

Dynamische Simulationsmodelle verbinden Produktions- und Logistikprozesse

Dirk Wortmann, Maintal

Die Ablaufsimulation als Teilgebiet der Digitalen Fabrik bietet die Möglichkeit, Produktions- und Logistikprozesse integriert zu untersuchen. Auf diese Weise können die Schnittstellen wirtschaftlich ausgelegt und Prozesse synchronisiert werden. Weiterhin hat die Schnittstelle über die Werksgrenze hinaus zu den Lieferanten eine erfolgsentscheidende Bedeutung. Mit modernen Werkzeugen werden auch die Zulieferprozesse in die Simulation einbezogen. Dynamische Wechselwirkungen zwischen den Planungen über die Prozessschnittstellen hinweg werden transparent und erhöhen den Nutzen der Ablaufsimulation signifikant.

Ablaufsimulation innerhalb der Digitalen Fabrik

Die Digitale Fabrik ist mehr als ein Werkzeugkasten voller IT-Instrumente wie Simulationssysteme oder Datenbanken. Sie repräsentiert ein neues Verständnis von der Planung und Umsetzung nahezu aller fertigungsrelevanten Prozesse in Produktionsbetrieben verschiedener Industrien. Mit der Einführung der Digitalen Fabrik werden Prozesse nicht einfach digitalisiert, sondern vielmehr mit Hilfe ebendieser IT-Werkzeuge neu definiert und aufgesetzt. Der Schlüssel zum Erfolg liegt in der Standardisierung von Planungsmethoden, der geschickten Vernetzung von Informationen im Planungsprozess – im einfachsten Fall durch Zentralisierung von Daten – sowie in der konsequenten Anwendung von Technologien zur Erhöhung der Planungsqualität. In die letzte Kategorie fällt auch die Simulationssoftware. Doch müssen sich Unternehmen darüber im Klaren sein, dass der Begriff Prozess Management den Kern dieser Methode besser trifft als das Schlagwort „Digitale Fabrik“. Allein der Begriff stuft das Thema fälschlicherweise oft als ein reines IT-Thema ein. Das führt dann dazu, dass die Prozesse belassen werden, wie sie sind, und stattdessen

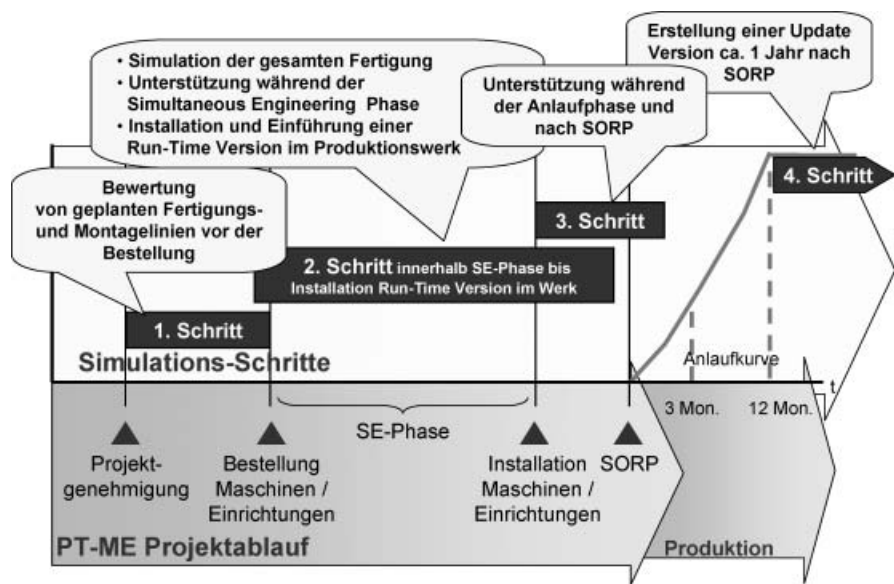


Bild 1. Beispiel einer Einbindung der Simulation in den Gesamtprojektablauf [5]

punktuell verschiedene IT-Systeme, insbesondere Simulationen, zum Einsatz kommen. Dass selbst dadurch schon beachtliche Erfolge erzielt werden können, lässt erahnen, welche Potenziale sich bei einer professionellen Umsetzung der Digitalen Fabrik erschließen lassen. Betrachtet man die Digitale Fabrik als Management-Aufgabe, so sollten zunächst

die Prozesse auf den Prüfstand. Basierend auf dem Wissen über die Möglichkeiten der Digitalen Fabrik werden die Verbesserungspotenziale ermittelt und bewertet. Darauf aufbauend kann ein Umsetzungskonzept aufgestellt und schrittweise realisiert werden.

