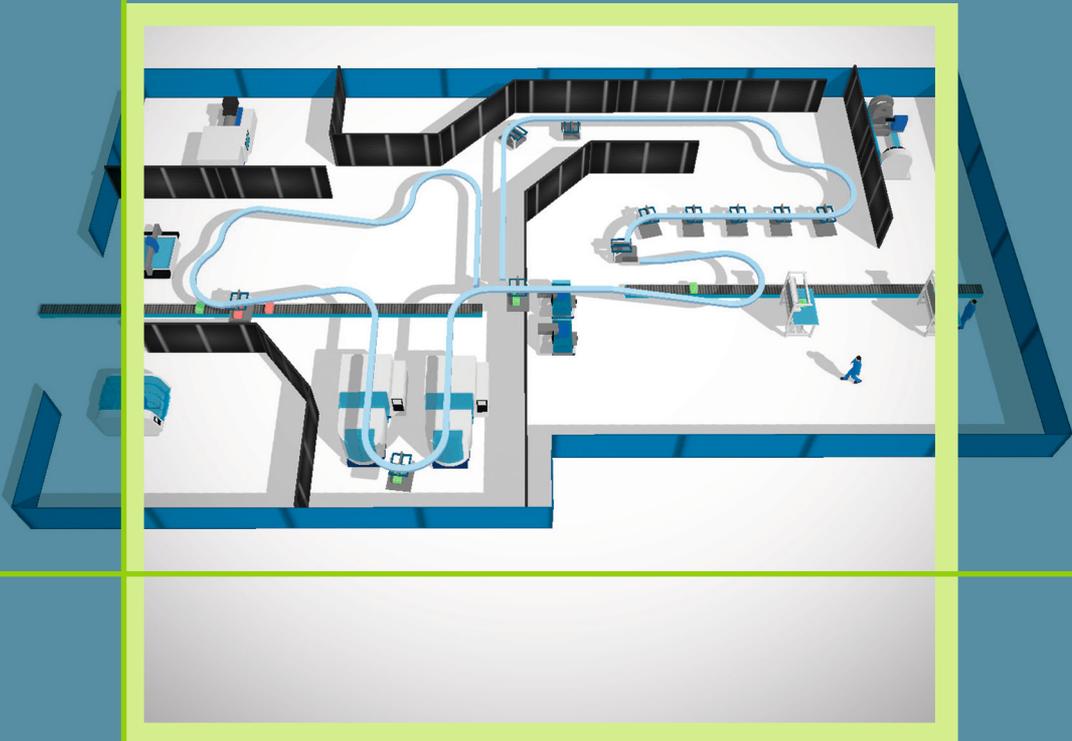


Karsten Faust
Ernst Rogler
Jonathan D. Hergenröder



Logistiksimulation mit WITNESS Manufacturing

Grundlagen, Anwendungen, Beispiele



HANSER

Faust / Rogler / Hergenröder

Logistiksimulation mit WITNESS Manufacturing



Ihr Plus – digitale Zusatzinhalte!

Auf unserem Download-Portal finden Sie zu diesem Titel kostenloses Zusatzmaterial. Geben Sie dazu einfach diesen Code ein:

plus-a82z1-n041e

plus.hanser-fachbuch.de



Bleiben Sie auf dem Laufenden!

Hanser Newsletter informieren Sie regelmäßig über neue Bücher und Termine aus den verschiedenen Bereichen der Technik. Profitieren Sie auch von Gewinnspielen und exklusiven Leseproben. Gleich anmelden unter

www.hanser-fachbuch.de/newsletter

Karsten Faust
Ernst Rogler
Jonathan D. Hergenröder

Logistiksimulation mit WITNESS Manufacturing

Grundlagen, Anwendungen, Beispiele

Mit zahlreichen Abbildungen und Tabellen

HANSER

Die Autoren:

Prof. Dr.-Ing. Karsten Faust, Professor an der Hochschule Darmstadt. Berufen für das Fachgebiet „Technische Systeme in der Logistik und Kunststofftechnik“ (seit 2017). Langjährige Industrieerfahrung (Kunststofftechnik) in den Bereichen Technischer Vertrieb, Anwendungstechnik und Qualitätsmanagement in führenden Positionen in global agierenden Unternehmen

Prof. Dr.-Ing. Ernst Rogler, bis 2017 Professur an der Hochschule Darmstadt, Schwerpunkt „Technische Systeme in der Logistik“, seit 1988 Simulation mit der Software Witness, diverse Industrieprojekte, Integration von Witness in der Lehre

Jonathan Davis Hergenröder, 2020 Master of Engineering



Alle in diesem Buch enthaltenen Informationen wurden nach bestem Wissen zusammengestellt und mit Sorgfalt geprüft und getestet. Dennoch sind Fehler nicht ganz auszuschließen. Aus diesem Grund sind die im vorliegenden Buch enthaltenen Informationen mit keiner Verpflichtung oder Garantie irgendeiner Art verbunden. Autoren und Verlag übernehmen infolgedessen keine Verantwortung und werden keine daraus folgende oder sonstige Haftung übernehmen, die auf irgendeine Art aus der Benutzung dieser Informationen – oder Teilen davon – entsteht.

Ebenso wenig übernehmen Autoren und Verlag die Gewähr dafür, dass beschriebene Verfahren usw. frei von Schutzrechten Dritter sind. Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk 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.

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.

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt.

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdruckes und der Vervielfältigung des Buches, oder Teilen daraus, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) – auch nicht für Zwecke der Unterrichtsgestaltung – reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

© 2021 Carl Hanser Verlag München, www.hanser-fachbuch.de

Lektorat: Dipl.-Ing. Volker Herzberg

Herstellung: Björn Gallinge

Coverkonzept: Marc Müller-Bremer, www.rebranding.de, München

Titelmotiv: © Karsten Faust

Coverrealisation: Max Kostopoulos

Satz: Kösel Media GmbH, Krugzell

Druck und Bindung: CPI books GmbH, Leck

Printed in Germany

Print-ISBN: 978-3-446-46649-4

E-Book-ISBN: 978-3-446-46712-5

Vorwort

Die Materialflusssimulation wurde in den achtziger Jahren des 20. Jahrhunderts in der Automobilindustrie als Methode zur Prozessanalyse und Optimierung erfunden. Dies waren die ersten Serienfertiger, die sich Gedanken über ihre Prozesse machten.

Unsere Simulations- und Optimierungssoftware WITNESS gehört zu den „Dinosauriern“ dieser Entwicklung. Sie wurde damals in der britischen Autoindustrie entwickelt und wird in ihrer deutschsprachigen Version nunmehr seit vielen Jahren in Deutschland, Österreich und der Schweiz bei hunderten von Kunden eingesetzt. Und dies nicht nur – mittlerweile branchenübergreifend – in der Industrie, sondern auch an vielen Hochschulen. Zum einen in der Lehre, um Studierende für die Themen Materialflusssimulation und Prozessoptimierung zu begeistern, zum anderen aber in auch Abschlussarbeiten von Studierenden in der Industrie und in der Forschung.

Dabei hat das Thema Materialflusssimulation in den letzten Jahren durch den Trend zur digitalen Transformation noch einmal einen zusätzlichen Aufschwung bekommen. Tatsächlich ist ein digitaler Twin nichts anderes als ein Simulationsmodell und alle mit der Hinwendung zu Industrie 4.0 verbundenen Konzepte können und sollten meines Erachtens vorab simuliert und validiert werden.

