

Sigrid Wenzel · Matthias Weiß · Simone Collisi-Böhmer · Holger Pitsch · Oliver Rose

Qualitätskriterien für die Simulation in Produktion und Logistik

Sigrid Wenzel · Matthias Weiß
Simone Collisi-Böhmer · Holger Pitsch · Oliver Rose

Qualitätskriterien für die Simulation in Produktion und Logistik

Planung und Durchführung
von Simulationsstudien

 Springer

Prof. Dr.-Ing. Sigrid Wenzel
FB 15 Maschinenbau
Universität Kassel
Kurt-Wolters-Str. 3
34125 Kassel
s.wenzel@uni-kassel.de

Dr.-Ing. Matthias Weiß
IKA – Inst. für Konstruktionstechnik
und Anlagengestaltung Dresden
Gostritzer Strasse 61–63
01217 Dresden
weiss@ika-dresden.de

Simone Collisi-Böhmer
Siemens AG
Industrial Solutions and Services
Infrastructure Logistics
Colmberger Strasse 2
90451 Nürnberg
simone.collisi@siemens.com

Dr.-Ing. Holger Pitsch
Incontrol Enterprise Dynamics GmbH
Gustav-Stresemann-Ring 1
65189 Wiesbaden
holger.pitsch@enterprisedynamics.com

Prof. Dr. Oliver Rose
Fak. Informatik
Inst. für Angewandte Informatik
Technische Universität Dresden
01062 Dresden
oliver.rose@tu-dresden.de

ISBN 978-3-540-35272-3

e-ISBN 978-3-540-35276-1

DOI 10.1007/978-3-540-35276-1

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.

© 2008 Springer-Verlag Berlin Heidelberg

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funk-sendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Buch berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften. Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien (z. B. DIN, VDI, VDE) Bezug genommen oder aus ihnen zitiert worden sein, so kann der Verlag keine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.

Einbandgestaltung: WMXDesign, Heidelberg

Gedruckt auf säurefreiem Papier

9 8 7 6 5 4 3 2 1

springer.com

Dieses Buch entstand im Auftrag der Fachgruppe 4.5.6 „Simulation in Produktion und Logistik“ der Arbeitsgemeinschaft Simulation (ASIM). Die ASIM ist zugleich der Fachausschuss 4.5 der Gesellschaft für Informatik.

Die Erstellung des Buches erfolgte durch die ASIM-Arbeitsgruppe „Qualitätskriterien“ und wird innerhalb der ASIM als ASIM-Mitteilung Nr. 102 geführt. Die Mitglieder der Arbeitsgruppe sind:

Simone Collisi-Böhmer, Nürnberg
Heike Krug, Dresden
Holger Pitsch, Wiesbaden
Markus Rabe, Berlin
Oliver Rose, Dresden
Dirk Steinhauer, Flensburg
Matthias Weiß, Dresden (Sprecher)
Sigrid Wenzel, Kassel



Vorwort

Seit mittlerweile über 20 Jahren führt die Fachgruppe „Simulation in Produktion und Logistik“ der Arbeitsgemeinschaft Simulation (ASIM) Simulationsanwender und -entwickler zum Erfahrungsaustausch zusammen, um den Einsatz der Simulation bei der Planung, Bewertung, Verbesserung und Steuerung von Anlagen und Prozessen zu diskutieren und in Industrie und Forschung zu fördern. Im Rahmen dieser Aktivitäten wurde deutlich, dass in den vergangenen Jahren bei wachsender Anzahl von Simulationsstudien im Bereich Produktion und Logistik sowohl der Umfang als auch die Interdisziplinarität der Studien zugenommen hat. Der heute professionalisierte Simulationseinsatz setzt daher effektive Maßnahmen zur Schaffung und Sicherstellung einer umfassenden Ergebnis- und Prozessqualität und damit Projektqualität voraus. Eine im Jahr 2002 durchgeführte Umfrage verdeutlichte die Relevanz, sich dem Thema zu nähern, zeigte aber auch gleichzeitig die Schwierigkeiten auf, Regeln für eine qualitätskonforme Bearbeitung von Simulationsstudien zu formulieren.

Aus dieser Motivation heraus wurde 2003 eine ASIM-Arbeitsgruppe konstituiert. Die Mitglieder der Arbeitsgruppe sind Simulationsexperten aus Forschung und Industrie, Anwendung und Entwicklung sowie Produktion und Dienstleistung. Über die Arbeitsgruppenmitglieder sind gleichzeitig unterschiedliche Kompetenzen aus den Branchen Automobilbau, Schiffbau, Mikroelektronik, Logistik, Konsumgüterproduktion und Verpackungstechnik eingebunden.

