

Vorwort

Seit inzwischen mehr als 30 Jahren werden im deutschsprachigen Raum Simulationsverfahren zur Planung von Produktions- und Logistiksystemen eingesetzt. Zu Beginn dieser Entwicklung waren es Simulations- und größtenteils auch Programmierexperten, die derartige Systeme mittels Rechnerverfahren modellierten. Basierend auf ihrem Expertenwissen und vielfach unterstützt durch ein Planungsteam aus dem Produktions- und Logistikbereich versuchten sie dann, die anfänglichen Planungslösungen durch Modifizieren der Modelle zu verändern, wobei Irrwege und Sackgassen die Regel und systematisches Vorgehen eher die Ausnahme waren. Diese Vorgehensweise gemäß Versuch und Irrtum wurde dann oftmals als „Optimierung“ bezeichnet. In bemerkenswerter Weise hat sich diese Bezeichnung im Zusammenhang mit der Nutzung von Simulationsverfahren bei den Planungsingenieuren über die Jahrzehnte hinweg erhalten und findet sich heute noch nicht nur im Sprachgebrauch, sondern auch in Hochglanzbroschüren und auf Internetseiten von Softwarehäusern und Beratungsunternehmen wieder.

Hier ist jedoch Vorsicht geboten: Verwendet man den Begriff „Optimierung“ im Sinne des Operations Research, so stellt sich zunächst die Frage, welches Ziel oder sogar welches Zielsystem aus mehreren Einzelzielen bestmöglich erreicht werden soll. Diesbezüglich wird im Anwendungsfall von Produktions- und Logistiksystemen sehr schnell deutlich, dass vielfach mehrere konkurrierende Ziele möglichst gut erreicht werden sollen; Beispiele hierfür wie „Auslastung der Betriebsmittel“ und „Durchlaufzeit der Aufträge“ lassen sich sehr leicht finden. Gerade die Überprüfung der Zielerreichung im Hinblick auf derartige produktionsorganisatorische und logistische Ziele ist es, die im Zentrum der Simulationsanwendung steht. Dabei ergibt sich dann aber das Problem, wie die Erreichung verschiedenartiger Ziele in einem formalen Ausdruck zusammengefasst werden kann, erst recht dann, wenn das verwendete Simulationsverfahren auch noch Auskunft über die Erreichung kostenbezogener oder sogar personalorientierter Ziele liefern kann. Die vielfach dazu verwendete additive Präferenzfunktion ist nur eine von mehreren Möglichkeiten und weist dazu noch den Nachteil auf, dass sich unterschiedliche Zielerreichungsgrade bei den verwendeten Kriterien mehr oder weniger gewollt aggregieren oder auch kompensieren können. Demgegenüber erscheint es dann oftmals besser, die für die Auswahl einer Planungslösung wichtigsten Ziele nicht miteinander zu verrechnen.

nen, sondern sie mit ihren simulativ ermittelten Werten einem Diskussionsprozess in einem Entscheidungsgremium zu unterwerfen. Alternative Bewertungsansätze nach dem Prinzip der Vektoroptimierung, z. B. nach einer lexikographischen Präferenzfunktion, finden – abgesehen von Anwendungen aus dem Wissenschaftsbereich – bei Planungsprojekten kaum eine Anwendung.

Als nächstes stellt sich die Frage, welche Parameter eines Produktions- oder Logistiksystems überhaupt im Sinne einer Optimierung verändert werden können. Hier kommt zunächst wieder das Erfahrungswissen der Planer zum Tragen, wobei die Art und Anzahl der eingesetzten Betriebsmittel traditionell an zentraler Stelle stehen. Der Personaleinsatz wird – abgesehen von manuellen Montagesystemen – in der Regel als nachrangig betrachtet, obwohl allseits vom Stellenwert des Menschen für die Produktivität in Betrieben gesprochen wird und es durchaus Möglichkeiten gibt, die Anzahl und Qualifikation der im geplanten System eingesetzten Personen zu modellieren und die Effekte bei variierendem Personaleinsatz simulativ zu ermitteln. Der Einfluss weiterer Gestaltungsparameter, z. B. hinsichtlich der Pufferkapazitäten oder der Schichtbesetzung, lässt sich zumindest in einer Reihe simulierter Szenarien ermitteln. Bei systematischer Vorgehensweise bedient man sich der Methoden der statistischen Versuchsplanung, die nicht nur die Effekte einzelner Parameter, sondern auch die Wechselwirkungen mehrerer davon ausweisen können.