Bereits seit Anfang des Jahrtausends arbeiten wir mit der Hochschule Darmstadt zusammen, zunächst mit Herrn Professor Rogler und seit einigen Jahren mit Herrn Professor Faust. So haben Generationen von Studenten im Rhein-Main-Gebiet einen Einblick in die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten von WITNESS bekommen und konnten die erworbenen Erkenntnisse mit unserer Unterstützung auch in der Praxis bei Industrieunternehmen erfolgreich umsetzen.

Ich freue mich sehr, dass aus dieser Zusammenarbeit nun das vorliegende Fachbuch „Logistiksimulation mit WITNESS Manufacturing“ entstanden ist, das Studierenden verschiedener Fachrichtungen einen einfachen und strukturierten Einstieg in die Thematik ermöglichen soll.

Es eignet sich aber natürlich auch für Jede und Jeden, die oder der nachvollziehen will, wie schnell und einfach man komplexe industrielle Prozesse und Anlagen in WITNESS modellieren, analysieren, simulieren und optimieren kann. Für das selbstständige Modellieren in WITNESS stellen wir eine kostenfreie Demoversion zur Verfügung, die man auf unserer Webseite herunterladen kann. Diese verfügt über die volle Funktionalität von WITNESS, ist aber auf 20 Objekte beschränkt.

Das vorliegende Fachbuch geht Schritt für Schritt entsprechend der didaktischen Aufarbeitung einer Hochschule durch die Grundlagen der Software, wobei es am Ende eines jeden Kapitels eine entsprechende Aufgabe gibt, um dieses zu vertiefen. Der Leser kann so selber seinen Lernfortschritt kontrollieren.

Was auch immer Sie vorhaben, es gibt nichts, was man nicht simulieren kann. In diesem Sinne wünsche ich Ihnen viel Vergnügen mit dem vorliegenden Werk.

Dr. Carsten Teichert, Geschäftsführer Lanner Simulation Technology GmbH

Düsseldorf, im September 2020

Inhalt

Vorwort	V
Übersicht der Lektionen – Aufgaben – Modelle	XVII
Einführung	XXIII
1. Lektion: Einführung in Simulationsprojekt	1
1.1 Begrifflichkeiten	1
1.2 Simulationswürdigkeit	3
1.2.1 Simulative Einsparpotenziale ε_s	3
1.2.2 Aufgabe 1: Berechnung der simulativen Einsparpotenziale	4
1.2.3 Lösung: Berechnung der simulativen Einsparpotenziale	5
1.3 Überblick	6
1.4 Projektdefinition	6
1.5 Das Projekt strukturieren	7
1.6 Informationen und Daten sammeln	9
1.7 Modellierung	10
1.8 Testen und Validieren	10
1.9 Das Modell prüfen	11
1.10 Experimente mit dem Modell	12
1.11 Das Modell dokumentieren	13
2. Lektion: Die WITNESS-Benutzeroberfläche	15
2.1 Aufbau und Bereiche des Bildschirms	21
2.1.1 Funktionsleiste	21
2.1.2 Die Simulationsuhr	22
2.1.3 Die Simulationsleiste	22

2.2	Manueller Aufbau eines Simulationsmodells	25
2.3	Der Elementbaum	26
2.4	Erzeugen, Darstellen und Benennen von Elementen	27
2.4.1	Erzeugen von Teilen	27
2.4.2	Darstellen von Teilen	29
2.4.2.1	Zeichnen	30
2.4.2.2	Aktualisieren	30
2.4.3	Name darstellen	31
2.4.4	Symbol darstellen	34
2.4.5	Elementauswahl – Elemente im Baum finden	39
2.4.5.1	Suchen-Dialog	39
2.4.5.2	Filter-Dialog	39
2.4.6	Aufgabe 2: Erstellen und Darstellen einer Maschine und eines Lagers	41
2.4.7	Lösung: Erstellen und Darstellen einer Maschine und eines Lagers	42
2.5	Detaillieren von Teilen	43
2.6	Erstellen eines Elementflusses	46
2.7	Das Ausrufezeichen	48
2.8	Darstellen des Elementflusses (Teilestrom)	50
2.9	Detaillieren von Maschinen	51
2.10	Darstellen des Bearbeitungsstatus	53
2.11	Detaillieren von Lagern	55
2.12	Bestandszähler im Lager	56
2.13	Simulation starten	58
2.14	Legende aufrufen	59
2.15	Statistik aufrufen	61
3. Lektion: Erzeugen und Darstellen von Designer Elementen per Drag & Drop		63
3.1	Überblick	63
3.2	Aufgabe 3: Designer Element	66
3.3	Lösung: Designer Element	67
3.4	Aufgabe 4: Erweiterung des Materialflusses durch Kalender001	68

3.5	Lösung: Erweiterung des Materialflusses durch einen Kalender001	69
3.6	Berichtselemente einbauen (Diagramme)	71
3.6.1	Kreisdiagramme	71
3.6.2	Chart Status	74
3.7	Aufgabe 5: Einfügen einer zweiten Mischerei (Maschine) in das Modell	75
3.8	Lösung: Einfügen einer zweiten Mischerei (Maschine) in das Modell	77
3.9	Kontrollfragen zu Lektion 2 + 3	78
3.10	Lösung der Kontrollfragen zu Lektion 2 + 3	78
4.	Lektion: Puffer	81
4.1	Der Puffer	81
4.2	Kontrollfragen zu Lektion 4	84
4.3	Lösungen zu den Kontrollfragen	84
5.	Lektion: Förderer	85
5.1	Förderertypen	85
5.1.1	Starre Förderer	85
5.1.2	Stauende Förderer	86
5.1.3	Indizierte Förderer	86
5.1.4	Kontinuierliche Förderer	86
5.2	Hinzufügen von Förderern zum Modell	87
5.3	Aufgabe 6: Förderer	88
5.4	Lösung: Förderer	90
5.5	Grafische Anpassung des Förderers	90
5.6	Kontrollfragen zu Lektion 5	94
5.7	Lösungen zu den Kontrollfragen	94
6.	Lektion: Arbeitsunterbrechungen einbauen	95
6.1	Rüsten	95
6.2	Ausfälle und Störungen	96
6.3	Percent-Regel	100
6.4	Kontrollfragen zu Lektion 6	102
6.5	Lösungen zu den Kontrollfragen	103

7. Lektion: Verwendung von Pull- und Push-Befehlen auf die Anzahl der produzierten Teile	105
7.1 Variante 1 – Eingangsregeln nur mit Push-Befehlen	106
7.2 Variante 2 – Eingangsregel mit Pull-Befehlen beim Kalender und Presserei	107
7.2.1 Der Buffer-Befehl	108
8. Lektion: Kosten	111
8.1 Kontrollfragen zu Lektion 8	116
8.2 Lösungen zu den Kontrollfragen	116
8.3 Aufgabe 7: Arbeiten mit Kosten (1)	117
8.4 Lösung: Arbeiten mit Kosten (1)	118
8.5 Aufgabe 8: Arbeiten mit Kosten (2)	119
8.6 Lösung: Arbeiten mit Kosten (2)	120
9. Lektion: Montagemaschinen und der Sequence-Befehl	125
9.1 Die sieben WITNESS-Maschinentypen	125
9.1.1 Einzelmaschine	125
9.1.2 Losmaschine	125
9.1.3 Montage-Maschine	126
9.1.4 Demontage-Maschine	126
9.1.5 Allgemeine Maschine	127
9.1.6 Mehrfachzyklus-Maschine	127
9.1.7 Mehrfachstationen-Maschine	128
9.2 Der Sequence-Befehl	129
9.3 Aufgabe 9: Montagemaschine und Sequence-Befehl (Teil1)	129
9.4 Kontrollfragen zu Lektion 9	134
9.5 Lösungen zu den Kontrollfragen	134
9.6 Aufgabe 9: Montagemaschine und Sequence-Befehl (Teil 2)	135
9.7 Lösung der Aufgabe 9: Montagemaschine und Sequence-Befehl (Teil 2)	135
10. Lektion: Werker	137
10.1 Werker hinzufügen	137
10.2 Setzen von Bearbeitungsprioritäten	138