Die Zusammenführung von unterschiedlichen Kompetenzen und Sichtweisen hat Ergebnisse ermöglicht, die in dieser Breite und Tiefe bisher nicht zu finden waren: *die Entwicklung von branchenübergreifenden praxisnahen Checklisten sowie einfach handhabbaren und operativ umsetzbaren Maßnahmen zur Erreichung von Qualität bei der Durchführung von Simulationsstudien in Produktion und Logistik*. Es ist allerdings nicht im Sinne der Autoren, die Nutzung der vorgeschlagenen Checklisten und die Anwendung der Maßnahmen einzufordern. Ziel ist vielmehr, ein besseres Qualitätsbewusstsein zu schaffen und gleichzeitig eine praxisnahe Umsetzbarkeit zu erreichen, so dass in einem konkreten Projekt die eigene Handlungsweise reflektiert und getroffene Entscheidungen für alle Beteiligten nachvollziehbar werden. Aus diesem Grund wurden auch Aspekte,

die praktisch nicht oder noch nicht relevant sind, wie beispielsweise die Zertifizierung von Simulationsstudien, innerhalb dieses Buches ausklammert. Auch Themen wie die Softwarequalität von Simulationstools oder Qualitätsaspekte, die die Management-, Fach- und Sozialkompetenz der Projektpartner betreffen, sind nicht Gegenstand der Betrachtung.

Mit dem vorliegenden Buch ist es erstmals gelungen, das Simulationsvorgehen von den ersten Überlegungen eines Auftraggebers bis hin zur möglichen Nachnutzung von Simulationsmodellen durchgängig aus Qualitätssicht zu beschreiben. Dabei liegt der Anspruch des Buches eher auf einer pragmatisch umsetzbaren Hilfestellung und weniger auf einer umfassenden wissenschaftlichen Ausarbeitung. Um das Buch auch als projektbegleitendes Nachschlagewerk einsetzbar zu machen, sind Sachverhalte an einigen Stellen bewusst wiederholt dargestellt. Dabei sind die Ausführungen stets so, dass für einen Leser auch ein Neueinstieg in die Thematik Simulation möglich wird.

Ohne einen hohen persönlichen Einsatz aller Arbeitsgruppenmitglieder ist eine derart umfangreiche Arbeit grundsätzlich nicht machbar. Der Dank der Autoren gilt in besonderem Maße Dirk Steinhauer (Flensburger Schiffbaugesellschaft mbH & Co. KG) für die Durchsicht der Ergebnisse aus Anwendersicht sowie Dr. Robert Koch und Robert Unbehaun (TU Dresden) für die Korrekturen. Markus Rabe (Fraunhofer IPK, Berlin) danken die Autoren vor allem für seine stets kritisch-konstruktiven Anregungen sowie die intensive Mitarbeit bei der systematischen Einbindung der Inhalte zum Simulationsvorgehensmodell und zur Verifikation und Validierung. Die enge Zusammenarbeit mit der ASIM-Arbeitsgruppe „Validierung“ führte zur wechselseitigen Nutzung der Ergebnisse sowie zu einer für beide Seiten fruchtbaren Diskussion der Arbeitsinhalte. Vor diesem Hintergrund ist der zeitgleich im Springer-Verlag erscheinende Band „Verifikation und Validierung für die Simulation in Produktion und Logistik“ als ideale Ergänzung des hier vorliegenden Buches zu sehen.

Die Autoren wünschen sich, dass das Buch die Durchführung von Simulationsstudien in Produktion und Logistik praxisnah unterstützt und dem Leser im Tagesgeschäft operative Hinweise für ein qualitätsbewusstes Handeln gibt. Gleichzeitig erhoffen sie sich, durch die Reflexion aus der Anwendung umfassende Anhaltspunkte für eine möglicherweise 2. Auflage zu erhalten.

