

*Simulation in Produktion  
und Logistik 2017*  
Sigrid Wenzel & Tim Peter (Hrsg.)  
kassel university press, Kassel 2017

## **Simulationsergebnis und das Ergebnis der Simulationsstudie in Form der resultierenden Handlungsempfehlung – Fallbeispiel einer Simulationsstudie bei der Rudolph Logistik Gruppe**

***Simulation Result and the Result of the Simulation Study in Form of the  
Resulting Recommendations –  
Case Study of a Simulation Study at the Rudolph Logistics Group***

Philipp Fritzsche, Dennis Abel, Torsten Rudolph, Rudolph Logistik Gruppe,  
Baunatal (Germany), philipp.fritzsche@rudolph-log.com,  
dennis.abel@rudolph-log.com, torsten.rudolph@rudolph-log.com

**Abstract:** The following article deals with the distinction between “simulation results” and the “results of a simulation study in form of the resulting recommendations”. The definition of a “simulation result or results” focusses on the recommended actions derived from various simulation experiments. In contrast the “results of a simulation study” focusses on the actual implementation of these results. The example of the Rudolph Logistics Group, an international logistics service provider, exemplifies a practical approach that demonstrates the practical advantages of using this approach. For this purpose, the example "real life" of a warehouse in Hattorf shows how to use the knowledge of the simulation experts and the simulation model itself during the implementation phase in order to make sure to implement the results obtained.

### **1 Einleitung – Hintergrund und Problemstellung**

Die zunehmende Komplexität logistischer Prozesse, bei denen neben dem Materialfluss selbst auch immer mehr der Informationsfluss zur Steuerung dieses Materialflusses im Vordergrund steht, bedingt einerseits eine detaillierte Planung neuer Systeme aber andererseits auch eine sorgfältige Analyse und Überplanung bestehender Systeme, um zukünftigen internen sowie externen Anforderungen gerecht zu werden.

Zur Identifikation von Verbesserungspotenzialen innerhalb der logistischen Prozesse – im Zusammenhang mit der Analyse und Überplanung bestehender Systeme - eignen sich diverse (Planungs-) Methoden als anwendbare Werkzeuge für die Praxis. Meist

beschränkt sich die Anwendung und Unterstützung dieser Methoden jedoch auf die Phasen der Planung und weniger auf eine Unterstützung des Anwenders während der tatsächlichen Umsetzung von Planungsergebnissen. Auch die ereignisdiskrete Simulation ist als ein solches Werkzeug bereits seit weit mehr als zehn Jahren etabliert (Law 2014) und legt ihren Fokus bei der Analyse bestehender Systeme ebenfalls auf die Identifikation von Veränderungs- bzw. Verbesserungspotenzialen im Rahmen der Planung. Das *Simulationsergebnis* kann dabei – analog der Ergebnisse anderer Planungsmethoden auch als Handlungsempfehlung für den Auftraggeber einer Simulationsstudie auf Basis der durchgeführten Simulationsexperimente verstanden werden (Abel 2013). Das tatsächliche *Ergebnis der Simulationsstudie* ist sowohl begrifflich als auch inhaltlich im Rahmen dieses Beitrags von dieser Handlungsempfehlung abzugrenzen und beschreibt die tatsächlich umgesetzte Veränderung auf Basis der gegebenen Handlungsempfehlung. Somit sind – bei einer phasenspezifischen Betrachtung – das Simulationsergebnis der entscheidende Output der Planungsphase und das Ergebnis der Simulationsstudie der Output der Umsetzungsphase im Anschluss an diese Planungsphase.

Die Praxis zeigt, dass die zu gebende Handlungsempfehlung zwar vom Auftraggeber einer Simulationsstudie durchaus als realistisch eingeschätzt und als Basis für notwendige Veränderungen erkannt wird, die tatsächliche Umsetzung der Veränderung aber immer wieder ein Hemmnis darstellt. Als Grund sei hierfür u. a. die mangelnde aktive Mitwirkung des Auftraggebers bei der Modellerstellung sowie der Ergebnisermittlung aufgrund des unterschiedlichen Wissenstands zum Durchführen von Simulationsstudien zwischen Simulationsexperte(n) und Auftraggeber genannt. Aber auch das „Zurückziehen“ des oder der Simulationsexperten nach der Übergabe der Handlungsempfehlung und somit das „Alleinlassen“ der operativen Entscheidungsträger bei einer Umsetzung kann als Hemmnis für die Realisierung möglicher Veränderungen in Betracht gezogen werden.

