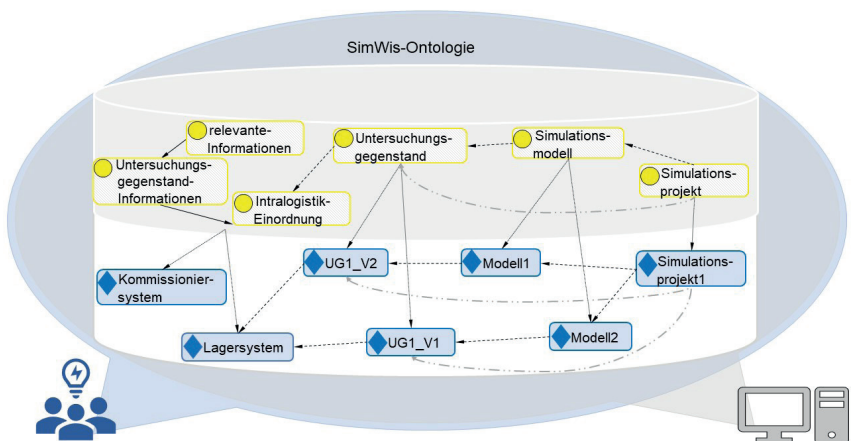




Jana Stolipin

Methodik zur Unterstützung der Nachnutzung von projektspezifischem Simulationswissen am Beispiel der simulationsgestützten Logistikplanung



Band 8

SHAKER
VERLAG

UNIVERSITÄT KASSEL
INSTITUT FÜR PRODUKTIONSTECHNIK UND LOGISTIK (IPL)
FACHGEBIET PRODUKTIONSORGANISATION UND FABRIKPLANUNG

**Methodik zur Unterstützung der Nachnutzung von projektspezifischem
Simulationswissen am Beispiel der simulationsgestützten Logistikplanung**

DISSERTATION

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktorin der Ingenieurwissenschaften (Dr.-Ing.)

vorgelegt im Fachbereich Maschinenbau

der Universität Kassel

von Jana Stolipin, M.Sc.

Kassel, im Dezember 2020

Die vorliegende Arbeit wurde am Fachbereich Maschinenbau der Universität Kassel als Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades eines Doktors der Ingenieurwissenschaften (Dr.-Ing.) angenommen.

Erste Gutachterin: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Sigrid Wenzel, Universität Kassel

Zweiter Gutachter: Univ. Prof. Dr.-Ing. Bernd Noche, Universität Duisburg-Essen

Weitere Mitglieder der Promotionskommission

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Robert Refflinghaus, Universität Kassel

Prof. Dr.-Ing. Gaby Neumann, Technische Hochschule Wildau

Tag der mündlichen Prüfung:

05.07.2021

Produktionsorganisation und Fabrikplanung

Band 8

Jana Stolipin

**Methodik zur Unterstützung der Nachnutzung von
projektspezifischem Simulationswissen am Beispiel
der simulationsgestützten Logistikplanung**

D 34 (Diss. Univ. Kassel)

Shaker Verlag
Düren 2021

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Zugl.: Kassel, Univ., Diss., 2021

Copyright Shaker Verlag 2021

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-8257-9

ISSN 2192-5569

Shaker Verlag GmbH • Am Langen Graben 15a • 52353 Düren

Telefon: 02421 / 99 0 11 - 0 • Telefax: 02421 / 99 0 11 - 9

Internet: www.shaker.de • E-Mail: info@shaker.de

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Dissertation selbstständig, ohne unerlaubte Hilfe Dritter angefertigt und andere als die in der Dissertation angegebenen Hilfsmittel nicht benutzt habe. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder unveröffentlichten Schriften entnommen sind, habe ich als solche kenntlich gemacht. Dritte waren an der inhaltlichen Erstellung der Dissertation nicht beteiligt; insbesondere habe ich nicht die Hilfe eines kommerziellen Promotionsberaters in Anspruch genommen. Kein Teil dieser Arbeit ist in einem anderen Promotions- oder Habilitationsverfahren durch mich verwendet worden.

Kassel, im Dezember 2020

Jana Stolipin, M.Sc.

Geleitwort der Herausgeberin

Globalisierung und Strukturwandel bedingen eine permanente Anpassung der unternehmens-eigenen Produktions- und Dienstleistungsprozesse an die Bedarfe des Marktes. Damit Produktions- und Logistiksysteme wettbewerbsfähig, nachhaltig und wandlungsfähig werden, bedarf es einer vernetzten Betrachtung von Produkten, Prozessen und Ressourcen sowie einer durchgängigen Integration von Informations- und Kommunikationstechniken in Planung und Betrieb. Um diesen Anforderungen zu genügen, verlangen die heutigen Fabrikplanungsprozesse kollaborative Arbeitsweisen und den intensiven Einsatz modellgestützter Methoden und Werkzeuge.