10.3	Werkervorzug	139
10.4	Kontrollfragen zu Lektion 10	140
10.5	Lösungen zu den Kontrollfragen	140
10.6	Aufgabe 10: Werker	141
10.7	Aufgabe 11: Kaffeepause	142
10.8	Lösung Aufgabe 11: Kaffeepause	142
10.9	Kaffeepause mit Prioritäten	145
11.	Lektion: Zeitserien	149
11.1	Vordefinierte Statistiken (Funktionen)	150
11.2	Arbeiten mit Variablen	152
11.3	Kontrollfragen zu Lerneinheit 11	153
11.4	Lösungen zu den Kontrollfragen	154
11.5	Aufgabe 12: Zeitserien	154
11.6	Aufgabe 13: Arbeiten mit Variablen	156
11.7	Lösung: Arbeiten mit Variablen	157
12.	Lektion: Verteilungen – Zufallszahlenreihen	159
12.1	Verteilungen	159
12.2	Aufgabe 14: Dynamisierung von Bearbeitungs- und Reparaturzeiten ...	164
13.	Lektion: Teilespezifische Bearbeitung	165
13.1	Aufgabe 15: Teilespezifische Bearbeitung	167
13.2	Lösung: Teilespezifische Bearbeitung	168
13.3	Aufgabe 16: Kombination von teilespezifischer Bearbeitung und Verteilungen	169
13.4	Lösungen: Teilespezifische Bearbeitung und Verteilungen	170
14.	Lektion: Pfade	173
14.1	Pfade anlegen	173
14.2	Einen Pfad detaillieren	175
14.3	Verwendung eines Pfades	176
14.4	Pseudo-Pfade und Pfadeinstellungen	177
14.5	Pfadnetzwerke	179
14.6	Kontrollfragen zu Lektion 14	179

14.7	Lösungen zu den Kontrollfragen	180
14.8	Aufgabe 17: Pfad	180
14.9	Lösung Aufgabe 17: Pfad	181
14.10	Aufgabe 18: Pfad und Werkerregeln	182
14.11	Lösung Aufgabe 18: Pfad und Werkerregeln	182
15. Lektion: Attribute		185
15.1	Attribute verwenden	185
15.2	Systemattribute	187
15.3	Attribut-Modifizier	187
15.4	Kontrollfragen zu Lektion 15	188
15.5	Lösungen zu den Kontrollfragen	188
15.6	Aufgabe 19 – Attribute (1)	188
15.7	Lösung Attribute (1)	189
15.8	Aufgabe 20 Attribute (2)	190
16. Lektion: Fahrzeuge und Fahrspuren		195
16.1	Erstellen eines Merry-Go-Round-Systems	196
16.2	Definieren von Fahrspuren	197
16.3	Laden und Entladen auf Fahrspuren	198
16.4	Detaillieren von Fahrzeugen	200
16.5	Kontrollfragen zu Lektion 16	201
16.6	Lösungen zu den Kontrollfragen	202
16.7	Aufgabe 21: Fahrzeuge und Fahrspuren	202
16.8	Lösung: Fahrzeuge und Fahrspuren	203
16.9	Aufgabe 22 EHB (Elektrohängebahn)	204
16.10	Lösung: EHB (Elektrohängebahn)	208
17. Lektion: Route		209
17.1	Arbeiten mit dem Route-Befehl	209
17.2	Aufgabe 22: Route	210
17.3	Lösung: Route	211
18. Lektion: Schicht		215
18.1	Schichtmodell hinzufügen	215

18.2	Hinzufügen von Schichtdaten	216
18.3	Detaillieren der Schicht	217
18.4	Zuordnen der Schicht zu den Elementen	219
18.5	Teilschichten als Perioden einer Hauptschicht	221
18.6	Kontrollfragen zu Lektion 18	222
18.7	Lösungen zu den Kontrollfragen	222
18.8	Aufgabe 24: Schicht	222
18.9	Lösung: Schicht	223
18.10	Aufgabe 25: Schicht und Pfad	227
18.11	Lösung: Schicht und Pfad	228
19. Lektion: Experimentier – Automatische Modelloptimierung		231
20. Lektion: Bearbeitungsfolgen		239
20.1	Starre Bearbeitungsfolge	239
20.2	Dynamische (chaotische) Bearbeitungsfolge	242
20.3	Aufgabe: Starre und dynamische Bearbeitungsfolge	243
20.4	Lösung: Starre und dynamische Bearbeitungsfolge	244
21. Lektion: Datenaustausch mit Excel – Einlesen und Ausgeben		245
21.1	Einlesen und Ausgeben von Daten	245
21.1.1	Importieren (Einlesen) von Daten	245
21.1.2	Exportieren (Auslesen) von Daten	246
21.2	Aufgabe 26: Datenexport/-import	247
22. Lektion: Fluide		251
22.1	Das Fluid	251
22.2	Rohre	253
22.3	Tanks	256
22.4	Prozessoren	258
22.5	Kontrollfragen zur Lektion 22	259
22.6	Lösungen zu den Kontrollfragen	260
22.7	Aufgabe 27: Erstellen Sie den folgenden Fließprozess	260

23. Lektion: WITNESS-Applikationen (nur mit Vollversion)	267
23.1 Production Simulator	268
23.1.1 Der Simulator	268
23.1.2 Die Installation	268
23.1.3 Das Interface	269
23.2 Assembly Simulator	273
23.2.1 Die Installation	273
23.2.2 Die Bedieneroberfläche	274
23.2.3 Simulation	277
23.2.4 Analyse	278
23.2.5 Vergleich WITNESS – Applikationen	279
24. Lektion: Übungen	283
24.1 Gestaltung einer Mensa	283
24.2 Beispiellösung Modell Mensa	283
24.3 Firma Rohwinkel – Glockengießerei	287
24.4 Beispiellösung Fa. Rohwinkel – Optimierungspotenziale	288
Anhang: Übungsklausuren	291
25.1 Übungsklausur 1 (Niveau: sehr leicht)	291
25.2 Lösung: Übungsklausur 1	293
25.3 Übungsklausur 2 (Niveau: leicht, mittel)	296
25.4 Lösung: Übungsklausur 2	298
25.5 Übungsklausur 3 (Niveau: schwer)	301
25.6 Lösung: Übungsklausur 3	303
Anhang: Herstellprozess einer Bodenfliese aus Kunststoff	307
26.1 Mischerei	307
26.2 Kalanderstrecke	311
26.3 Pressen	313
26.4 Stanzen der Fliesen	314
26.5 Verpackung und Lagerung	315

Anhang: Kurzübersicht der verwendeten Befehle	317
Literaturnachweise	323
Index	325