Die Herausforderung in der Praxis liegt nun darin, dass der prozessuale und hiermit einhergehende wirtschaftliche Erfolg bei einem Logistikdienstleister – in Abgrenzung zur reinen Beratungsleistung „Logistikplanung/Simulation“ – erst auf Basis der umgesetzten Veränderung zu erzielen ist. Dies bedeutet für das Durchführen von Simulationsstudien, dass bereits in der Projektplanung, neben den klassischen Phasen im Rahmen der Datenbeschaffung, Modellerstellung sowie Experimentdesign und -durchführung, ein Schwerpunkt auf die Umsetzung der Simulationsergebnisse gelegt werden muss. Im Rahmen dieses Beitrags soll somit nicht das Simulationsergebnis – als resultierende Handlungsempfehlung, sondern die Umsetzung der Handlungsempfehlung selbst – insbesondere auch unter Zuhilfenahme des Simulationsmodells und intensiver Einbindung operativer Entscheidungsträger – betrachtet werden. Aus Praxissicht ist es eben genau diese Umsetzung der Handlungsempfehlung, die im Vordergrund der Betrachtung steht, um Prozesse tatsächlich vorteilhaft umzustellen und sich somit aktiv auf geänderte Rahmenbedingungen einzustellen.

## 2 Grundlagen und Abgrenzung

Die in Abschnitt 1 aufgegriffene Zielsetzung, im Rahmen einer Simulationsstudie gezielt einen Schwerpunkt auf die Umsetzungsphase und die hiermit verbundenen

Aufgaben und Rollen der Simulationsexperten zu legen, ist neben der praxisgetriebenen Motivation auch wissenschaftstheoretisch zu begründen. In diesem Zusammenhang hat eine Analyse bestehender Arbeiten gezeigt, dass eben genau diese Umsetzung von Simulationsergebnissen im Rahmen einer Umsetzungsphase – als Bestandteil der gesamten Simulationsstudie – in wissenschaftlich methodischen Beiträgen nur selten gezielt Gegenstand der Betrachtung ist. Somit sind detaillierte Beschreibungen zur Vorgehensweise in einer Umsetzungsphase auch nur bedingt verfügbar.

Beispielhaft zu dieser Thematik können aus der Wissenschaft Modelle zum Vorgehen in Simulationsstudien, wie z. B. das in VDI 3633 Blatt 1 (2014) dargestellte Vorgehensmodell oder das Vorgehensmodell von Rabe et al. (2008) mit dem Schwerpunkt der Verifikation und Validierung der Daten und Modelle genannt werden. Beide Vorgehensmodelle schließen mit der Ergebnisumsetzung, beschreiben diese jedoch nicht gezielt methodisch als Bestandteil des Vorgehens von Simulationsstudien. Inhaltlich erfolgt insbesondere im Modell von Rabe et al. (2008) zwar die transparente Beschreibung einzelner Phasen sowie die zugehörige Dokumentationsnotwendigkeit dieser Phasen (-ergebnisse) als wichtiger Faktor für das Schaffen von Akzeptanz beim Auftraggeber, aber als Ergebnis wird die aus den Simulationsexperimenten resultierende Handlungsempfehlung betrachtet – also das Simulationsergebnis und weniger die Umsetzung dieses Ergebnisses – also das Ergebnis der Simulationsstudie.

Auch in Praxisberichten ist es meist die resultierende Handlungsempfehlung als Ergebnis des Simulationsprojekts, mit der ein Projekt als abgeschlossen betrachtet wird – auch wenn die Umsetzung unter Zuhilfenahme des Simulationsmodells stattgefunden hat, so ist der Fokus bestehender Arbeiten meist nicht auf diesen Aspekt gerichtet. Beispielhaft sei an dieser Stelle der Beitrag von Süß et al. (2009) genannt. Die Autoren gehen in ihrem Beitrag auf die Nutzung der 3D-Visualisierung in Simulationsstudien und die parallele Ausführung und Visualisierung mehrerer Simulationen ein. In diesem Zusammenhang wird auch der Vorteil der 3D-Visualisierung hinsichtlich der Akzeptanz der Simulationsergebnisse erwähnt, jedoch nicht tiefer diskutiert – auch weil es sich um einen methodisch-technischen Beitrag handelt (Süß et al. 2009).