Ziele der Forschungsarbeiten des Fachgebietes Produktionsorganisation und Fabrikplanung pfp im Institut für Produktionstechnik und Logistik an der Universität Kassel sind die Weiterentwicklung von Methoden und Werkzeugen der Digitalen Fabrik und ihre verbesserte Anwendung im Rahmen eines Virtual Simultaneous Engineering in interdisziplinären Planungsteams. Mit diesen Forschungen einher gehen eine permanente Verbesserung des Planungsprozesses, eine Erhöhung von Planungsqualität und -sicherheit, aber auch eine Weiterentwicklung der Produktions- und Logistiksysteme sowie -prozesse und damit verbunden der Material- und Informationsflüsse in der produzierenden Industrie, im Handel, in der Landwirtschaft, aber auch in Organisationen.

Im Rahmen dieser Buchreihe werden die Ergebnisse einschlägiger Forschungsarbeiten des Fachgebietes pfp publiziert. Diese beziehen sich einerseits auf die methodische Verbesserung und informationstechnische Ausgestaltung der Fabrikplanung, andererseits auf zukunftsorientierte Konzepte für Produktions- und Logistikprozesse. In diesem Zusammenhang werden auch die für eine intelligente, wandlungsfähige und vernetzte Systemgestaltung wichtigen Querschnittsaufgaben der Modellbildung, der Simulation und Visualisierung, des Daten-, Informations- und Wissensmanagements sowie der Kooperation und Kollaboration behandelt. Die einzelnen Bände der Buchreihe präsentieren ausgewählte Forschungsarbeiten, mit denen die Autoren dem Anwender in der Praxis einen Einblick in ihre aktuellen Forschungserkenntnisse und Anhaltspunkte für potentielle Verbesserungen in Planung und Betrieb geben möchten.

Vorwort der Autorin

Die vorliegende Dissertation entstand während meiner Tätigkeit als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Fachgebiet Produktionsorganisation und Fabrikplanung des Institutes Produktionstechnik und Logistik der Universität Kassel.

Frau Univ.-Prof. Dr.-Ing. Sigrid Wenzel danke ich ganz herzlich für die Unterstützung, die stets engagierte Betreuung meiner Dissertation und für die wertvollen Anregungen. Ebenso möchte ich mich bei Herrn Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernd Noche für die Übernahme des Zweitgutachtens bedanken. Außerdem bedanke ich mich bei den Prüfern Herrn Univ.-Prof. Dr.-Ing. Robert Refflinghaus und Frau Prof. Dr.-Ing. Gaby Neumann.

Des Weiteren danke ich allen Experten, die an den Erhebungen im Rahmen der Delphi-Studie und Evaluation teilnahmen. Die gewonnenen Ergebnisse haben zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen.

Mein Dank gilt auch allen Kolleginnen und Kollegen, Projektpartnern und Studierenden, die mich beim Durchführen der Arbeit unterstützt haben. Den Kolleginnen und Kollegen möchte ich für die zahlreichen und interessanten Gespräche, den wertvollen Austausch und die gute Zusammenarbeit danken. Mein besonderer Dank geht an meinen Kollegen, Felix Özkul, für die Durchsicht meiner Dissertation und hilfreiche Hinweise.

Nicht zuletzt möchte ich mich herzlich bei meiner Familie bedanken; insbesondere bei meinem Ehemann Juri, der mir ausreichend Freiraum einräumte und den nötigen Rückhalt zur Verwirklichung dieser Arbeit gab.

