschied zu anderen Modellierungstechniken.

Die Möglichkeit, bei der Erstellung des Simulationsmodells das Abstraktionsniveau der Prozessdarstellung auf die minimal notwendige Detaillierungsebene anzupassen, hatte sowohl Vor- als auch Nachteile. Die Vermeidung jedes einzelne Prozesselement bis ins kleinste Detail abbilden zu müssen, brachte eine deutliche Zeitersparnis und führte so zu einem sehr schnellen Überblick über das Gesamtsystem. Jedoch fehlen letztendlich mit einer durchgängigen Modellierung jedes Elementdetails eine exakte Prozessdokumentation und damit die Basis für den Aufbau eines Wissensmanagement im Unternehmen. Sollte das reale System zukünftig aus einem anderen Blickwinkel analysiert werden, bei dem wiederum andere Prozesselemente einen genaueren Detaillierungsgrad benötigen, kann das vorhandene Simulationsmodell nicht genutzt werden. Ein weiterer Nachteil ist die fehlende Standardisierung der Prozessbausteine und die fehlende Bewertungsmöglichkeit der Prozessleistung mittels Benchmark-Zahlen. Eine Kombination mit dem SCOR-Modell, das neben Prozessleistungskennzahlen auch Best-Practice-Lösungen für einzelne Prozessbereiche anbietet, wäre an dieser Stelle eine mögliche Alternative.

Als Fazit lässt sich festhalten, dass die Simulation in diesem Fall genau auf die Anforderungen der Entscheidungsträger passte und alle Erwartungen an ein Instrument für Geschäftsprozessmodellierung, -visualisierung und -analyse perfekt erfüllte. Ein genereller Einsatz für derartige Problemstellungen lässt sich jedoch nicht eindeutig bejahen, vielmehr ist für jede Entscheidungssituation eine individuelle Abwägung der möglichen Prozessmodellierungstechniken zu empfehlen.

6 Literaturverzeichnis

- Allweyer, T. (2005): Geschäftsprozessmanagement: Strategie, Entwurf, Implementierung, Controlling, Bochum
- Almeder, C. et al. (2009): Simulation and optimization of supply chains: alternative or complementary approaches, *OR Spectrum*, 31 (1), 95-119.
- Aurich, J.C.; Grzegorski, A.; Lehmann, F.H. (2007): Management vielfaltsinduzierter Prozesskomplexität in globalen Netzwerken, in: *Industrie Management* 23 (2007) 6, S. 13-16.
- Balci, O. (2003): Verification, validation, and certification of modeling and simulation applications, in: Chick S.; Sánchez P. J.; Ferrin D.; Morrice, D.J.: *Proceedings of the 2003 Winter Simulation Conference*, S. 150-158, Piscataway.
- Bäck, S.; Tiefenbrunner, M.; Gössler, G. (2007): Optimierung von logistischen Prozessen durch die Kombination von Simulation und neuronalen Netzen, in: Engelhardt-Nowitzki, C.; Nowitzki, O.; Krenn, B. (Hrsg.): *Management komplexer Materialflüsse mittels Simulation: State-of-the-Art und innovative Konzepte*, Wiesbaden, S. 163-181.