Als weiteres Beispiel kann die von Wiese (2014) durchgeführte Fallstudie zur Analyse der Warenflussskette in einem Unternehmen der Fleischindustrie genannt werden. In diesem Zusammenhang wird die Simulation als Instrument der Entscheidungsfindung eingesetzt, um ggf. mögliche Fehlinvestitionen zu vermeiden. Wiese beschreibt hierbei ausführlich den Aufbau und Ablauf der Simulationsstudie sowie die kontinuierliche Einbindung des Auftraggebers, so dass eine Akzeptanz der Simulationsergebnisse erzielt werden konnte. Mit Hilfe der Simulation wird dem Entscheidungsträger die Auswahl der effizientesten Alternative erleichtert und es konnten tatsächlich Fehlinvestitionen – in den Bau eines neuen Fertigwarenlagers – vermieden werden. Die auf Basis der Simulationsexperimente zu gebende Handlungsempfehlung sieht eine Anpassung bestehender Prozesse zur Verbesserung der Material- und Informationsflüsse beim Auftraggeber vor. Inwiefern die Simulation bzw. das Simulationsmodell und die -ergebnisse auf Basis der durchgeführten Experimente bei der Umsetzung dieser Prozessanpassungen eine Relevanz aufzeigen und wie diese genau genutzt werden, wird jedoch nicht weiter beschrieben.

Die aufgeführten Beispiele zeigen, dass sowohl in der Wissenschaft als auch in der Praxis – zumindest was die Inhalte von Veröffentlichungen angeht – ein Fokus auf die Simulationsergebnisse, also die zu gebende Handlungsempfehlung, gelegt wird. Inwiefern eine Umsetzung der Ergebnisse als Bestandteil der Simulationsstudie insbesondere in der Praxis bei einem international tätigen Logistikdienstleister erfolgen kann, wird daher Gegenstand der nachfolgenden Ausführungen sein.

### **3 Die Rudolph Logistik Gruppe und die Methode der (ereignisdiskreten) Simulation**

Die Rudolph Logistik Gruppe ist ein Logistikdienstleister mit 40 Standorten und über 5000 Mitarbeitern in Deutschland, Europa und auf der Arabischen Halbinsel. In den Geschäftsfeldern Automotive, Systemverkehre, Handel und Industrie werden umfassende Logistiklösungen entwickelt und realisiert. Dies können Teilprozesse wie Beschaffungs- oder Distributionslogistik sein, aber auch komplexe Outsourcing-Projekte mit der Übernahme kompletter Logistikketten.

Als Spezialist für alle logistischen Aufgaben in den Geschäftsfeldern Automotive, Industrie und Handel steuert die Rudolph Logistik Gruppe sowohl den Betrieb von Lieferanten-Logistik-Zentren als auch von Fertigwarenlagern. Dabei werden Dienstleistungen erbracht wie

- Just in Time (JIT)- und Just in Sequence (JIS) Belieferung bis zum Verbrauchsort
- Warenkorb- und Set-Bildung
- Kommissionierung/Sequenzierung
- Intelligente Lagerplanung
- Werkslogistik, innerbetriebliche Transporte
- Intelligentes Datenmanagement (Big Data Management)
- POS-optimierte Konfektionierung

Value Added Services wie z. B. Vormontagen oder Fertigungsaufgaben vervollständigen das Leistungsspektrum.

In den klassischen Transportdienstleistungen der Systemverkehre erschafft die Rudolph Logistik Gruppe wirtschaftliche und effiziente Lösungen für eine europaweite Beschaffungs- und Distributionslogistik. Dies können u. a. sein:

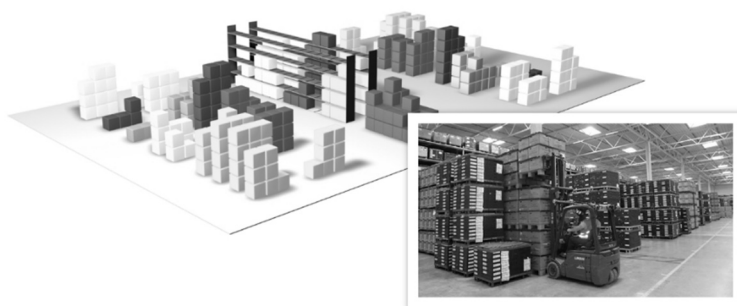
- Teil- und Komplettladungsverkehre
- Milk-run-Konzepte
- Konsolidierung/De-Konsolidierung
- Ersatzteilversorgung