Zusammenfassung

In der Logistikplanung spielt die Materialflusssimulation als eine Problemlösungsmethode eine wichtige Rolle. Simulationsprojekte werden durch die Verarbeitung und Bewertung planungsrelevanter Informationen sowie durch die Generierung von Simulationsergebnissen und die Vermittlung des dadurch erzeugten Simulationswissens an die Projektbeteiligten wertschöpfend. Die Nachnutzung von projektspezifischem Wissen zählt zu den zentralen Themen des Wissensmanagements. Eine Analyse von Forschungsarbeiten im Bereich der Materialflusssimulation zeigt, dass die Relevanz der Nachnutzung von Simulationswissen und der Nutzung von Wissensmanagementmethoden hoch sind. Allerdings fehlen in Simulationsprojekten oft wissensorientierte Ansätze, die die Nachnutzung von Simulationswissen nachhaltig unterstützen können. An diesem Punkt setzt diese Dissertation an und schlägt eine Methodik vor, um projektspezifisches Simulationswissen in Form von nachnutzungsrelevanten Informationen während des Projektes zu extrahieren und für die Nachnutzung in neuen Projekten vorzubereiten. Die Zielsetzung der Methodik ist eine nachnutzungsorientierte Unterstützung der Projektbeteiligten bei ähnlichen und wiederkehrenden Simulationsaufgaben. Zur Identifizierung von nachnutzungsrelevanten Informationen und Wissenskategorien wird eine zweistufige Delphi-Studie durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Studie liefern eine Liste mit nachnutzungsrelevanten Informationen zur Beschreibung von Wissenskategorien in Simulationsprojekten. Diese Informationen werden in eine OWL-Ontologie (SimWis-Ontologie) überführt, die als Wissensbasis in eine Methodik für Simulationsprojekte eingebunden wird. Ontologien eignen sich in diesem Zusammenhang besonders gut, da sie die für die Nachnutzung von Wissen notwendigen Informationen in semantischen Zusammenhängen beschreiben und auch als Wissensbasen in Projekten eingesetzt werden können. Mit Hilfe der ontologiegestützten Methodik können die projektspezifischen Informationen bei den Projektaufgaben gesammelt und in neuen Projekten bereitgestellt werden. Die Methodik wird in Form eines Demonstrators implementiert und im Rahmen einer expertenbasierten Evaluationsstudie überprüft. Die Evaluation bestätigt die Relevanz von Wissensbasen und die Praxisrelevanz der entwickelten Methodik für die Nachnutzung von Simulationswissen in Logistikprojekten und zeigt, dass die Ontologie als eine geeignete Wissensbasis eingesetzt werden kann. Als Mehrwert der Methodik wird vor allem der systematische Dokumentationsprozess und die Nutzbarkeit von Expertenwissen über mehrere Simulationsprojekte gesehen.

Für eine effiziente Nutzung der Methodik sind zukünftig die praxisnahe Erprobung in großen Simulationsprojekten sowie die automatische und werkzeugneutrale Erweiterung der SimWis-Ontologie aus vorhandenen Simulationsmodellen wichtige Forschungsgegenstände.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	IV
Tabellenverzeichnis	VII
Abkürzungsverzeichnis	VIII
1 Einleitung	1
1.1 Ausgangssituation, Problemstellung und Motivation	1
1.2 Stand der Forschung	5
1.3 Ziele und Forschungsfragen der Arbeit	11
1.4 Aufbau der Dissertation	14
2 Simulationsgestützte Planung der innerbetrieblichen Logistiksysteme	17
2.1 Planung der innerbetrieblichen Logistiksysteme	17
2.1.1 Innerbetriebliche Logistik und Logistiksysteme	18
2.1.2 Ziele der innerbetrieblichen Logistikplanung	20
2.1.3 Planungsprojekte im Bereich der innerbetrieblichen Logistik	21
2.1.4 Vorgehensweise zur Planung von Intralogistiksystemen	22
2.1.5 Methodische Unterstützung der Logistikplanung	25
2.2 Simulation als eine Logistikplanungsmethode	27
2.2.1 Ablaufsimulation	27
2.2.2 Simulationsprojekt	28
2.2.3 Vorgehensweise bei Simulationsprojekten	30
2.2.3.1 Projektdefinition und Angebotsphase	31
2.2.3.2 Durchführung der Simulationsstudie	32
2.2.3.3 Nachnutzung der Projektergebnisse	38
2.3 Technische Aspekte der Nachnutzung von Simulationsmodellen	40
2.3.1 Reifegradmodell für die Wiederverwendung in der Softwareentwicklung	41
2.3.2 Technische und funktionelle Prinzipien der Modellwiederverwendung	44
2.4 Herausforderungen der Nachnutzung	46
2.5 Unterstützungsbedarf	48
3 Grundlagen des Wissensmanagements in Projekten	50
3.1 Grundlagen des Wissensmanagements	50
3.1.1 Daten, Informationen und Wissen	51
3.1.2 Ziele des Wissensmanagements	56
3.1.3 Konzepte des Wissensmanagements	58
3.2 Grundlagen des Projektwissensmanagements	65
3.2.1 Wissensprozesse im Rahmen des Projektwissensmanagements	66
3.2.2 Rollenprofile im Rahmen des Projektwissensmanagements	68