Dass die Digitale Fabrik nicht nur in der Automobilindustrie funktioniert, zei-

gen Erfolgsmeldungen aus mittelständischen Firmen. Wie eine vom Fraunhofer IPA durchgeführte Befragung kleiner und mittelständischer Unternehmen belegt, haben bereits 20 Prozent der befragten Betriebe die Digitale Fabrik umgesetzt [3].

Ablaufsimulation

In diesem Beitrag liegt der Schwerpunkt auf einer Teildisziplin der Digitalen Fabrik, der Ablaufsimulation. Diese Form der Simulation ist eher unter dem Begriff „Materialflusssimulation“ bekannt. Jedoch wird diese Bezeichnung dem Anwendungsumfang nicht mehr ganz gerecht, denn es werden neben Materialflüssen auch Geschäftsprozesse oder Informationsflüsse simuliert.

Diese Technologie hat sich bereits seit den sechziger Jahren zur Optimierung von logistischen Abläufen etabliert. Darunter fallen Produktionsabläufe, Ver- und Entsorgungsprozesse sowie auch die Distributions- und Lagerlogistik. Die Digitale Fabrik eröffnet der Ablaufsimulation neue Möglichkeiten, angefangen von der automatischen Parametrierung von Modellen über die Übernahme von 3D-Daten bis hin zur Einbindung von Teilprozessmodellen aus anderen Systemen, zum Beispiel die Einbindung von ganzen Werken in ein Modell eines kompletten Liefernetzwerks. Wie für die Digitale Fabrik als Ganzes so sind auch in der Anwendung der Ablaufsimulation die Potenziale hauptsächlich in der Standardisierung und im effizienten Datenmanagement zu finden. Wenn über die Anwendung von Ablaufsimulation nachgedacht wird, sollte also stets auch der Gesamtkontext der Digitalen Fabrik im Auge behalten werden.

Ähnelte bis vor einigen Jahren eine Simulationsstudie noch eher einer Doktorarbeit als dem einfachen Umgang mit einem Planungswerkzeug, kann heute auf Grund bereits weit voran getriebener Verfahrensstandards sowie deutlich besserer Software-Systeme ein Teil der Projekte als ausschreibbare Dienstleistung dazu gekauft werden. Innerhalb der Automobilindustrie ist das in einigen Bereichen wie dem Rohbau bereits Gang und Gebe. Ähnlich wie Konstruktions- und CAD-Dienstleistungen ist die Durchführung von Simulationsstudien zur „Commodity“ geworden. Eine Vielzahl von Dienstleistern ist in der Lage, Projekte in geforderter hoher Qualität und

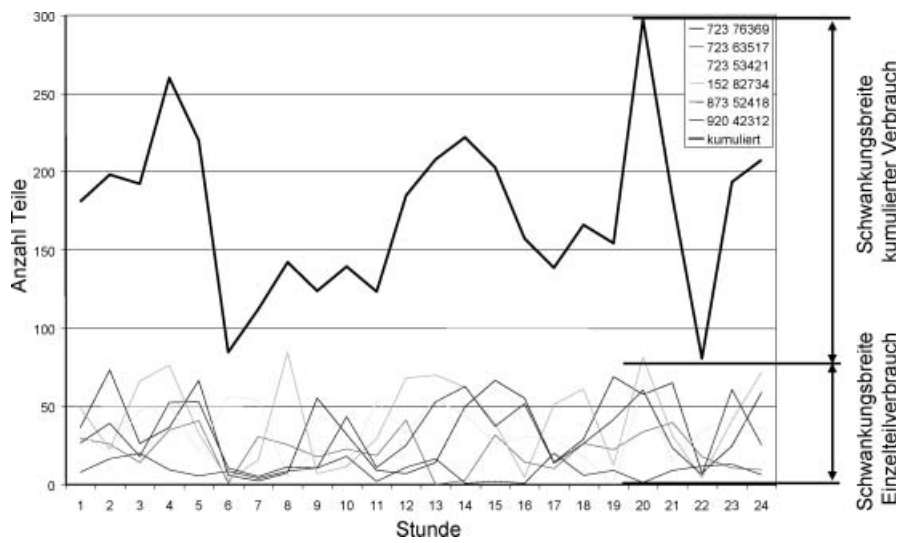


Bild 2. Schwankung des Teileverbrauchs an einem Montageplatz pro Stunde

kurzer Zeit für ein angemessenes Preis-Leistungs-Verhältnis durchzuführen.