Die Aufzählung des Leistungsspektrums zeigt bereits, dass Kontraktlogistikdienstleistungen weit über das einfache Transportieren von A nach B oder das Einlagern einer Palette hinausgehen. Die Logistikdienstleistung umfasst heute vielmehr die Steuerung von komplexen und kleinteiligen Prozessen in anspruchsvollen Versorgungsketten (Rudolph und Abel 2014). Ferner ist die logistische Dienstleistung sehr stark durch den Einsatz der menschlichen Arbeitskraft und manuelle Tätigkeiten geprägt. In der Masse der Geschäfte verbleiben hochautomatisierte Lösungen doch eher die Ausnahmen - auch wenn dies medial anders wahrgenommen wird. Hochkomplexe Prozessteuerung wird zwangsläufig in

der Praxis zu nicht minder anspruchsvoller Menschensteuerung. Menschen bewegen sich nun nicht wie Maschinen. Eine reine Beobachtung des „Ist-Zustands“ zur Beurteilung von Effizienz oder zur Ermittlung von Optimierungspotenzialen oder der ganz banalen Ableitung von Planungsstandardwerten kann somit nicht ausreichen. Auch die Umsetzung eines neuen Prozesses und die Ableitung des Erfolgs desselben über die Beobachtung funktionieren nur bedingt, da man niemals ausreichend Sicherheit herstellen kann, dass alle Prozessbeteiligten nun wirklich auch genau das tun, was geplant ist. Die Logistik benötigt folglich mehr und mehr objektive abstrakte Methoden, anhand derer bzw. anhand deren Ergebnissen sich genau solche Maßnahmen simulieren lassen, um danach auf der einen Seite den Ist-Zustand besser beurteilen und steuern zu können und auf der anderen Seite, um Verbesserungspotenziale gezielt zu erkennen und nachfolgend umzusetzen. Um diesen Herausforderungen gerecht zu werden, wird unternehmensintern verstärkt als eine solche Methode die Simulation eingesetzt. Konkret findet in der Rudolph Logistik Gruppe die ereignisdiskrete Simulation in Form der Software „Tecnomatix Plant Simulation“ der Firma Siemens AG seit dem Jahr 2015 ihre Anwendung. Erste Projekte waren ausschließlich auf Planungsprojekte für externe Kunden ausgelegt. Das Potential der Simulation für die oben beschriebene Analyse bestehender Systeme wurde jedoch schnell erkannt und rückt in der Anwendung immer mehr in den Fokus. Mittlerweile wurden Simulationsprojekte gezielt umgesetzt und positive wie auch negative Erfahrungen gesammelt. Hierbei wurde auch der Bedarf, über die (auf Basis der Simulationsergebnisse) zu gebende Handlungsempfehlung hinauszugehen, erkannt. In aktuellen Simulationsprojekten wird somit gezielt eine Begleitung der Umsetzungsphase realisiert.

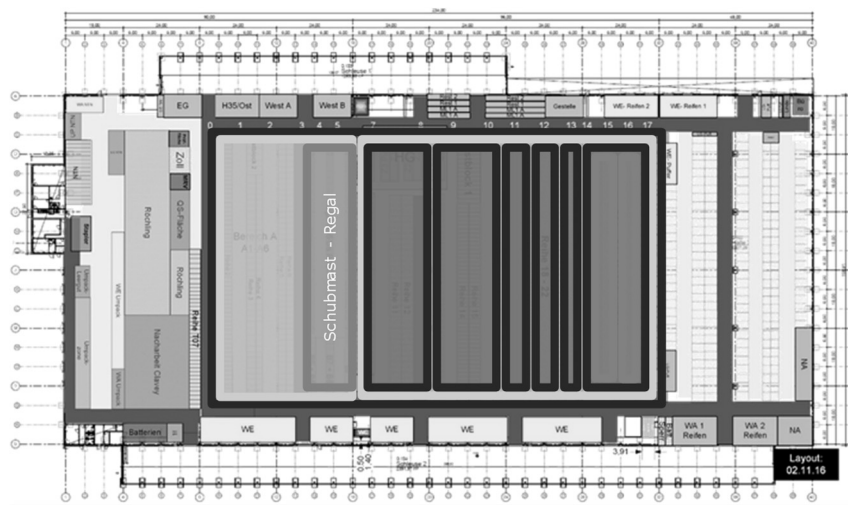
#### 4 Darstellung des Fallbeispiels – Der Lagerstandort der Rudolph Logistik Gruppe in Hattorf

Die Rudolph Logistik Gruppe besitzt am Standort Hattorf (10 km südlich von Wolfsburg) eine Immobilie, die der Lagerung von etwa 13.000 Großladungsträgern (GLT) dient. Die Lagerung dieser Behälter erfolgt zum Großteil in Form von Blocklagerung. Ein kleiner Teil des Lagers sieht einen Regalbereich vor, in dem größtenteils sog. „langsam Produkte“ mit vergleichsweise geringen Materialabrufen gelagert werden (vgl. hierzu Abb. 1 als vereinfachte Illustration).