Übersicht der Lektionen – Aufgaben – Modelle

Lektionen	Aufgaben/ Info - Aktion	Aufgaben- beschreibung/Info	Grundlage	Modell
Lektion 1 Einführung in Simulationsprojekte	Aufgabe 1 [Kap. 1.2.2]	Berechnung der simulativen Einsparpotenziale	Ohne Modell	Ohne Modell
Lektion 2 Die WITNESS- Benutzeroberfläche	Aufgabe 2 [2.4.6]	Erstellen und Darstellen einer Maschine und eines Lagers	Datei Startup.mod	Modell 1a
	Übung [Kap. 2.9]	Erzeugen eines Elementflusses	Modell 1a	
	Übung [Kap. 2.14]	Legende aufrufen	Model 1a	
Lektion 3 Erzeugen und Darstellen von Designer_ Elementen	Erstellung [Kap. 3.1]	Neue Designer Elemente erstellen	Datei Startup.mod	Modell Designer- elemente
	Aufgabe 3 [Kap. 3.2]	Designer Elemente	Modell Designer- elemente	Modell 1b
	Aufgabe 4 [Kap. 3.4]	Erweiterung des Materialflusses durch Kalander001	Modell 1b	Modell 1c
	Aufgabe 5 [Kap. 3.7]	Einfügen einer zweiten Mischerei (Maschine) in das Modell	Modell 1c	Modell 2
Lektion 4 Puffer	Einfügen [Kap. 4.1]	Einfügen eines Puffers in das Modell	Modell 2	Modell 3

Lektionen	Aufgaben/ Info - Aktion	Aufgaben- beschreibung/Info	Grundlage	Modell
Lektion 5 Förderer	Einfügen [Kap. 5.2]	Einfügen eines Förderers in das Modell	Modell 3	Modell 4a
	Aufgabe 6 [Kap. 5.3]	Förderer (starr)	Modell 4a	Modell 4b
	Aufgabe 6 [Kap. 5.3]	Förderer (stauend)	Modell 4b	Modell 4c
	Anpassung [Kap. 5.5]	Grafische Anpassung eines Förderers	Modell 4c	Modell 4d
	Zusatzaufgabe [Kap. 5.5]	Ausgabebefehl: Push to Kalander001, Förderer001	Modell 4b	Modell 4e
Lektion 6 Arbeitsunter- brechungen einbauen	Einfügen [Kap. 6.2.1]	Ausfälle/Störungen	Modell 4c	Modell 5
	Einfügen [6.3]	Percent-Regel	Modell 5	Modell 6
Lektion 7 Verwendung von Pull- und Push- Befehlen auf die Anzahl der produzierten Teile	Variante 1 [Kap. 7.1]	Eingangsregel nur mit Push-Befehlen	Modell Designer- elemente	Modell 7a
	Variante 2 [Kap. 7.2]	Eingangsregel nur mit Pull-Befehlen bei Kalander und Presserei	Modell 7a	Modell 7b
	Buffer-Befehl [Kap. 7.2.1]	Einfügen eines maschineninternen Puffers	Modell 7b	Modell 7c
	Buffer [Kap. 7.2.1]	Optische Darstellung eines Puffers	Modell 7c	Modell 7d
Lektion 8 Kosten	Aufgabe 7 [Kap. 8.3]	Arbeiten mit Kosten (1)	Modell 7d	Modell 8a
	Aufgabe 8 [Kap. 8.5]	Arbeiten mit Kosten (2)	Modell 8a	Modell 8b
Lektion 9 Montagemaschine und Sequence-Befehl	Aufgabe 9 (Teil 1) [Kap. 9.3]	Montagemaschine und Sequence-Befehl (Teil 1)	Modell Designer- elemente	Modell 9
	Aufgabe 9 (Teil 2) [Kap. 9.4]	Montage und Sequence-Befehl (Teil2)	Modell 9	

Lektionen	Aufgaben/ Info - Aktion	Aufgaben- beschreibung/Info	Grundlage	Modell
Lektion 10 Werker	Aufgabe 10 [Kap. 10.6]	Werker	Modell 6	Modell 10a
	Aufgabe Kaffeepause [Kap. 10.7]	Erweiterung des Modells 10a	Modell 10a	Modell 10b
	Bearbeitungs- prioritäten [Kap. 10.9]	Erweiterung von Modell 10b Kaffeepause	Modell 10b	Modell 10c
	Zusatzaufgabe [Kap. 10.9]	Kaffeepause – Rüsten der Pausenmaschine	Modell 10c	Modell 10d
Lektion 11 Zeitreihen	Aufgabe 12 [Kap. 11.5]	Zeitreihen	Modell 10a	Modell 11a
	Aufgabe 13 [Kap. 11.6]	Arbeiten mit Variablen	Modell 11a	Modell 11b
Lektion 12 Verteilungen – Zufallszahlenreihen	Aufgabe 14 [Kap. 12.2]	Dynamisierung von Bearbeitungs- und Reparaturzeiten	Modell 11b	Modell 12
Lektion 13 Teilespezifische Bearbeitung	Erstellung [Kap. 13]	Modell mit Bearbeitungszeiten auf Basis von Verteilungen mit Zufallszahlenreihen	Modell Designer- elemente	Modell 13a
	Aufgabe 15 [Kap. 13.1]	Teilespezifische Bearbeitung	Modell 13a	Modell 13b
	Aufgabe 16 [Kap. 13.3]	Kombination von teilespezifischer Bearbeitung und Verteilungen	Modell 13b	Modell 13c
Lektion 14 Pfade	Aufgabe 17 [Kap. 14.8]	Pfade	Modell 13a	Modell 14a
	Aufgabe 18 [Kap. 14.10]	Pfad und Werkerregeln	Modell 14a	Modell 14b

Lektionen	Aufgaben/ Info - Aktion	Aufgaben- beschreibung/Info	Grundlage	Modell
Lektion 15 Attribute	Aufgabe 19 [Kap. 15.6]	Attribute (1)	Modell 9	Modell 15a
	Aufgabe 20 [Kap. 15.8]	Attribute (2)	Modell 13c	Modell 15b
		Erweiterung von 15b mit unterschiedlichen Längen der Bodenfliesen ...	Modell 15b	Modell 15c
Zusatzaufgabe [Kap. 15.8]	Bodenfliese- Pastille001 und Bodenfliese- Hammerschlag001	Modell 15a	Modell 15d	
Lektion 16 Fahrzeuge und Fahrspuren	Aufgabe 21 [Kap. 16.7]	Fahrzeuge und Fahrspuren	Modell 13a	Modell 16a
	Aufgabe 22 [Kap. 16.9]	EHB (Elektrohängebahn)	Modell 13a	Modell 16b
Lektion 17 Route	Aufgabe 23 [Kap. 17.2]	Route	Modell Designer- elemente	Modell 17
Lektion 18 Schicht	Aufgabe 24 [Kap. 18.8]	Schicht	Modell Designer- elemente	Modell 18a
	Variante A [Kap. 18.9]	Kapazitätserhöhung Förderer	Modell 18a	Modell 18b
	Variante B [Kap. 18.9]	Verdreifachung der Puffer	Modell 18b (sichern)	
	Variante c [Kap. 18.9]	Produktions- steigerung durch Anpassung von Schichtzeiten	Modell 18b	Modell 18c
	Aufgabe 25 [Kap. 18.10]	Schicht und Pfad	Modell 18c	Modell 18d
Lektion 19 Experimentier – Automatische Modelloptimierung	Erstellen [Kap. 19]	Modell Experimentier	Modell 13a	Modell 19

