

Montags Daten – Dienstags Ergebnisse, die Materialflusssimulation macht's möglich

Mathias Bös, Dr. Ing. Bernd Noche

Die Verkürzung der Planungszeiten bei der Gestaltung von Logistiksystemen stellt alle am Planungsprozeß beteiligten Personenkreise vor große Herausforderungen. Einerseits muß sehr schnell ein kreativer Prozess in Gang kommen, andererseits muß die Planungsqualität steigen – nahezu unvereinbare Forderungen. Eine hohe Planungsqualität kann nur noch mit geeigneten DV-Instrumenten realisiert werden; dazu gehört insbesondere die Simulationstechnik. Aber steht nicht gerade die Nutzung der Simulationstechnik im Widerspruch zu immer schneller und immer einfacher?

Der Wandel in der Simulationstechnik in den letzten Jahren ist geradezu dramatisch. Es gibt eine explizite Hinwendung zur praxisnahen Anwendung und eine umfassende Integration dieser Planungstools in die modernen Office Umgebungen. Darüber hinaus gibt es mehr und mehr Software, die den Simulationsprozess ganzheitlich unterstützt.

Die Simulationssoftware der Gegenwart erfüllt mittlerweile viele der Anforderungen, die an einfach zu handhabende Planungssoftware gestellt werden. Das für die Erstellung selbst komplexer Modelle keine Programmierkenntnisse benötigt werden, ist nur eine der Neuerungen. Es gibt eine Reihe von Anwendungsbereichen, die von diesen Veränderungen profitieren; in Bild 1 ist eine Auswahl der wichtigsten Anwendungsbereiche zusammengestellt. Im Folgenden werden die zentralen Entwicklungen vorgestellt und erläutert.

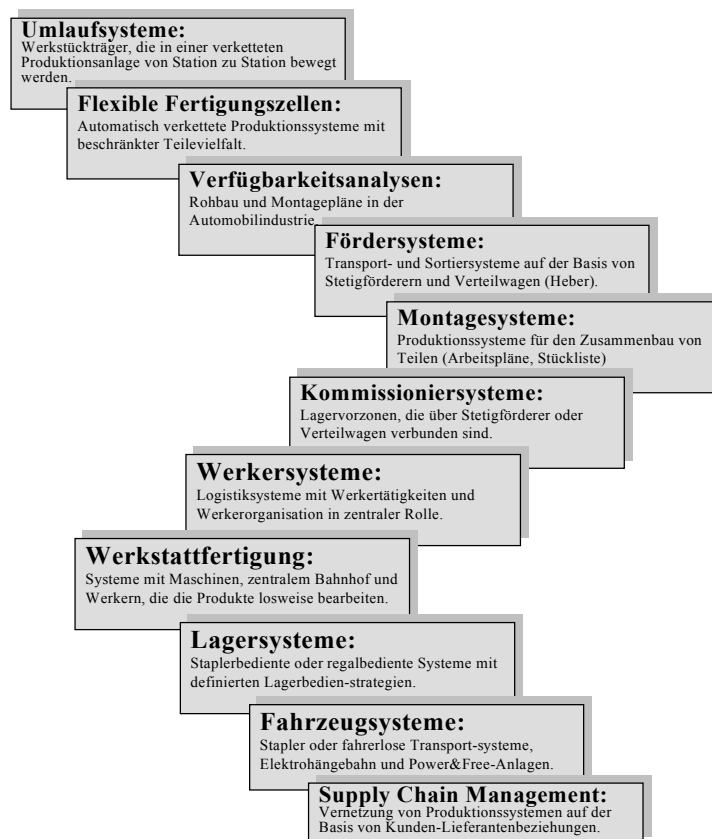


Bild 1: Applikationsfelder die von neuen Simulationsentwicklungen besonders profitieren

Anforderungen an die Qualifikation

Ein entscheidender Faktor für den rationellen/effektiven Einsatz der Simulationstechnik innerhalb von Planungsprozessen stellt die Qualifikation dar, die der Anwender (der Simulationsfachmann) mitbringen muß. Neben einem offenkundigen Mangel an Personal, das über akzeptable Informatikkenntnisse verfügt, führen Programmierungen häufig zu längeren und somit teureren Simulationsstudien. Moderne Simulationssoftware verzichtet dagegen vollständig auf Programmierungen. Statt dessen werden Entscheidungstabellen (Bild 2) eingesetzt. Diese ermöglichen es dem Anwender, komplexe Entscheidungsalgorithmen aus vorgefertigten Makroausdrücken menügeführt zusammenzusetzen. So wurden mittlerweile komplexeste logistische Systeme ohne eine einzige Programmierzeile mit den neuen Simulationskonzepten abgebildet.