3.3	Methodische und werkzeugtechnische Unterstützung der Nachnutzung von Projektwissen.....	70
3.4	Ontologien.....	78
3.4.1	Ontologien als Semantic Web-Technologien.....	79
3.4.2	Ontologietypen.....	81
3.4.3	Formalismen von Ontologien.....	86
3.4.4	Formale Ontologiesprachen.....	89
3.4.5	Struktur der OWL-Dokumente.....	92
3.5	Problemabgrenzung und Lösungsweg.....	94
4	Identifikation des nachnutzungsrelevanten Simulationswissens.....	97
4.1	Simulation als Wissensarbeit.....	98
4.2	Notwendigkeit der Identifikation von wiederverwendbarem Simulationswissen ...	100
4.3	Delphi-Studie zur Ermittlung des wiederverwendbaren Simulationswissens.....	102
4.3.1	Ziele der Delphi-Studie.....	103
4.3.2	Vorbereitung und Durchführung der Delphi-Studie.....	104
4.3.3	Ergebnisse der Delphi-Studie.....	112
4.4	Anforderungen an das zu entwickelnde Wissensmodell.....	118
5	Wissensmodell für das nachnutzungsrelevante Simulationswissen.....	120
5.1	Vorgehen zur Erstellung einer ontologiegestützten Wissensbasis.....	120
5.2	Erstellung der Ontologie für das nutzungsrelevante Simulationswissen.....	124
5.3	Dokumentation der SimWis-Ontologie.....	141
5.4	Überprüfung der SimWis-Ontologie.....	143
5.5	Zusammenfassung des Lösungsansatzes.....	146
6	Methodik zur Unterstützung der Nachnutzung von Simulationswissen in der Logistikplanung.....	148
6.1	Anforderungen an die Methodik.....	149
6.2	Konzept zur Nachnutzung von Simulationswissen.....	151
6.2.1	Projektrelevante und wissensorientierte Prozesse für die Nachnutzung von Simulationswissen in Logistikprojekten.....	152
6.2.2	Bedeutung von Metainformationen und Metawissen für das Gesamtkonzept..	155
6.2.3	Bedeutung des Vorgehensmodells für Simulationsstudien für das Gesamtkonzept.....	157
6.2.4	Aufbau des Konzeptes zur Nachnutzung von Simulationswissen.....	159
6.3	Anwendungsorientierte Umsetzung des Konzeptes in der Methodik zur Unterstützung der Nachnutzung des Simulationswissens.....	163
6.3.1	Aufbau der anwendungsorientierten Methodik.....	163
6.3.1.1	Erster Schritt der Methodik „Wissensakquisition im Laufe des Projektes“..	168

6.3.1.2	Zweiter Schritt der Methodik „Ergänzung der Wissensbasis“.....	170
6.3.1.3	Dritter Schritt der Methodik „Aufbereitung und Bereitstellung der aktuellen Wissensbasis zur Nutzung“.....	171
6.3.1.4	Vierter Schritt der Methodik „Identifikation des projektrelevanten Wissens“ ..	172
6.3.2	Integration der Methodik in ein Unternehmen.....	177
6.4	Prüfung der Methodik an einem Anwendungsbeispiel.....	179
6.5	Zusammenfassung der Ergebnisse.....	188
7	Evaluation der ontologiebasierten Methodik.....	190
7.1	Evaluationsvorgehen.....	191
7.2	Evaluationsstudie.....	193
7.2.1	Evaluationsgegenstand, Ziele und Expertenwahl.....	194
7.2.2	Befragungsmethodik.....	195
7.2.3	Aufbau des Interviewleitfadens und des Fragebogens.....	196
7.2.4	Durchführung der Evaluationsstudie.....	201
7.2.5	Evaluationsergebnisse.....	202
7.2.5.1	Evaluationsergebnisse zur Methodik.....	204
7.2.5.2	Evaluationsergebnisse zur SimWis-Ontologie.....	209
7.2.5.3	Evaluationsergebnisse zum Demonstrator.....	213
7.3	Zusammenfassung und Bewertung der Evaluationsstudie.....	216
7.3.1	Bewertung der Evaluationsstudie.....	217
7.3.2	Zusammenfassung der Evaluationsergebnisse.....	219
8	Schlussbetrachtung.....	220
8.1	Zusammenfassung und Beantwortung der Forschungsfragen.....	221
8.2	Ausblick.....	226
	Literaturverzeichnis.....	228
	Anhang.....	251