*Abbildung 1: Schematische Abbildung und Foto des GLT-Lagers in Hattorf*

Für einen regionalen Kunden der Automobilindustrie stellt dieses Lager eine wichtige Puffermöglichkeit dar, um das täglich benötigte Volumen von circa 4.000 GLT bedarfsgerecht an der Montagelinie bereitzustellen. Um diesen täglichen Umschlag von 4.000 GLT (sowohl wareneingangsseitig als auch warenausgangsseitig) gerecht zu werden, erfolgt die Steuerung der Flurförderzeuge unter Vorgabe eines Staplerleitsystems des Kunden. Wichtigster Bestandteil dieses Staplerleitsystems ist eine Vorgabe von 13 Staplerrevieren. Diese Reviere spiegeln die physischen Lagerflächen wider, in denen sich Flurförderzeuge bewegen dürfen und Auslagerungen tätigen. In Teilen sind diese Reviere und die damit verbundene Steuerung der Lagerausgangsbewegungen tagesaktuell gehalten, einige Reviervorgaben sind jedoch sukzessive je nach Bedarf im Lauf der Zeit ergänzt worden, so dass die genauen Zusammenhänge der Informationsflüsse zum Untersuchungszeitpunkt (Oktober 2016) nicht gänzlich durchdrungen werden konnten (vgl. hierzu Abb. 2).



**Abbildung 2:** Schematische Darstellung der aktuellen Revierstruktur

Auslöser für das Durchführen der Simulationsstudie ist der operative Wunsch nach einer Performancesteigerung des Lagersystems – und hier insbesondere die gezielte Anpassung von Prozessen durch die Verbesserung der o. g. Revierstruktur im Warenausgang. Diesbezüglich besteht bereits ein subjektives Empfinden der operativen Leitung vor Ort, die sich durch die Hilfe der Simulation eine Bestätigung oder ein Widerlegen dieser subjektiven Einschätzung erhofft. Unter der Berücksichtigung der nicht transparenten und eingangs kurz erwähnten Revierstruktur und dem Wunsch der warenausgangsseitigen Performancesteigerung wird die Entscheidung getroffen, das Lager mit sämtlichen Bewegdaten in einem Simulationsmodell abzubilden. Kern dieser Analyse ist entsprechend der Warenausgangsbereich, in dem die Staplerverkehre durch eine Reviereinteilung verwaltet werden. Durch die verschiedenen Reviere ist jedes Flurförderzeug einem definierten Bereich des Lagers zugeordnet. Diese Einteilung soll in mehreren Experimenten variiert werden, um die bestmögliche Revierstrukturierung – das heißt Anzahl und Aufteilung der Reviere mit der entsprechend „besten“ Zuordnung von

Staplern zu diesen - ableiten zu können. Wie in den vorherigen Abschnitten bereits beschrieben, wird im konkreten Beispiel von einem klassischen Vorgehen mit dem Geben einer Handlungsempfehlung und dem darauffolgenden „Zurückziehen“ der Simulationsexperten verzichtet. Das gesamte Projekt wird explizit so geplant, dass die Simulation durchgängig ihre Anwendung findet und die Unterstützung durch die Simulationsexperten bis zur tatsächlichen Umsetzung der Erkenntnisse in den Prozess gewährleistet wird.

## **5 Die Nutzung der Simulation als Methode in der Umsetzungsphase von Logistikplanungen**

Um den Nutzen der Simulation in der Umsetzungsphase aufzuzeigen, wird anhand des konkreten Fallbeispiels zunächst das Vorgehen in der Projektphase, auch in Abgrenzung zum „üblichen“ Vorgehen in Simulationsstudien, erläutert. Im Anschluss hieran werden die daraus resultierenden Vorteile im konkreten Projekt beschrieben und als Diskussionspunkt für ein grundsätzliches Erweitern des Blickwinkels auf Simulationsstudien dargestellt.