- Becker, T. (2008): Prozesse in Produktion und Supply Chain optimieren. Berlin: Springer.
- Becker, J. et al. (2000): Prozessmanagement – ein Leitfadens zur prozessorientierten Organisationsgestaltung, Berlin.
- Davenport, T. (1993): Process Innovation: Reengineering Work Through Information Technology, Harvard Business School Press, Boston.
- Deiters, W.; Striemer, R. (1995): Ein Paradigmenwechsel in Informationstechnologie und Organisation, in: Schweiggert, F.; Stickel, E. (Hrsg.): Informationstechnik und Organisation, Wiesbaden, S. 205-217.
- Gadatsch, A. (2010). Grundkurs Geschäftsprozessmanagement. Wiesbaden: Vieweg+Teuber.
- Gaitanides, M. (1983). Prozessorganisation. Entwicklung, Ansätze und Programme prozessorientierter Organisationsgestaltung. München: Vahlen.
- Giaglis, G.M.; Paul, R.; Doukidis, G.; (1996): Simulation for Intra- and Inter-Organisational Business Process Modelling, in: Charnes, J.M.; Morrice, D.J.; Brunner, T.; Swain, J.J. (Hrsg.): Proceedings of the 1996 Winter Simulation Conference, Piscataway, S. 1297-1304.
- Grochla, E. 1969: Modelle als Instrumente der Unternehmensführung. In: Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung 21, S. 382–397.
- Hammer, M., Champy, J., (1993). Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution. New York: USA.
- Kasper, H.; Mühlbacher, J. (2009): Strategiemodelle und neue Organisationsformen, in: Kasper, H./Mayrhofer, W. (Hrsg.): Personalmanagement – Führung – Organisation, 4. Aufl., Wien, 2009, S. 267-308.
- Kersten, W.; Schröder, M.; Singer, C.; Koch, J. (2008): Outsourcing von Logistikdienstleistungen in Produktionsunternehmen – eine vergleichende Analyse im Ostseeraum, in: Himpel, F.; Kaluza, B.; Wittmann, J. (Hrsg.): Spektrum des Produktions- und Innovationsmanagements, Wiesbaden, S. 89-96.
- Law, A.M., Kelton, W.D. (2000): Simulations Modeling and Analysis, Boston.
- Levitt, J., 1960. Marketing myopia. Harvard Business Review (July/August), S. 45-56.
- Liebl, F. (1995): Simulation. Problemorientierte Einführung, 2. Aufl., München.
- Rabe, M.; Spieckermann, S.; Wenzel, S. (2008): Verifikation und Validierung für die Simulation in Produktion und Logistik, Heidelberg.
- Rohrer, M.W. (2000): Seeing is believing: The impact of visualization in manufacturing simulation, in: Joines, J. G.; Barton, R. R.; Kang, K.; Fishwick, P.A. (Hrsg.), Proceedings of the 2000 Winter Simulation Conference, Piscataway, S. 1211-1216.
- Robinson, S. (2004): Simulation – The Practice of Model Development and Use, Chichester.
- Rürup, B.; Ranscht, A. (2007): Die Globalisierung als Ursache der Massenarbeitslosigkeit in Deutschland?, in: Industrie Management 23 (2007) 1, S. 9-13.
- Schneider, H. et al. (2005). Operative Produktionsplanung und -steuerung: Konzepte und Modelle des Informations- und Materialflusses in komplexen Fertigungssystemen. München.
- Scholz-Reiter, B.; Münster, C.; Jakobza, J. (2001): Supply Chain Simulation für kleine und mittlere Unternehmen, in: Lawrenz, O.; Hildebrand, K.; Nenninger, M. (Hrsg.): Supply Chain Management: Konzepte, Erfahrungsberichte und Strategien auf dem Weg zu digitalen Wertschöpfungsnetzen, Braunschweig, S. 139-149.
- Schwegmann, A.; Laske, M. (2002): Istmodellierung und Istanalyse, in: Becker, J.; Kugeler, M.;

- Rosemann, M. (Hrsg.): Prozessmanagement : Ein Leitfaden zur prozessorientierten Organisationsgestaltung, 3. Aufl., Berlin, S. 147–178.
- Suhl, L.; Mellouli, T. (2013): Optimierungssysteme – Modelle, Verfahren, Software, Anwendungen, 3. Aufl., Heidelberg.
- Swami, A. (1995): Building the Business Using Process Simulation, in: Alexopoulos, C.; Kang, K.; Lilegdon W.R.; Goldsman, D.: Proceedings of the 1995 Winter Simulation Conference, S. 1081-1086, Washington D.C.
- Tumay, K. (1995): Business Process Simulation, in: Alexopoulos, C.; Kang, K.; Lilegdon W.R.; Goldsman, D.: Proceedings of the 1995 Winter Simulation Conference, S. 55-60, Washington D.C.
- Vahs, D.; Leiser, W. (2004): Change Management in schwierigen Zeiten, Wiesbaden.
- VDI (2008). VDI-Richtlinie 3633 Blatt 1 „Simulation von Materialfluss- und Produktionssystemen“. Berlin.
- Wenzel, S. et al. (2008): Qualitätskriterien für die Simulation in Produktion und Logistik: Planung und Durchführung von Simulationsstudien, Berlin.
- Wenzel, S. (2008). Simulation logistischer Systeme, in: Arnold, D. et al. (Hrsg.), Handbuch Logistik, Berlin, S. 73-94.