Schließlich lehren die Methoden des Operations Research, dass es einer algorithmischen Vorgehensweise bedarf, die quasi automatisiert zu einem im Sinne des Zielsystems optimalen oder zumindest zu einer nahezu optimalen Gestaltungslösung führt, und zwar (möglichst) ohne einen Eingriff des Planers in das Optimierungsverfahren. Eine traditionelle Möglichkeit hierzu bietet die mehr oder weniger vollständige Enumeration von Lösungen, oftmals auch als Brute-Force-Methode tituliert. Die dabei untersuchten Modelle lassen sich zwar relativ einfach informationstechnisch generieren, jedoch verbietet sich dieser Ansatz aufgrund nicht akzeptabler Rechenzeiten. Ein nächster Schritt besteht darin, bekannte Gestaltungsregeln durch Modifikation einer anfänglichen Planungslösung anzuwenden, um auf ihrer Basis schrittweise verbesserte Modelle zu erzeugen. Eine weitere Möglichkeit bieten Gradientenverfahren, die nach dem Prinzip der Breiten- und Tiefensuche mehrere Lösungspfade modellieren, aber dann schrittweise nur die besten davon weiter verfolgen. Derartige Heuristiken führen zwar nicht zwangsläufig zu einer optimalen Lösung, da eine vorzeitige Vernachlässigung eines Pfades deren Auffindung verhindern kann. Dafür bieten sie aber im Prinzip die Möglichkeit, den Lösungsweg zurückzuverfolgen und somit zunächst ungünstige Lösungspfade wieder aufzugreifen. Diese Rückverfolgung eines Lösungspfades bieten Genetische Algorithmen, die in jüngerer Zeit in zunehmendem Maße für die Lösung komplexer Optimierungsprobleme angesetzt werden, grundsätzlich nicht. Sie basieren auf dem Prinzip der Evolution, in dem sie eine begrenzte Menge von Lösungen erzeugen, diese schrittweise durch Mutation und Selektion als Generationen verfolgen und nach einer vorgegebenen Anzahl von Generationen oder bei Erreichen eines Grenzwertes für nur noch marginale Verbesserungen zu einer quasi-optimalen Planungslösung gelangen. Über die Weiterverfolgung einer Planungslösung in der nächsten Gene-

ration entscheidet ein Fitnesswert, der ggf. auch mehrkriteriell aus den Ergebnissen der Simulation berechnet werden kann.

Diese dargestellten Möglichkeiten der Kombination von Simulations- und Optimierungsverfahren verdeutlichen, dass es mit einer „Optimierung“ nach dem Prinzip von Versuch und Irrtum selbst unter Einsatz von Expertenwissen nicht getan ist. Vielmehr eröffnen sich durch die Fortschritte in der Informationsverarbeitung, aber auch durch neue Lösungsmethoden (beispielsweise durch einen Ameisenalgorithmus als eine Form der so genannten naturanalogen Optimierung) neue Lösungsansätze, die systematisch und zielgerichtet zumindest zu einer nahezu optimalen Lösung führen.

Der vorliegende Band zeigt die derzeitige Bandbreite der simulationsunterstützten Optimierung auf. Dabei werden nicht nur deren Chancen benannt, sondern auch die möglichen Schwierigkeiten bei ihrer Anwendung. Besonders hervorzuheben ist, dass neben einer Darstellung der Methoden auch Anwendungsbeispiele aufgezeigt werden, die exemplarisch den Nutzen einer simulationsunterstützten Optimierung veranschaulichen.

Die Herausgeber gehören einer Arbeitsgruppe der Arbeitsgemeinschaft Simulation (ASIM), genauer gesagt der ASIM-Fachgruppe „Simulation in Produktion und Logistik“ an. Diese Fachgruppe ist personell und inhaltlich eng mit einem Fachausschuss des Vereins Deutscher Ingenieure verbunden, der für die Erarbeitung der Richtlinienreihe VDI 3633 „Simulation von Logistik-, Materialfluss- und Produktionssystemen“ verantwortlich zeichnet. Die Anregungen zum vorliegenden Band entstammen somit beiden Gremien. Das Buch erscheint aus Anlass der 14. ASIM-Fachtagung, die im Herbst 2010 am Karlsruher Institut für Technologie (vormals Universität Karlsruhe) ausgerichtet wird. Herausgebern und Autoren sei in besonderer Weise dafür gedankt, dass sie sich diesem komplexen Thema mit großem Engagement gewidmet haben. Sie geben damit der Fachtagung einen besonderen Akzent.

Im Namen der ASIM
Karlsruhe, im Oktober 2010

Prof. Gert Zülch
Institut für Arbeitswissenschaft
und Betriebsorganisation
Karlsruher Institut für Technologie

Simulation und Optimierung in Produktion und Logistik

Praxisorientierter Leitfaden mit Fallbeispielen

März, L.; Krug, W.; Rose, O.; Weigert, G. (Hrsg.)

2011, XVI, 244 S. 100 Abb., Softcover

ISBN: 978-3-642-14535-3