### **5.1 Beschreibung des Simulationsprojekts Hattorf**

Das Vorgehen zur Zielerreichung für dieses Projekt wurde bereits in der Projektplanung über das Geben einer Handlungsempfehlung auf Basis der Modellergebnisse hinaus ausgelegt, so dass die Modellergebnisse sukzessive mit den Projektbeteiligten vor Ort evaluiert und somit auch nach dem Abschluss der Experimente-Phase weiter im Rahmen der Simulationsstudie Beachtung finden können. Somit ist bereits bei der Modellierung dem Anspruch, das Modell auch in der Phase der tatsächlichen Umsetzung (Umstellungen der IT-gestützten Steuerungen im Warenausgang zur Verbesserung der Performance der eingesetzten Ressourcen) nutzen zu können, Rechnung zu tragen. Konkret werden hierzu alle Modellierungsschritte sowie die für das Modell notwendigen Simulationsdaten und -parameter mit den vor Ort beteiligten Personen gemeinsam erarbeitet. Die Modellentwicklung sowie die Auswirkung unterschiedlicher Einstellungen werden ebenfalls gemeinsam in hierfür angesetzten Workshops sukzessive vorgenommen. Ziel dieser Einbindung ist das Schaffen einer frühen Akzeptanz hinsichtlich des Modells und somit auch hinsichtlich der Modellergebnisse. Wie bereits eingangs dieses Artikels beschrieben, ist dieses Vorgehen auch in gängigen Vorgehensmodellen zur Simulation bereits Gegenstand der Betrachtung, jedoch nicht als wesentlicher Einflussfaktor für die tatsächliche Umsetzungsphase weiter beschrieben. Getrieben vom Vorhaben, eine transparente Kommunikation zwischen verantwortlichem Personal vor Ort und dem/den Simulationsexperten für die tatsächliche Umsetzung der Simulationsergebnisse zu schaffen, zeigen sich die Meilensteine der Simulationsstudie in untenstehender Abbildung 3. Die Meilensteine in Abbildung 3 zeigen, dass im Anschluss an das Geben der Handlungsempfehlung noch weitaus mehr Aufgaben zur Umsetzung selbiger als Bestandteile der gesamten Simulationsstudie zu nennen sind (vgl. hierzu Markierung in Abb. 3). In Relation zur Gesamtprojektdauer (Simulationsstudie und operative Umsetzung der Simulationsergebnisse) liegt der Zeitpunkt der Übermittlung einer Handlungsempfehlung bei etwa 50 % der gesamten Projektdauer. Die restliche Projektzeit wird für die Vorbereitung, die Ausplanung, operative Tests sowie die kontinuierliche Abstimmung bzw. Lenkung der Umsetzung „verbraucht“, bevor in

einem letzten Schritt tatsächlich Reviere umgestellt und damit ad hoc Ressourcen eingespart werden konnten.

Dauer der Simulationsstudie [Tage]	Zeitpunkt	Beschreibung	Nutzung Simulationsmodell	"üblicherweise" im Vorgehen von Simulationsstudien
0	14.11.2016	Anfrage-Termin zur Simulation mit der Niederlassungsleitung	Nein	Ja
9	23.11.2016	Entscheidung zur Durchführung der Simulationsstudie	Nein	Ja
9	23.11.2016	Datenbeschaffung und Modellbildung	Ja	Ja
32	16.12.2016	Daten, Parameter etc. "Beschaffung" abgeschlossen	Ja	Ja
38	22.12.2016	Vorstellung erster Ergebnisse und Verfeinerung des Experimentplans	Ja	Ja
65	18.01.2017	Vorstellung der finalen Ergebnisse und Empfehlung einer Umsetzungsvariante	Ja	Ja
102	24.02.2017	Besprechung der Simulationsergebnisse nach weiterer Verfeinerung der Simulationsparameter und Empfehlung einer Umsetzungsvariante	Ja	Ja
107	01.03.2017	Entwicklung eines Umsetzungsplans zur Umsetzung einer neuen Revierstruktur und Verbesserung des Systems	Nein	Nein
121	15.03.2017	Vorbereitung eines Testlaufs, zur Absicherung des Systemverständnisses	Ja	Nein
141	04.04.2017	Umsetzung eines Testlaufs	Nein	Nein
148	11.04.2017	Erneute Anpassung der Simulationsparameter und Untersuchung weiterer Simulationsszenarien aufgrund des "Vor-Ort-Feedbacks"	Ja	Nein
156	19.04.2017	Lenkungstermin zum Projektverlauf mit allen beteiligten Personen	Nein	Nein
156	19.04.2017	Evaluierung Testergebnisse und Analyse unerwarteter Systemeigenschaften. Einbindung des Kunden in die Analysephase	Ja	Nein
169	02.05.2017	Lenkungstermin zum Projektverlauf	Nein	Nein
190	23.05.2017	Schulung im IT System aufgrund weiterer offener Fragestellungen aus dem ersten Testlauf	Nein	Nein
211	13.06.2017	Umsetzung der favorisierten und angepassten Handlungsempfehlung Reduzierung der Reviere und Ressourcen (Personen + Stapler)	Ja	Ja

**Abbildung 3:** Meilensteine zur Umsetzung der Simulationsergebnisse

## 5.2 Beschreibung des Ergebnisses und der Vorteile

Die Umsetzungsphase des Projekts obliegt im Normalfall dem Verantwortungsbereich des vor Ort tätigen operativen Personals. Dazu gehören neben der Niederlassungs- und Betriebsleitung auch ein Logistikplaner sowie mehrere Schichtleiter, Teamleiter und Mitarbeiter der Systemsteuerung.