- Eine Staubsaugerproduktion mit Spritzgussmaschinen, Zwischenpuffer, Montagen und Materialflussverkettung;
- ein Distributionszentrum mit Wareneingang, Fachbodenkommissionierung, Palettenkommissionierung, Personal und Warenausgang;
- eine Sitzproduktion mit Kanban-Steuerung der Vormontagen, Montagen inklusive Just-in-time Anbindung an die Fahrzeugmontage;
- ein Montagesystem für eine Haarfönproduktion bestehend aus verketteten Automaten, Handarbeitsplätzen einschließlich Nacharbeiten usw.

Die Entscheidungstabellentechnik gliedert komplexe Beziehungen in einfache logische Ausdrücke/Abfragen, die wiederum beliebig kombiniert werden können. Jede Abfrage führt zu einem eindeutigen Ergebnis und entspricht einem bestimmten Systemzustand, der wiederum bestimmte Entscheidungen bedingt

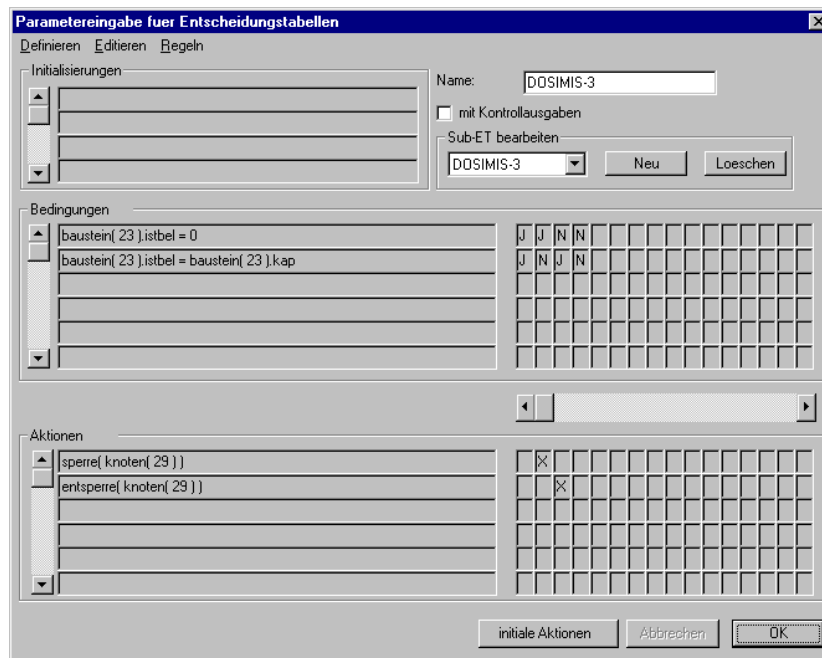


Bild 2: Beispiel einer Entscheidungstabelle/1/

Dargestellt ist die Pufferbelegung eines Bausteins mit der Nr.23. Sobald der Puffer leer ist (Ist-Belegung = 0) wird der Pufferausgang gesperrt. Wenn der Puffer voll ist (Ist-Belegung = Kapazität des Bausteines) wird der Puffer geleert.

Bausteinbibliotheken sind Wissensspeicher

Der effektive Einsatz der Simulationstechnik wird durch Bausteinbibliotheken und Referenzmodule ermöglicht, die alle wesentlichen Elemente von Materialflusssystemen enthalten.

Dies beginnt mit der Bereitstellung einfacher Materialflusselemente wie Staustrecken, Weichen, Arbeitsstationen und führt über komplexere Elemente wie Verteilwagen (Bild 3), Drehtische und Montagearbeitsplätze hin zu Referenzbibliotheken für vollständige Anwendungsbereiche wie Stapler-, Lager-, Montagesysteme bis hin zur Werkerorganisation und zum Supply Chain Management.

So wird beispielsweise für die Abbildung von Staplersystemen ein vollständiger Bausteinsatz angeboten, der aus Be- und Entladestationen, Strecken, Kreuzungen und Fahrzeugen besteht. Integriert sind Algorithmen zur Routengenerierung, Dispositionsverfahren für kürzeste Wege, Batterieladestrategien usw.