Lektionen	Aufgaben/ Info - Aktion	Aufgaben- beschreibung/Info	Grundlage	Modell
Lektion 20 Bearbeitungsfolgen	Erstellen [Kap. 20]	Aufbau einer Mischfertigung (starre Bearbeitungsfolge)	Neues Modell öffnen	Modell 20a
	Erstellen [Kap. 20.2]	Umstellung der Mischfertigung auf dynamische Bearbeitungsfolge	Modell 20a	Modell 20b
	Aufgabe [Kap. 20.3]	Vergleich der produzierten Mischungen (starr – dynamisch)	Modell 20a/20b	
Lektion 21 Datenaustausch mit Excel – Einlesen und Ausgeben	Aufgabe 26 [Kap. 21.3]	Datenexport/-import	Modell 15b	Modell 21
Lektion 22 Fluide	Aufgabe 27 [Kap. 22.7]	Fließprozess herstellen und Reinigungen integrieren	Neues Modell öffnen	Modell 22a und Modell 22b
Lektion 23 WITNESS Applikationen	Eine Einführung und Beschreibung ist im Lehr- und Fachbuch gegeben. Die Anwendung ist jedoch nur mit der Vollversion möglich.			
Lektion 23.1 Production Simulator				
Lektion 23.2 Assembly Simulator				
Lektion 24 [Kap. 24.1] Übung	Übung [Kap. 24.1]	Übung Mensa A	Modell Designer- elemente	Modell Mensa A
		Übung Mensa B Referenzbeispiel	Referenz- beispiel	Modell Mensa B
	Übung [Kap. 24.3]	Übung Fa. Rohwinkel Modelloptimierung	Modell Rohwinkel Projekt Start	Modell Rohwinkel Projekt Ende

Einführung

Der Einsatz einer Simulations- und Optimierungssoftware wie WITNESS Manufacturing™ kommt gerade im Zeitalter der Digitalisierung (Industrie 4.0) in der Logistik- und Produktionsbranche eine ganz besondere Bedeutung zu.

Für Unternehmen, welche erfolgreich sowohl im nationalen als auch im internationalen Wettbewerbsumfeld agieren, ist der kontinuierliche Verbesserungsprozess ein wesentlicher Wettbewerbsvorteil. So sind beispielsweise die Effizienzsteigerung in Produktionsprozessen, die Optimierungen von Lagerstrategien oder die prinzipielle Generierung von Einsparpotenzialen innerhalb einer Wertschöpfungskette heutzutage ohne den kontinuierlichen Einsatz einer Simulationssoftware nicht mehr effizient durchführbar und damit auch nicht erfolgs- und gewinnversprechend.

Das vorliegende deutschsprachige Fach- und Lehrbuch richtet sich sowohl an Einsteiger ohne jegliche Vorkenntnisse, wie beispielsweise Studierende aus den Bereichen Maschinenbau, Wirtschaftsingenieurwesen, Logistik und Betriebswirtschaftslehre als auch an den fortgeschrittenen Anwender der Simulationssoftware WITNESS Manufacturing™, dessen Intention es ist, komplexere Aufgaben- oder Problemstellungen aus dem eigenen unternehmensspezifischem Umfeld durch erfolgreiche Simulationsprozesse mit WITNESS und dessen Anleitung im Fach- und Lehrbuch zu lösen oder zu integrieren.

Das Fach- und Lehrbuch erklärt ausführlich Schritt für Schritt den Aufbau und die Anwendungsmöglichkeiten von WITNESS anhand von einzelnen Lektionen. Jede Lektion befasst sich mit den theoretischen Grundlagen, welche dann in Aufgaben mit dem dazugehörigen Simulationsmodell transferiert werden. Zu jeder Lektion gibt es Fragen- und Aufgabenstellungen sowie ausführliche Antworten und Lösungen mit Lösungswegen sowie die genauen Anleitungen zum Modellaufbau, sodass ein jedes Modell einen individuellen Lernerfolg garantiert.

Am Ende des Buches gibt es ein größeres Übungsmodell (Mensa) mit einer ausführlichen Beispiellösung. Abschließend haben Sie drei Übungsklausuren in drei Schwierigkeitsstufen – ebenfalls mit Lösungen – zur Verfügung, sodass Sie Ihren individuellen Lernerfolg nochmals überprüfen können.

Im Kapitel 23 werden Ihnen die neusten WITNESS-Applikationen (Production- und Assembly Simulator) vorgestellt. Da für die Nutzung der beiden Simulatoren die Vollversion notwendig ist, richtet sich das Kapitel 23 eher an den Leser mit Erfahrungen im Umgang mit der Vollversion.

Im Anhang haben Sie darüber hinaus eine Kurzübersicht aller verwendeten Befehle sowie in tabellarischer Form eine Gesamtübersicht über die einzelnen Lektionen, Aufgaben und Modelle. Das garantiert einen sofortigen Einstieg an beliebiger Stelle in das Fach- und Lehrbuch.

Alle Modelle stehen Ihnen auf der hanser-plus-Seite des Hanser-Fachbuch Verlages zur Verfügung. Die Zugangsdaten sind vorne im Buch eingedruckt. Damit können Sie zu jeder Zeit beliebig in das Fachbuch einsteigen und auch gegebenenfalls singuläre Kapitel bearbeiten. Des Weiteren stehen Ihnen alle Modelle auch als Powerpoint-Folien zur Verfügung, so dass Sie gegebenenfalls schnell die Modellgrundlagen erkennen und das Modell unmittelbar nachbauen können.

Die didaktische Grundlage für das Fach- und Lehrbuch ist ein praxisorientierter Herstellprozess einer Bodenfliese aus Kunststoff, sodass ein kontinuierlicher Praxisbezug aus der Industrie zu den einzelnen Modellen gewährleistet wird und nicht nur abstrahierte Modelle vorgestellt werden. Der Herstellprozesse wird am Ende des Buches nochmals ausführlich erklärt.

WITNESS ist eine der führenden deutschsprachigen Simulations- und Optimierungssoftwares für die Leistungssteigerung betrieblicher Abläufe und wird branchenübergreifend in Fertigung, Montage und Logistik eingesetzt; und zwar sowohl in der Großindustrie als auch im Mittelstand. WITNESS ermöglicht es, jegliche Form von komplexen Materialflüssen zu visualisieren, zu analysieren und zu optimieren. Die häufigsten Einsatzgebiete sind:

- Auffinden von Schwachstellen
- Automatisierung
- Analyse von Zyklus und Rüstzeiten sowie Auswirkungen von Störungen
- Mehrmaschinenbedienung
- Variantenvielfalt und Einführung neuer Produkte
- Dimensionierung Lager- und Pufferkapazitäten sowie Machbarkeitsstudien und Konzeptvergleiche
- Visualisierung zukünftiger betrieblicher Abläufe
- Risikoabsicherung und Senkung von Investitionskosten
- Optimale Dimensionierung von Betriebsmitteln.

WITNESS bildet jegliche Form von betrieblichen Abläufen in visuellen Computermodellen nach und übersetzt dabei über einfache Eingabemasken alle Prozessparameter, -logiken und -abhängigkeiten in mathematische Berechnungen. WIT-

NESS simuliert daher exakt und dynamisch das Verhalten Ihrer Anlagen und wertet dieses statistisch aus.

Sie erhalten eine Analyse aller Schwachstellen und haben die Möglichkeit, am Computermodell jegliche Art von Veränderungen und Szenarien wirklichkeitsnah durchspielen zu können, ohne live in Ihre Prozesse eingreifen zu müssen.