Generell liegt die Planung der Umsetzung sowie die pro aktive Kommunikation in die entsprechenden Hierarchieebenen in der Verantwortung des o. g. Personenkreises, jedoch erweist es sich in der Umsetzungsphase als hilfreich, auch auf den Informationshintergrund der Simulationsexperten zurückzugreifen sowie mögliche weiterführende Analysen mit Hilfe des Simulationsmodells durchführen zu können. Im konkreten Fallbeispiel erhält die operative Leitung demnach bei sämtlichen projektbezogenen Problemstellungen Unterstützung bezüglich des Systemverhaltens. Als Beispiel lässt sich die Verteilzeit der Staplerfahrer heranziehen. Diese wird durch



die operative Leitung zu Beginn der Simulationsstudie in einem überdurchschnittlich hohen Wertebereich als fester Systemparameter angesetzt. Die Simulation zeigte in diesem Zusammenhang, dass diese hohen Verteilzeiten nicht durch die persönlichen Arbeitsweisen der Mitarbeiter hervorgerufen werden, sondern systemseitig die Staplerflotte nicht optimal ausgelastet werden. Aus diesem Grund entstanden Totzeiten, die zu einer Anhebung der persönlichen Verteilzeit führten. In diesem Zusammenhang wird folglich für die weitere Simulationsstudie variabel mit dem Parameter Verteilzeit verfahren und mit der operativen Leitung die Zusammenhänge „Staplerflottenauslastung vs. persönliche Verteilzeit“ diskutiert.

Neben der Kommunikation mit der operativen Leitung erfolgt die Einbindung jeglicher Hierarchiestufen in den geplanten Prozess der Veränderung durch eine umfangreiche Information. Die direkte Kommunikation zwischen operativ verantwortlichen Personal und Simulationsexperte(n) bleibt zwar weiterhin bestehen, zusätzlich erfolgt jedoch eine gezielte Ausdehnung in niedrigere operative Hierarchie-Ebenen bis hin zum gewerblichen bzw. kaufmännischen Personal, das letztendlich die physische und administrative Abwicklung, also sämtliche Warenbewegungen, steuert. In dem konkreten Fall werden die Steuerungslogiken dieses Personals, auch „Leitstand“ genannt, simulationsseitig vereinfacht dargestellt und mit dieser gemeinsam abgestimmten vereinfachten Logik die Simulationsexperimente gefahren. Es stellte sich heraus, dass der Faktor „Mensch“ einen erheblich größeren Einfluss auf die Systemsteuerung bewirkt, als zu Beginn der Simulationsstudie angenommen. Der Prozessablauf wird simulationsseitig somit zwar vereinfacht, praktisch führt die ungewohnt vereinfachte Steuerung jedoch vorerst nicht zur gewünschten Verbesserung der Systemleistung sowie -transparenz. Um in diesem Zusammenhang ein einheitliches Verständnis des kompletten beteiligten Personenkreises aufzubauen, werden im Nachgang mehrere Workshops durchgeführt, die die verschiedenen Auswirkungen der Systemparameter im Zusammenhang mit der Wirkweise des Leitstandsmitarbeiters klarstellten. Dieses Vorgehen zeigt, dass die Umsetzbarkeit einer Handlungsempfehlung des Simulationsexperten teilweise nicht gegeben ist und weitere Einflussparameter bzw. Faktoren während der Umsetzungsphase berücksichtigt werden müssen. Da das konkrete Fallbeispiel stark durch das IT-System des Kunden und die Unterstützung des Kunden geprägt ist, besteht weiterhin die Möglichkeit, während der Umsetzungsphase eine Kommunikationsstruktur bestehend aus Kunde, Simulationsexperte und operativer Leitung herzustellen. Hiermit wird eine Verbesserung des Systemverständnisses auf beiden Seiten (Rudolph Logistik Gruppe und Kunde) hergestellt. Auf diese Art und Weise bildet der Simulationsexperte quasi die Schnittstelle, welche die operative Leitung dahingehend unterstützt, das Projekt kontinuierlich in die richtige Richtung zu lenken. Zusammengefasst hat die Einbindung der Simulationsexperten in die Umsetzungsphase den Vorteil die Kommunikation, den Informationsfluss und das Systemverständnis zu verbessern, um bei sämtlichen Beteiligten die notwendige Transparenz zu schaffen und die Simulationsergebnisse „korrekt“ umzusetzen. Im Idealfall verankern sich die Erkenntnisse derart im Umsetzungsteam, dass die Leistung auch nachhaltig zufriedenstellend erbracht bzw. darüber hinaus noch verbessert werden kann.