Bei der Abbildung von Werkerorganisationen werden Werkermodule bereitgestellt, die sowohl die Qualifikation der Mitarbeiter berücksichtigen als auch Tätigkeitszuordnungen, Tätigkeitsauswahl, Bereichszuordnungen, Prioritäten, Wegezeiten, bis hin zur persönlichen Verteilzeit.

Zum Bausteinkonzept gehört auch die Bereitstellung von geeigneten Schnittstellen für eine effiziente Datenübernahme aus übergeordneten DV-Systemen wie z.B. PPS, ERP oder WMS

Parametereingabe fuer Bausteintyp: Doppelverschiebewagen

Parameter Animationsparameter

Bausteinnummer : 18 Bausteinname : DVW/ 13.402.934 Kommentar : Doppelverschiebewagen

Beladeweg [m] : 19 Entladeweg [m] : 19 Geschwindigkeit [m/sec] : 1
Langsamfahrweg [m] : 1 Geschw. schnell [m/sec] : 2 Geschw. langsam [m/sec] : 0.5
Hubzeit [sec] : 1 Tischabstand [m] : 1.8 langsam/schnell Info-Element

EINGAENGE			AUSGAENGE		
Nr.	Knoten	von Baustein	Nr.	Knoten	nach Baustein
3	255	PalBahn_1	4	256	PalBahn_2
4	257	PalBahn_2	5	258	PalBahn_3
5	259	PalBahn_3	6	260	PalBahn_4

Eingang	Pos [m]	Tl [l/r]	Ausgang	Pos [m]	Tl [l/r]
3	7.1		1	0	
4	8.9	r	2	1.8	r
5	12.1		3	7.1	
6	13.9	r	4	8.9	r

globale Strategien

mit globaler Zielsteuerung

Vorfahrtsstrategie fuer Einzelspiele Verteilstrategie fuer Einzelspiele Esp zu Dsp 3.Art vervollständigen globale Zielsteuerung

Bearbeitung von Doppelspielen

1. Art (Eingang/Ausgang)

Eingang Nr.	Ausgang Nr.
1	2
2	1
3	4

zugehörige Strategie bearbeiten

Die Verteilstrat. fuer Einzelsp. ist :

automatische Wegfindung nach Arbeitsplan
 automatische Wegfindung fuer FIS
minimale Belegung

Vorfahrtsstrategie fuer Einzelspiele

kuerzester Fahrweg

OK Abbruch

Bild 3:Parametermaske eines Doppelverteilwagens //

Enthalten sind Datenfelder für fördertechnische Grunddaten, Abstände der Ein- und Ausschlußpunkte sowie Strategien für die Vorfahrtsregelung und Verteilstrategie.

Ergebnisorientierte Standardstatistiken erlauben einen schnellen Überblick

Der effiziente Einsatz der Simulationstechnik erfordert neben den bereits erläuterten Bausteinkonzepten auch Instrumentarien zur Analyse der Simulationsmodelle. Dazu sollte der Simulator Statistikmodule besitzen, die eine direkte Ausweisung dynamischer Kennzahlen erlauben. Im günstigsten Fall können für jeden Baustein, jedes Referenzmodul mehrere spezielle Statistiken erstellt/ermittelt werden, die eine Beurteilung der Dynamik des zu untersuchenden Systems erlauben. Ein Kennzeichen bausteinorientierter Simulationssysteme ist die Tatsache, dass sie standardmäßig eine Reihe von Statistiken anbieten (Bild 4). Damit wird dem Planer ohne zusätzliche Aufwände ein schneller Überblick über das zeitliche Verhalten seines Systems gegeben. Die Statistiken erfassen die zentralen logistischen Kenngrößen wie Bestände, Durchlaufzeit, Auslastung und Service.

Innovative Weiterentwicklungen dieser Statistikausgaben unterstützen den Anwender immer stärker bei der Systemanalyse. So verfügen moderne Simulatoren über Funktionen zur Einfärbung der Layoutelemente entsprechend ihrer Auslastung, Belegung etc. Für den Anwender sind dadurch Engpässe direkt zu identifizieren und weitere Ansatzpunkte für Optimierungen gegeben. Die standardmäßige Aufbereitung der Statistiken hat mittlerweile einen Standard erreicht, der die direkte Umsetzung in Präsentationsgrafiken und Vorstandsvorlagen ermöglicht.