Die Herausforderungen für die Ablaufsimulation liegen heute neben der Weiterentwicklung der Standards und der Integration in eine Digitale Fabrik-Umgebung vor allem in folgenden Punkten:

- stärker prozessübergreifende Betrachtungen wie im Zusammenspiel zwischen Produktions- und Logistikprozessen,
- Anbindung von Modellen an externe Informationssysteme sowie
- Verwendung von Modellen als Testumgebung für reale Steuerungssysteme.

Wie uns die eigene Projektpraxis immer wieder bestätigt, stehen wir dabei stets auch vor hohen organisatorischen Anfor-

derungen, die mit dem Betrachtungsumfang des Modells steigen. Hier sei nur das Änderungsmanagement für Simulationsmodelle ganzer Werke genannt [1, 2]. An diese Modelle wird die Anforderung gestellt, immer den aktuellen Stand der Fabrik zu repräsentieren, um in der Planung für neue Produkte auf ein gesichertes Modell zurückgreifen zu können. Auf diese Weise sollen in kurzer Zeit mit hoher Qualität sowie unter Berücksichtigung der Auswirkungen auf den Gesamtprozess Untersuchungen von Prozessänderungen am Modell ermöglicht werden. Doch auf Grund der Vielzahl an Änderungen am laufenden Prozess und eingebundener Personen ähnelt die Modellaktualisierung einer Sisyphusarbeit. Regelmäßige Validierungen (Gültigkeitsprüfungen) des Modells und Parameteranpassungen

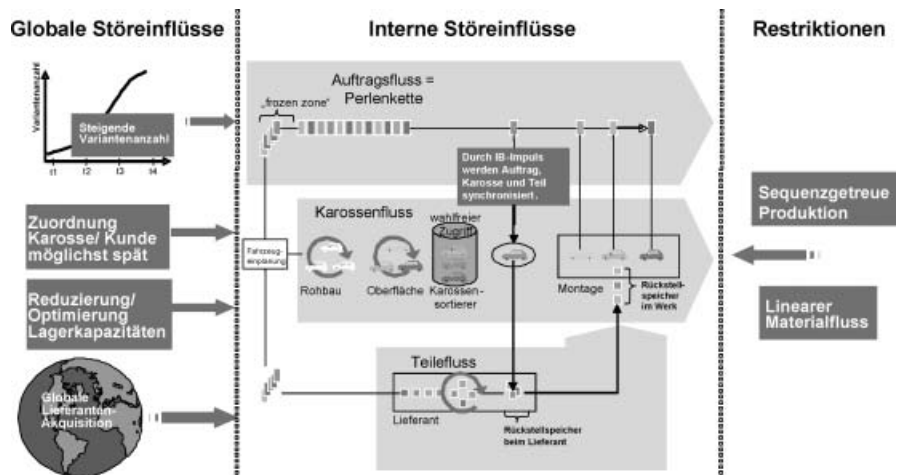


Bild 3. Einflussgrößen des Fahrzeug-Fertigungsprozesses [6]