## 6 Schlussbetrachtung – Ergebnisse und offene Fragen

Das in diesem Artikel beschriebene Beispiel – das insbesondere aus den Anforderungen der Praxis getrieben ist – hat die Notwendigkeit und Vorteile der „Ausdehnung“ der klassischen Betrachtung von Simulationsstudien gezeigt. Ausgehend von einer Abgrenzung zu bestehenden Arbeiten galt es aufzuzeigen, inwiefern eine weiterführende Begleitung der operativen Entscheidungsträger nach dem Geben einer Handlungsempfehlung als sinnvoll erscheint. Der hier beschriebene Fall verdeutlicht plakativ (u. a. auch durch die einfache Gegenüberstellung der Zeiträume vom Start der Simulationsstudie bis zum Ableiten der Handlungsempfehlung sowie vom Geben dieser Handlungsempfehlung bis hin zur Umsetzung selbiger), welche Bedeutung der o. g. Ausdehnung der klassischen Betrachtung von Simulationsstudien zukommt. Für eine Bestätigung dieser am konkreten Beispiel aufgezeigten Bedeutung muss in weiteren Untersuchungen eine gezielte Betrachtung von Simulationsstudien über das Geben der Handlungsempfehlungen hinaus erfolgen. So kann eine Diskussion über das „tatsächliche“ Ergebnis der Simulation in einem geeigneten wissenschaftlichen Rahmen mit dem Ziel, über eine Anpassung/ Erweiterung der klassischen Vorgehensmodelle zu Simulationsstudien nachzudenken, weitergeführt werden. Ferner sei an dieser Stelle erwähnt, dass die Überlegung hin zur Erweiterung des Fokus’ der Simulation ebenfalls für andere Planungsmethoden, wie z. B. die Wertstromanalyse, denkbar wäre. Auch bei anderen Planungsmethoden liegt der Schwerpunkt auf der Analyse des Ist-Zustands und darauffolgenden auf dem Ableiten eines verbesserten Soll-Zustands. Wie dieser Soll-Zustand jedoch methodisch unterstützt zu erreichen ist, bleibt meist unerwähnt.

## Literatur

- Abel, D.: Bewertungsmethodik zur Einflussanalyse der Informationsqualität auf die Simulationsergebnisse in Produktion und Logistik. In: Wenzel, S. (Hrsg.): Produktionsorganisation und Fabrikplanung. Band 4, Aachen Shaker 2013.
- Law, A. M.: Simulation Modeling and Analysis. 5. Aufl., Ney York McGraw-Hill Education 2014.
- Rabe, M.; Spieckermann, S.; Wenzel, S.: Verifikation und Validierung für die Simulation in Produktion und Logistik - Vorgehensmodelle und Techniken. Berlin: Springer 2008.
- Rudolph, T.; Abel, D.: Die Gestaltung effizienter Logistikprozesse. In: Kille, C. (Hrsg.): Navigation durch die komplexe Welt der Logistik - Texte aus Wissenschaft und Praxis zum Schaffenswerk von Wolf-Rüdiger Bretzke, Wiesbaden Springer-Gabler 2014, S. 73-83.
- Süß, T.; Fischer, M.; Huber, D.; Laroque, C.; Dangelmaier, W.: Ein System zur aggregierten Visualisierung verteilter Materialflusssimulationen. In: Gausemeier, J.; Grafe, M. (Hrsg.): Augmented & Virtual Reality in der Produktentstehung, Band 252, Paderborn HNI Verlagsschriftenreihe 2009, S. 111-126.
- VDI 3633, Blatt 1: Simulation von Logistik-, Materialfluss- und Produktionssystemen, Grundlagen. Berlin: Beuth 2014.
- Wiese, J.: Simulationsgestützte Analyse der internen Warenflusskette in einem Unternehmen der Fleischindustrie. In: Sucky, E. (Hrsg.): Logistik und Supply Chain Management, Band 11, Bamberg University of Bamberg Press 2014, S. 5-16.