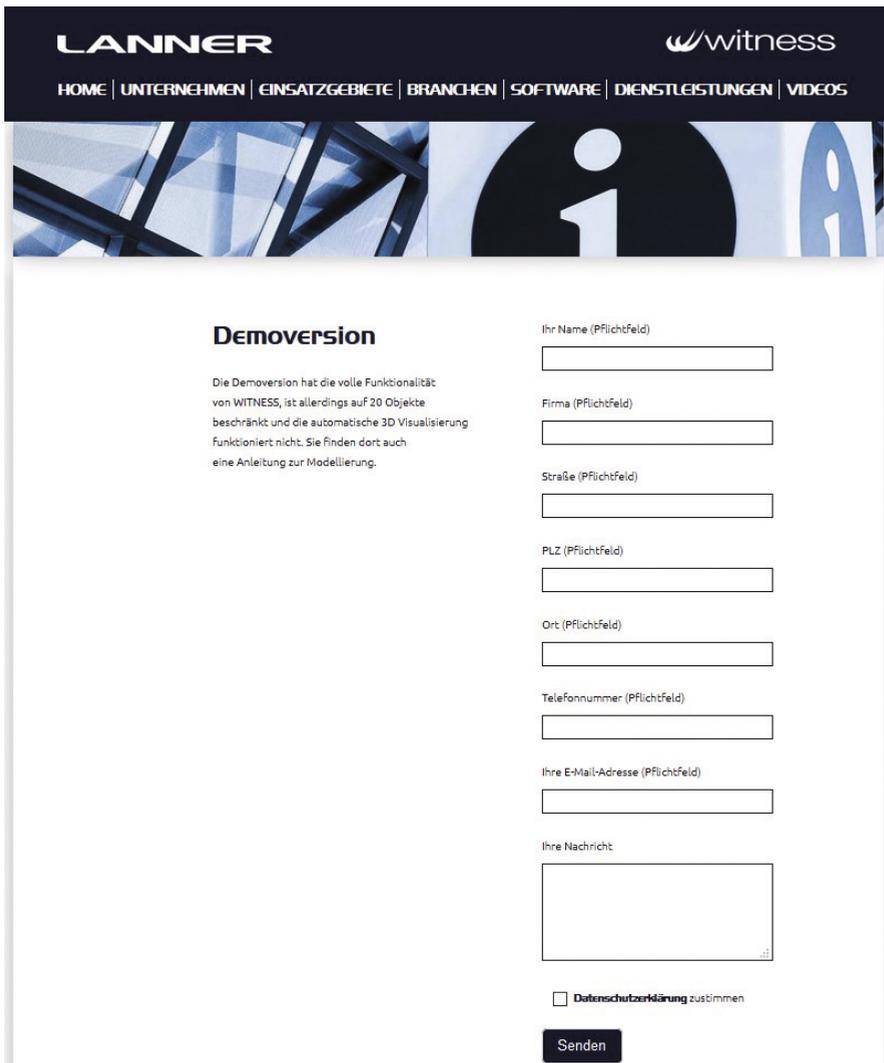
Da WITNESS sowohl Stückgüter als auch Flüssigkeiten abbildet, eignet es sich auch hervorragend für die Modellierung chemischer Prozesse. Sie können dementsprechend mit WITNESS sowohl diskret ereignisorientiert als auch kontinuierlich simulieren.

Ein wesentliches Merkmal von WITNESS ist die vergleichsweise einfache Bedienung. Es steht Ihnen ein Baukasten mit allen Elementen aus Produktion und Logistik zur Verfügung (Maschinen, Werker, Förderer, Fahrzeuge etc.), mit dem Sie Ihre betrieblichen Abläufe per Drag & Drop nachbilden.

Zum besseren Verständnis und Darstellung der Simulation wird der Materialfluss zur Herstellung einer Bodenfliese aus Kunststoff verwendet. Die genaueren technischen Details zum Herstellverfahren finden Sie im Anhang.

Sie können eine kostenlose Demoversion beziehen, welche auch Basis für das vorliegende Fach- und Lehrbuch ist. Alle Abbildungen basieren auf die Educational-Version, Release 23.0a (Build 3550). Zwar ist die Demoversion auf 20 Objekte beschränkt – jedoch ist das für das vorliegende Fach- und Lehrbuch völlig ausreichend.

Wenn Sie auf die Internetseite der Lanner Simulation Technology GmbH gehen (<https://www.lannersimtech.de/demoversion/>), müssen Sie lediglich das folgende Formular für den Erhalt der Demoversion ausfüllen und versenden. Sie erhalten dann zeitnah die Demoversion.



LANNER witness

HOME | UNTERNEHMEN | EINSATZGEBIETE | BRANCHEN | SOFTWARE | DIENSTLEISTUNGEN | VIDEOS

Demoversion

Die Demoversion hat die volle Funktionalität von WITNESS, ist allerdings auf 20 Objekte beschränkt und die automatische 3D Visualisierung funktioniert nicht. Sie finden dort auch eine Anleitung zur Modellierung.

Ihr Name (Pflichtfeld)

Firma (Pflichtfeld)

Straße (Pflichtfeld)

PLZ (Pflichtfeld)

Ort (Pflichtfeld)

Telefonnummer (Pflichtfeld)

Ihre E-Mail-Adresse (Pflichtfeld)

Ihre Nachricht

[Datenschutzklärung](#) zustimmen

Bild 0.1 Demoversion

Die Autoren bedanken sich bei dem Unternehmen © Lanner Simulation Technology GmbH für die Bereitstellung von Unterrichtsmaterialien sowie die fachliche Unterstützung.

Ein weiterer Dank gilt Herrn Dr. Carsten Teichert, Geschäftsführer, Lanner Simulation Technology GmbH für das Vorwort und die Unterstützung mit fachlichem Rat sowie die Bereitstellung von Bildmaterialien.

1. Lektion: Einführung in Simulationsprojekt



In dieser Lektion lernen Sie:

- Alle zentralen Begrifflichkeiten im Zusammenhang mit einer Simulation kennen.
- Sie lernen den Begriff der Simulationswürdigkeit kennen, um simulative Einsparpotenziale berechnen zu können.

Zum besseren Verständnis über die verwendeten Begrifflichkeiten sollen diese im Folgenden näher erläutert werden. Die Verwendung der Definitionen der Begrifflichkeiten aus Kapitel 1.1 „Begrifflichkeiten“ beruht auf der *Richtlinie VDI 3633*. Diese wurden wortgetreu übernommen [1].

■ 1.1 Begrifflichkeiten

Modell

Ein Modell ist eine vereinfachte Nachbildung eines geplanten oder existierenden Systems mit seinen Prozessen in einem anderen begrifflichen oder gegenständlichen System. Es unterscheidet sich hinsichtlich der untersuchungsrelevanten Eigenschaften nur innerhalb eines vom Untersuchungsziel abhängigen Toleranzrahmens vom Vorbild [1].

Prozess

Ein Prozess ist die Gesamtheit von aufeinander einwirkenden Vorgängen in einem System, durch das Materie, Energie oder Informationen umgeformt, transportiert oder auch gespeichert werden [1].

Simulation

Simulation ist das Nachbilden eines Systems mit seinen dynamischen Prozessen in einem experimentierbaren Modell, um zu Erkenntnissen zu gelangen, die auf

die Wirklichkeit übertragbar sind. Insbesondere werden die Prozesse über die Zeit entwickelt.

Anmerkung: Im weiteren Sinne wird unter Simulation das Vorbereiten, Durchführen und Auswerten gezielter Experimente mit einem Simulationsmodell verstanden [1].

Simulationsexperiment

Ein Simulationsexperiment ist die gezielte empirische Untersuchung des Verhaltens eines Modells durch wiederholte Simulationsläufe mit systematischer Parameter- oder Strukturvariation.

Anmerkung: Die Simulation selbst beinhaltet keine Optimierung. Durch mathematische Optimierungsverfahren können aber die systematische Parametervariation unterstützt und im Hinblick auf die Simulationsziele günstige Parameterkonfiguration ermittelt werden [1].