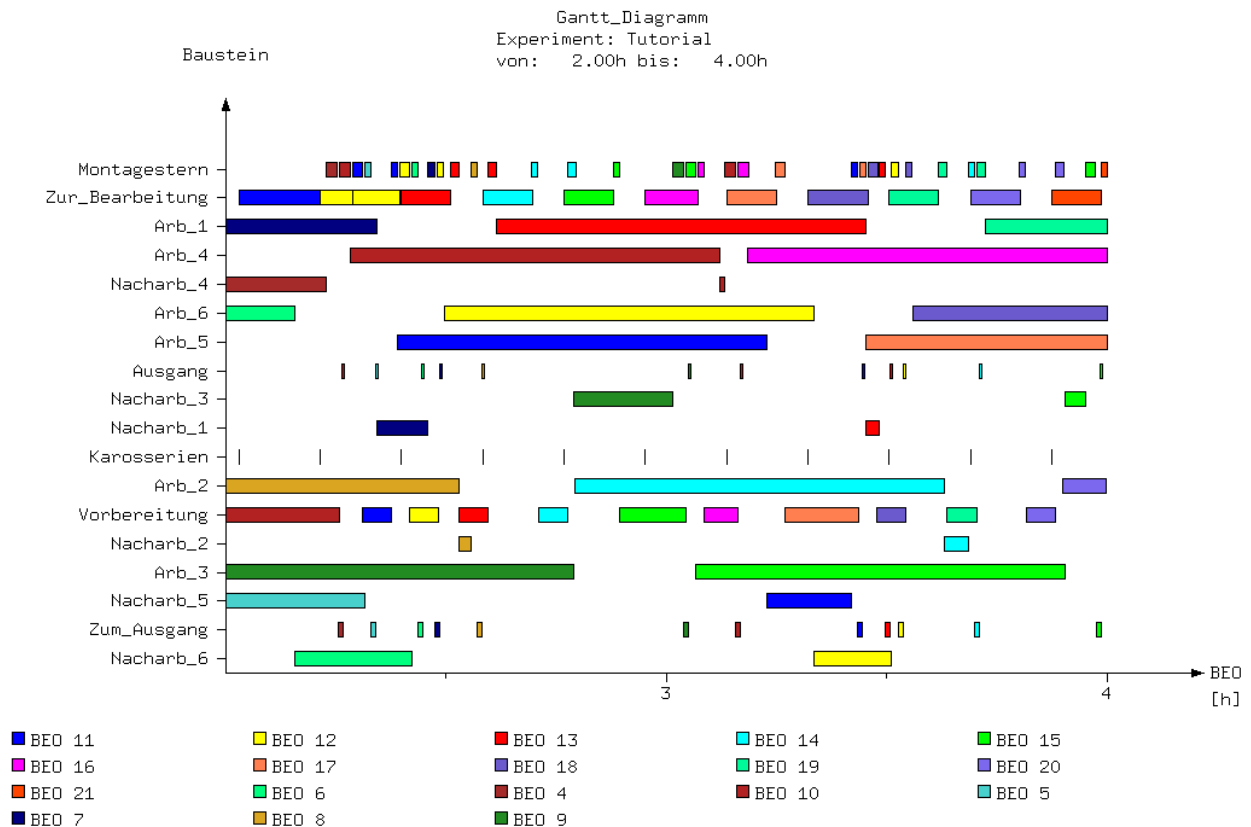


Bild 4: Gantt-Diagramm, Standardergebnis eines modernen Simulationssystems /2/

Auf der Hochachse sind die einzelne Arbeitsplätze und Puffer aufgelistet, auf der Längsachse wird für jeden Baustein die Folge der bewegten Objekte (BEO's) in Zeitverlauf dargestellt. Die Abhängigkeit des BEO-Durchlaufes (hier Fahrzeugkarossen) durch das System wird aus der Verfolgung der Farbkästchen ersichtlich. Jeder Karosse ist eine Farbe zugeordnet.

Der Simulationsprozess wird ganzheitlich unterstützt

Die Durchführung von Simulationsstudien besteht aus mehreren Phasen, wobei es zu den Merkmalen eines modernen Simulators gehört, alle Phasen zu unterstützen. Dies betrifft nicht nur die Modellierung und die Bereitstellung von Ergebnisstatistiken. Hierzu gehört auch eine Validierungsphase zur Wahrung der wissenschaftlichen Sorgfalt, in der die Korrektheit der eingegebenen Daten sicherzustellen ist. Die Instrumente zur Unterstützung dieser Phase wurden in den letzten Jahren erheblich erweitert. Auch sie basieren auf dem bereits erwähnten Bausteinkonzept und bieten eine Reihe von standardmäßig vorgegebenen Prüfmechanismen an. Prinzipielle Methoden sind insbesondere der Aufbau und die Kombination von Teilmodellen, die schrittweise Reduktion von Komplexität und die Analyse von Teilströmen bis hin zum Vergleich mit analytischen Methoden.