Im Namen der ASIM

Kassel/Dresden/Nürnberg/Wiesbaden/Dresden Oktober 2007

Sigrid Wenzel, Matthias Weiß, Simone Collisi-Böhmer, Holger Pitsch und Oliver Rose

Inhaltsverzeichnis

- 1 Einführung..... 1**
 - 1.1 Kriterien für Qualität in Simulationsprojekten 2
 - 1.2 Vorgehen bei Simulationsprojekten 5
 - 1.3 Partner in einem Simulationsprojekt 9
 - 1.4 Aufbau des Buches 10

- 2 Grundlegende Qualitätskriterien für Simulationsprojekte..... 13**
 - 2.1 Grundsatzentscheidungen bei der Projektvorbereitung 14
 - 2.2 Konsequente Dokumentation 18
 - 2.2.1 Dokumente in Projekten 20
 - 2.2.2 Ergänzende Dokumente in Softwareprojekten 24
 - 2.2.3 Dokumente in Simulationsprojekten 25
 - 2.3 Durchgängige Verifikation und Validierung..... 31
 - 2.3.1 Die Begriffe Verifikation, Validierung und Test..... 33
 - 2.3.2 Anwendung von V&V-Techniken..... 33
 - 2.3.3 Durchgängige Anwendung von V&V 34
 - 2.4 Kontinuierliche Integration des Auftraggebers 36
 - 2.5 Systematische Projektdurchführung 38
 - 2.5.1 Checklisten 38
 - 2.5.2 Methoden 50

- 3 Qualitätssichernde Maßnahmen in der Definitions- und Angebotsphase 69**
 - 3.1 Projektdefinition 69
 - 3.1.1 Inhalte des ersten gemeinsamen Gespräches 70
 - 3.1.2 Ergebnisse des ersten gemeinsamen Gespräches 75
 - 3.1.3 Regeln zur Diskussion der Zielbeschreibung 76
 - 3.2 Das Angebot 78
 - 3.2.1 Grundlegende Inhalte des Angebotes 79
 - 3.2.2 Angebotsumfang..... 80
 - 3.2.3 Aspekte der Modell- und Projektabnahme 83
 - 3.2.4 Aspekte für die betriebsbegleitende Simulation 85
 - 3.2.5 Dokumentation der Ergebnisse..... 86

3.3	Methodische Bewertung von Angeboten und Werkzeugen	87
3.3.1	Grundsätzliche Vorgehensweise.....	88
3.3.2	Angebotsauswahl.....	92
3.3.3	Werkzeugauswahl.....	108
4	Qualitätskonformes Vorgehen in der Simulationsstudie.....	109
4.1	Kick-off-Meeting.....	110
4.1.1	Inhalte des Kick-off-Meetings.....	110
4.1.2	Ergebnisse des Kick-off-Meetings	111
4.1.3	Gestaltung eines Kick-off-Meetings.....	112
4.2	Aufgabendefinition.....	115
4.2.1	Festlegung der Systemgrenzen	117
4.2.2	Spätere Modellverwendung.....	117
4.2.3	Festlegung der Abnahmekriterien	118
4.2.4	Schulungsaufwand und Glossar.....	119
4.3	Datenbeschaffung und -aufbereitung	119
4.3.1	Erhebung von Informationen und Daten	121
4.3.2	Maßnahmen bei Datenmangel oder -überfluss	122
4.3.3	Daten für die betriebsbegleitende Simulation.....	123
4.3.4	Typische Fehleinschätzungen.....	123
4.3.5	Anpassungstests.....	124
4.4	Phasen der Modellbildung.....	125
4.4.1	Allgemeine Betrachtungen	125
4.4.2	Systemanalyse	130
4.4.3	Modellformalisierung	133
4.4.4	Implementierung.....	135
4.5	Experimente und Analyse	139
4.5.1	Bestimmung der Länge der Einschwingphase.....	140
4.5.2	Durchführung wiederholter Simulationsläufe	142
4.5.3	Länge und Anzahl von Simulationsläufen.....	143
4.5.4	Konfidenzintervalle	144
4.5.5	Verwendung der statistischen Versuchsplanung	145
4.5.6	Interaktive Simulation	146
4.5.7	Ergebnisbewertung, -darstellung und -interpretation..	147
4.6	Abschlusspräsentation.....	149
4.7	Projektabschluss	150
5	Nachnutzung von Simulationsmodellen	153
5.1	Definitionen.....	154
5.2	Machbarkeit und Zweckmäßigkeit der Nachnutzung.....	155
5.3	Prüfung von Machbarkeit und Zweckmäßigkeit	156
5.4	Weitere Voraussetzungen für die Nachnutzung	158

5.5	Unterstützende Modelleigenschaften	160
5.6	Geplante Nachnutzung	162
5.7	Entscheidungshilfen bei ungeplanter Nachnutzung	163
6	Zusammenfassung.....	169
	Literatur	171
	Anhang A1 Dokumentstrukturen.....	177
	Anhang A2 Checklisten	187
	Anhang A3 Die Autoren dieses Buches.....	215