Simulationslauf

Ein Simulationslauf ist die Nachbildung des Verhaltens eines Systems mit einem spezifizierten ablauffähigen Modell über einen bestimmten (Modell-)Zeitraum, auch Simulationszeit genannt, wobei gleichzeitig die Werte untersuchungsrelevanter Zustandsgrößen erfasst und gegebenenfalls statistisch ausgewertet werden [1].

Simulator

Ein Simulator ist ein Softwarewerkzeug, mit dem ein Modell zur Nachbildung des dynamischen Verhaltens eines Systems und seiner Prozesse erstellt und ausführbar gemacht werden kann [1].

Struktur

Die Struktur bezeichnet die Beziehungen zwischen den Elementen eines Systems [1].

System

Ein System ist eine von ihrer Umwelt abgegrenzte Menge von Elementen, die miteinander in Beziehung stehen.

Anmerkung: Es ist gekennzeichnet durch

- die Festlegung seiner Grenze gegenüber der Umwelt (Systemgrenze), mit der es über Schnittstellen Materie, Energie und Informationen austauschen kann (Systemein- und -ausgangsgrößen)
- die Elemente, die bei der Erhöhung der Auflösung selbst wiederum Systeme darstellen (Subsysteme) oder aber als nicht weiter zerlegbar angesehen werden (Systemelemente)

- die Ablaufstruktur in den Elementen, die durch spezifische Regeln und konstante oder variable Attribute charakterisiert wird
- die Relationen, die die Systemelemente miteinander verbinden (Aufbaustruktur), sodass ein Prozess ablaufen kann
- die Zustände der Elemente, die jeweils durch Angabe der Werte aller konstanten und variablen Attribute (Zustandsgrößen) beschrieben werden, von denen im Allgemeinen nur ein kleiner Teil untersuchungsrelevant ist
- die Zustandsübergänge der Elemente als kontinuierliche oder diskrete Änderungen mindestens einer Zustandsgröße aufgrund des in dem System ablaufenden Prozesses [1].

■ 1.2 Simulationswürdigkeit

Eine wichtige Kenngröße zur Beurteilung des effektiven Nutzens einer Simulationssoftware sind die zu generierenden Einsparpotenziale und die daraus ermittelte Simulationswürdigkeit [7], welche den Aufwendungen (Investitionskosten) gegenübergestellt wird. Diese Gegenüberstellung von Investitionsumfängen von Projekten und den möglichen kalkulatorischen Einsparpotenzialen ist oftmals zu Beginn einer Projektphase schwierig abzuschätzen. Um jedoch eine erste **näherungsweise Abschätzung** der Simulationswürdigkeit eines Projektes zu generieren, soll die folgende Näherungsformel dienen [7]. Die Ermittlung der simulativen Einsparpotenziale basiert auf das Berechnungsbeispiel aus der VDI 3633 [2] und wurde darauf aufbauend weiterentwickelt.

1.2.1 Simulative Einsparpotenziale ε_S

Das infolge eines simulativen Prozesses generierte Einsparpotenzial (simulative Einsparpotenziale) innerhalb eines Projektes mit definierten Simulationsgrenzen ist definiert als

$$\varepsilon_S = \left[K_P \cdot S_A \cdot (S_N - S_K) \right] \cdot N_{i1} \cdot ID_{1,2,3}$$

mit:

ε_S = Simulative Einsparpotenziale [€]

K_P = Projektgesamtkosten [€]

S_A = Simulationsbedingter Einfluss auf Projektkosten [%]

S_N = Simulationsnutzen [%]

S_K = Simulationskosten [%]

N_{i1} = Nachhaltigkeitsindex [-]

$ID_{1,2,3}$ = Informations- und Datenkennzahl [-]

Die simulativen Einsparpotenziale ε_s setzen sich aus den kumulierten Kosten des Projektes zusammen, welche mit dem prozentualen Simulationsanteil, d.h. dem simulationsbedingten Einfluss auf die Projektgesamtkosten und dem prozentualen Simulationsnutzen, multipliziert werden. Von diesem Produkt wird das Produkt aus Projektgesamtkosten, simulationsbedingtem Einfluss auf die Projektgesamtkosten und dem Simulationsnutzen abgezogen. Da auch nach Projektabschluss das Investment in die Simulationssoftware dem Unternehmen zur Verfügung steht und somit nachfolgende Projekte davon Nutzen erzielen und Kosten reduzieren, wird bei erstmaligen Bezug der Simulationssoftware der Nachhaltigkeitsindex multipliziert. Dieser Index hat den festen Wert 1,35.

Die Güte einer Simulation ist nur so gut und genau, wie die vorhandene Informations- und Datenbasis. Daher ist es notwendig, die sogenannten Informations- und Datenkennzahl einzuführen. Die Informations- und Datenkennzahl ist in drei Kategorien eingeteilt:

1. $ID_1=1,1$
Informationsgrundlage vorhanden und der überwiegende Teil der Daten ist umfassend verfügbar und stehen uneingeschränkt dem Modell zur Verwendung.
2. $ID_2=0,9$
Nur bedingt nutzbare Informationsgrundlagen sowie Datenvielfältigkeit vorhanden: Daten müssen erst sondiert und geordnet werden, um sie dem System (Modell) zuführen zu können. Eventuelle zusätzliche Ressourcen an Zeit und Aufwendungen sind notwendig.
3. $ID_3=0,7$
Keine unmittelbar nutzbare Informationsgrundlage sowie Datenvielfalt vorhanden. Daten müssen erst zusätzlich gesammelt, sondiert und geordnet werden, um sie dem System zuführen zu können. Zusätzliche Ressourcen an Zeit und Aufwendungen sind notwendig.

1.2.2 Aufgabe 1: Berechnung der simulativen Einsparpotenziale

Das Unternehmen „Bodenmaster“ beabsichtigt den Bau eines neuen Werkes zur Produktion von neuen Bodenfliesen der Marke „Hammerschlag“ und „Pastille“. Die Gesamtinvestitionskosten belaufen sich auf geschätzte 60 Mio. €. Durch das bereits bestehende Hauptwerk in Bochum konnte aufgrund einer geeigneten Zahlenbasis ein durch Simulation beeinflussbares Investitionsvolumen von 30% für das neue Werk ermittelt werden. Durch ein gut strukturiertes Projektmanagement

können alle relevanten und vorhandenen Informationen und Daten unmittelbar Verwendung finden.

Das Projekt hat eine Laufzeit von 18 Monaten und besteht aus drei Mitarbeitern, welche jeweils ein Jahresgehalt von 45 000 € beziehen. Die Kosten für die Simulationssoftware betragen 75 000 €. Projektspezifische Aufwendungen (Reisekosten, Werbung etc.) werden mit 15 000 € veranschlagt. Der simulationsbedingte Nutzen ist mit 5 % kalkuliert.

1.2.3 Lösung: Berechnung der simulativen Einsparpotenziale

$$\varepsilon_S = \left[K_P \cdot S_A \cdot (S_N - S_K) \right] \cdot N_{i1} \cdot ID_1$$

$$\varepsilon_S = 60\,000\,000 \text{ €} \cdot \frac{30\%}{100\%} \cdot \left[\frac{5\%}{100\%} - \frac{\left[\frac{3 \cdot 45\,000 \text{ €} + \left(\frac{3 \cdot 45\,000 \text{ €}}{2} \right) + 75\,000 \text{ €} + 15\,000 \text{ €}}{60\,000\,000 \text{ €}} \right] \cdot 100\%}{100\%} \right] \cdot 1,35 \cdot 1,1$$

$$\varepsilon_S = 1206\,191,25 \text{ €}$$

Bei Verwendung einer geeigneten Simulationssoftware lassen sich effektive Einsparpotenziale von $\varepsilon_S = 1.206\,191,25 \text{ €}$ erzielen. Das entspricht ca. **2 %** der Investitionssumme.