Die schrittweise Reduktion von Komplexität wird durch eine Vielzahl von Einzelmaßnahmen ermöglicht. So können für einzelne Simulationsläufe während der Validierungsphase beispielsweise die Zufallsprozesse deaktiviert werden, um durch feste Taktzyklen (als Mittelwerte der Zufallsprozesse) ersetzt zu werden. Damit verhält sich jedes System sofort deterministisch und ist unmittelbar nachrechenbar.

Durch das Ein- und Abschalten von Werkermodulen, Pausen oder Störungen ist es möglich, die Komplexität der Modelle weiter zu reduzieren, solange bis auch alle Abläufe – trotz komplexer Zusammenhänge lückenlos erklärbar sind.

Abgerundet wird die ganzheitliche Unterstützung des Simulationsprozesses bei der Durchführung des Experimentprozesses. Angeboten wird – von der Durchführung von Serienexperimenten bis hin zur heuristischen Suche nach optimalen Zielfunktionen durch Parametervariationen unter Wahrung von Restriktionen - ein Methodenpaket, das bisher nur Spezialisten zugänglich war.

Integration in die Office-Software

Simulationsprogramme sind nicht mehr nur einzelne Softwaremodule, sondern sie werden in bestehende professionelle Softwareumgebungen eingebettet. Diese Verknüpfung läuft unter dem Stichwort OLE (object linking and embedding) und umfasst eine direkte Kopplung mit Tabellenkalkulationen, Textsystemen und Grafikprogrammen.

Das Zusammenspiel mit den Tabellenkalkulationsprogrammen erfolgt für verschiedenste Aspekte/Aufgaben: Bereitstellung von Parametern für die Simulationsmodelle, Anzeigen von Simulationsergebnissen, Dokumentation von Datensätzen (Bild 5).

Die Datenaufbereitung innerhalb eines Planungsprozesses erfolgt heutzutage in der Regel mit Hilfe von Tabellenkalkulationsprogrammen. Ein Mehrwert ergibt sich somit automatisch für den Planungsprozess, wenn diese Daten ohne größeren Aufwand für Simulationsmodell genutzt werden können. Auch hierfür stellen moderne Simulatoren geeignete Instrumentarien zur Verfügung. Die Verwendung von Standardbausteinen in der Simulation führt zudem zu einer standardisierten Form der Datenbereitstellung, so dass ein Schema für viele Simulationsstudien gültig bleibt. Zur Dokumentation stehen Mechanismen bereit, die die Bausteine analysieren und die hinterlegten Daten in Datenblätter übertragen, d.h., dass beide Richtungen des Datenaustausches - vom Tabellenkalkulationsprogramm in den Simulator und zurück – relevant sind.

Die Übertragung von Simulationsergebnissen in die Tabellenkalkulation, heutzutage bereits Standard in jedem Simulationsprogramm, ist eine weitere Option zur anschaulichen Darstellung

von Resultaten. Allerdings sollte diese Option eher als ergänzende Maßnahme zur statistischen Aufbereitung des Simulationswerkzeuges gesehen werden. Gute Simulatoren bieten einen soliden standardisierten Ergebnisdienst an, der durch nur gelegentliche individuelle Auswertungen ergänzt werden muss.

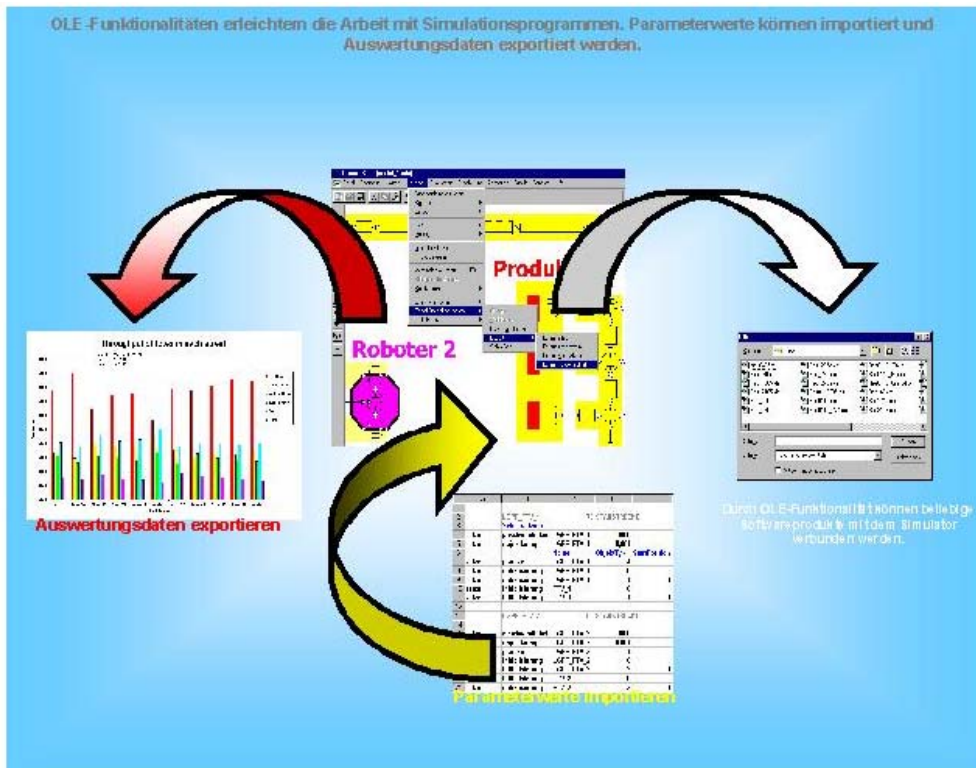


Abbildung 1

Bild 5: Darstellung der Zusammenhänge bei der Integration von Simulationssystemen ins Office Paket. Am Beispiel der Tabellenkalkulation wird aufgezeigt welche verschiedenartige Wechselwirkungen bereitgestellt werden.

Fazit

Die letzten Jahre im Bereich der Simulationssoftwareentwicklung wurden genutzt um die Anwendungsnahe zu stärken. In einer Veröffentlichung /3/ zum Marktspiegel für Simulationssysteme in Produktion und Logistik wird deutlich herausgestellt, dass die Anzahl der spezialisierten Simulatoren oder Systeme, die Anwendungsbibliotheken anbieten, erheblich zugenommen hat – insgesamt hat jedoch die Anzahl der Simulationssoftwareprogramme erheblich abgenommen, so dass derzeit von etwa 40 Simulationssystemen ausgegangen werden muss, die derzeit am Markt verfügbar sind.

Die Unterstützung des Simulationsprozesses, d.h. also insbesondere die Bereitstellung von Mechanismen im Rahmen der Validierung oder Experimentation wird in Zukunft noch ausgebaut werden müssen. Auf der Strecke bleiben dabei allgemeine Simulationssysteme, die offen für alle Anwendungsbereiche sind. Diese Flexibilität führt oft dazu, dass das Qualifikationsprofil der Anwender Programmierkenntnisse enthält und dass der Aufwand für die Simulationsstudien gegenüber spezialisierten Simulatoren (sofern man sich in deren Anwendungsdomäne aufhält) überproportional zunimmt. Beim Vergleich der Preise stellt sich überraschenderweise heraus, dass anwendungsorientierte Simulatoren oft deutlich preiswerter sind als ihre allgemeinen

Wettbewerber. Das heißt, dass Anwender, die sich in bestimmten Bereichen der Logistik bewegen, mit einem allgemeinen Simulationskonzept eine teurere Software kaufen, einen höheren Aufwand bei der Durchführung der Studie betreiben und dafür auch noch einen Spezialisten benötigen. Deshalb sind große Unternehmen dazu übergegangen, Simulationswerkzeuge zu beschaffen, die für bestimmte Anwendungsgebiete zugeschnitten sind und von Planern direkt bedient werden können ohne dass zentrale Dienste angesprochen werden müssen. Diese Konzeption ist der Schlüssel zum erfolgreichen Einsatz der Simulationstechnik in der Industrie.

Literaturhinweise

- /1/ N.N. *DOSIMIS-3, Benutzerhandbuch, SDZ GmbH, Dortmund, 1993*
- ,
/2/ N.N. *SIMPRO, Benutzerhandbuch, INPRO GmbH, Berlin, 1999*
- /3/ Wenzel,S. ; Noche,B. *Simulationsinstrumente in Produktion und Logistik – eine Marktübersicht, erscheint im Tagungsband zur 9. ASIM Fachtagung Simulation in Produktion und Logistik, Berlin, März 2000*