Mit:

ε_S = Simulative Einsparpotenziale [€]

K_P = Projektgesamtkosten [€]

S_A = Simulationsbedingter Einfluss auf Projektkosten [%]

S_N = Simulationsnutzen [%]

S_K = Simulationskosten [%]

N_{i1} = Nachhaltigkeitsindex [-]

$ID_{1,2,3}$ = Informations- und Datenkennzahl [-]

■ 1.3 Überblick

Eine korrekte Modellierung ist nur ein Bestandteil eines erfolgreichen Simulationsprojekts, **denn ein Simulationsmodell ist nur so gut und so genau wie die Informationen, die ihm zugrunde liegen**. Wir empfehlen daher folgende Vorgehensweise in Simulationsprojekten, die sich in vielen Jahren als externer Simulationsdienstleister bewährt hat:

1. Projektdefinition
2. Modellierung
3. Testen und Validieren des Modells
4. Experimente am Modell
5. Dokumentation
6. Integration.

■ 1.4 Projektdefinition

Die Projektdefinition ist die erste und zugleich wichtigste Phase eines Simulationsprojekts. Es gibt zwei wesentliche Einsatzgebiete von WITNESS, aus denen sich jeweils unterschiedliche Zielvorgaben ableiten; diese sind:

Prozessoptimierung

Bei der Prozessoptimierung geht es in der Regel darum, die Leistung bestehender Prozesse, Systeme und Anlagen durch den Einsatz von WITNESS zu steigern. WITNESS liefert Ihnen für jedes Element eine Statistik und ermöglicht es Ihnen so, alle Bottlenecks (Flaschenhälse oder Engpässe) an der richtigen Stelle zu identifizieren. Außerdem können Sie am Simulationsmodell jegliche Form von Experimenten zur Leistungssteigerung durchführen, ohne tatsächlich in Ihre Prozesse eingreifen zu müssen. Für Prozessoptimierungsprojekte ist es zum einen wichtig, möglichst alle Einflussgrößen zu erfassen und zum anderen, das Modell anschaulich zu visualisieren, um alle Projektbeteiligten überzeugen zu können.

Typische Zielvorgaben in der Prozessoptimierung sind:

- Optimierung der Anlagenperformance
- Optimierung der Intra- oder Extralogistik
- Optimierung von Puffern und Reduzierung von Beständen
- Ermittlung der Maximalkapazität von Anlagen

- Mehrmaschinenbedienung
- Werkerbetrachtungen
- Einführung zusätzlicher Produkte.

Neuplanung

In der Neuplanung von Prozessen, Systemen und Anlagen geht es oft zunächst um den Vergleich von Konzepten, daher werden hier oftmals mehrere Vergleichsmodelle erstellt. Ist die Entscheidung für ein Konzept gefallen, so wird WITNESS eingesetzt, um den jeweiligen Planungstand zu validieren und anschließend alle weitergehenden Änderungen an der Planung vorab zu testen. Durch den Einsatz von WITNESS sollen die Investitionskosten gesenkt und das Risiko in der Planung minimiert werden.

Typische Zielvorgaben in der Neuplanung sind:

- Vergleich von Planungskonzepten
- Machbarkeitsstudien
- Ermittlung der Maximalkapazität von Anlagen
- Dimensionierung von Betriebsmitteln
- Layoutoptimierung
- Finden der optimalen Transportmittel (Stapler, Förderer, FTS ...).

Die Visualisierung spielt in den ersten Projektstadien meist eher eine untergeordnete Rolle und wird erst in der Feinplanung wichtig. Bei der Informations- und Datenbeschaffung ist man eher als bei der Prozessoptimierung auf Annahmen angewiesen.

■ 1.5 Das Projekt strukturieren

Wie in jedem Projekt ist es auch für den Erfolg eines Simulationsprojekts unerlässlich, die Zuständigkeiten und Aufgaben der Projektbeteiligten festzulegen und eine effiziente Kommunikation zu gewährleisten.

Im Hinblick auf die möglichst rasche Erzielung des Projekterfolgs ist es wichtig, den Ein- und Ausgang eines Modells genau zu definieren und sich auf einen gewünschten Detaillierungsgrad der Simulation zu verständigen, der später durch den Abgleich mit Vergangenheitsdaten überprüft wird.

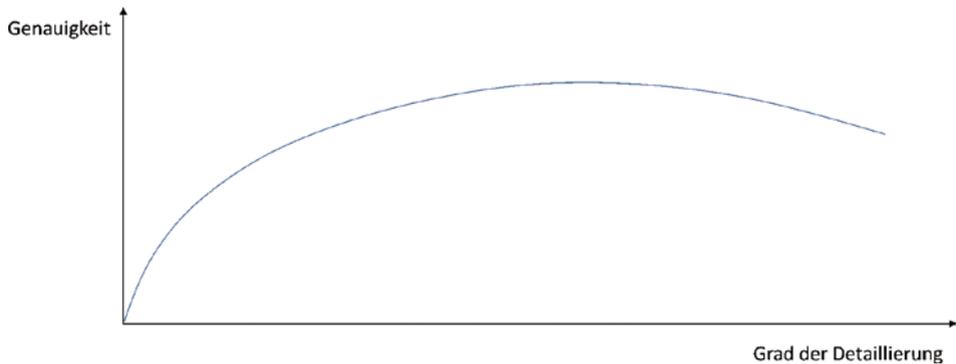


Bild 1.1 Effekte der fortschreitenden Detaillierung in der Prozesssimulation

Zu Beginn des Modellbauprozesses führen kleine Ergänzungen zu einer beträchtlichen Erhöhung der Modellgenauigkeit. Wird das Modell aber detaillierter, kann sich der Effekt ins Gegenteil umkehren. Tatsächlich können unnötige Details dazu führen, dass das Modell ungenauer wird. Dies trifft insbesondere dann zu, wenn Sie versuchen, menschliches Verhalten zu modellieren. Der dargestellte Graph zeigt ein typisches Verhältnis zwischen der Detaillierung eines Modells und seiner Genauigkeit.

WITNESS bietet Ihnen die Möglichkeit, Ihre Systeme, Prozesse und Anlagen auf drei verschiedenen Detaillierungsebenen abzubilden: Makro, Meso und Mikro. Sie können zum Beispiel eine Roboterstrecke auf einer Mikroebene betrachten und jeden einzelnen Schwenk des Industrieroboters erfassen, etwa um die Gesamttaktzeit der Roboterstrecke zu senken. Ist die Roboterstrecke Teil einer Gesamtanlage, die simuliert werden soll, brauchen Sie unter Umständen die Anlage nicht so granular zu betrachten. Deshalb stellen Sie vielleicht einen Roboter auf einer Mesoebene als Maschine mit einer Taktzeit dar und vernachlässigen die Unterprozesse. Falls Sie den gesamten Materialfluss eines Unternehmens vom Auftragseingang bis zum Versand simulieren möchten, ist diese Vorgehensweise unter Umständen auch noch zu detailliert. In diesem Fall würde man die gesamte Roboterstrecke als eine Maschine mit einer Taktzeit betrachten. Generell empfiehlt es sich auch, Bereiche, von denen Sie wissen, dass sie unkritisch sind, eher auf einer Makroebene und Bereiche, die bekanntermaßen kritisch sind, eher auf einer Mikroebene abzubilden. WITNESS ist so flexibel, dass Sie verschiedene Detaillierungsgrade in einem Modell mischen können.