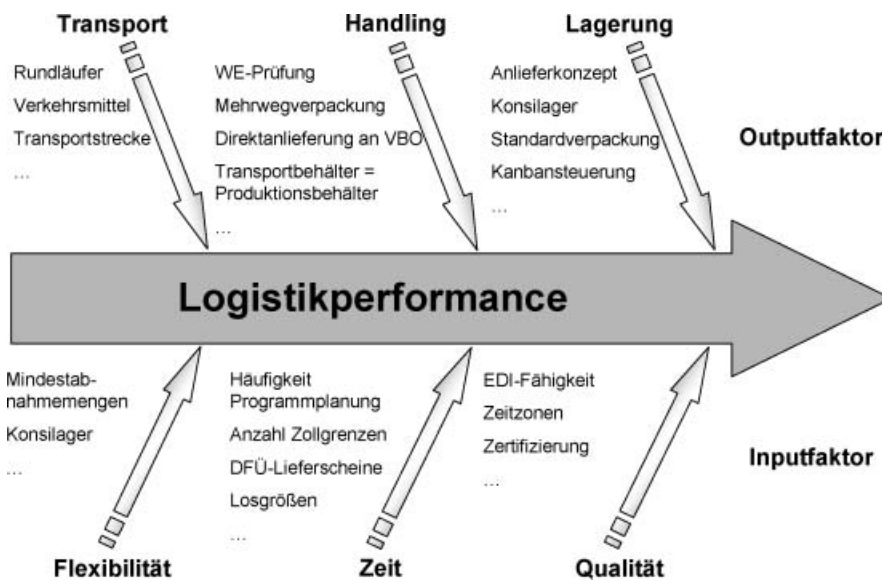


Bild 4. Kennzahlensystematik zur Evaluation der logistischen Leistungsfähigkeit von Zulieferketten [4]

sind an der Tagesordnung. Ein Erfolg versprechender Ansatz zur Sicherstellung der Modellaktualität ist die Einbindung der Simulation in den Standardplanungsprozess (Bild 1) [1, 5]. Wenn der Abgleich der Planung mit dem bestehenden Modell im Prozess etabliert ist, erleichtert das die Arbeit der Simulationsverantwortlichen erheblich.

Betrachtung des Zusammenspiels zwischen Produktions- und Logistikprozessen

Bis heute werden Produktions- und Logistikabläufe in der Regel getrennt geplant. Beispielsweise bildet der Verbrauch an Teilen an den einzelnen Montageplätzen die Schnittstelle zwischen einer Montagelinie und dem Versorgungsprozess. Eine Planungsproblematik dabei ist bereits die Dynamik, die in dieser Schnittstelle liegen kann. Werden zum Beispiel nicht alle Teile in jedem Produkt verbaut, so ist der Verbrauch pro Stunde für diese Teile nicht konstant, sondern hängt vom Produktionsprogramm ab.

Bild 2 zeigt ein Beispiel einer solchen Schwankung. Der Einzelteilverbrauch schwankt jeweils relativ gering um einen Mittelwert. Wird jedoch der Gesamtverbrauch betrachtet, so ergibt sich eine deutlich größere Schwankung, im gezeigten Fall zwischen 60 und 300 Teilen pro Stunde. Daraus lässt sich bereits ableiten, dass die Planung des Versorgungsprozesses diesen Schwankungen gerecht werden muss. Die Versorgung

hat zudem flexibel auf Änderungen des Produktionsprogramms zu reagieren: ein klarer Fall für die Anwendung der Ablaufsimulation. Mit Hilfe der Simulation kann nicht nur der Montageprozess selbst untersucht werden, um beispielsweise die notwendigen Puffer vor den Montageplätzen auszulegen, das Arbeitsaufkommen an jedem Montageplatz in Abhängigkeit vom Produktionsprogramm und evtl. Engpässe im Materialfluss zu erkennen. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, die direkten Auswirkungen auf die Versorgungsprozesse zu evaluieren. Die Auslegung der Schnittstelle zur Montage in Form von Puffer kann zudem dimensioniert werden. Oft erfolgt die Anlieferung der Teile in Behältern. Über die Simulation kann demzufolge ermittelt werden, wie viele Behälter an den Montageplätzen bereitgestellt werden müssen, um eine ausreichende Entkopplung zu erlangen. Genauso wäre es denkbar, die optimale Behältergröße mit dem Modell zu bestimmen.

Unter Umständen macht es Sinn, Logistikrestriktionen bei der Bildung des Produktionsprogramms zu berücksichtigen. Letztlich bietet ein solches Simulationsmodell die Chance, die Prozessschnittstelle möglichst reibungsarm und wirtschaftlich zu gestalten.

Ausgehend von einem Planungskonzept wird der Gesamtprozess iterativ optimiert. Über die Schnittstelle hinaus wirkt eine Vielzahl an Einflussgrößen auf den Gesamtprozess. DaimlerChrysler

steuert seine Werke nach dem so genannten „Perlenketten-Prinzip“ [6]. Das heißt, es wird eine exakte Sequenz vorgegeben, nach denen Fahrzeugaufträge montiert werden. Diese Reihenfolge wird den Lieferanten mitgeteilt. Spätestens am Synchronisationspunkt, der sich am Einlauf der Montage befindet, müssen die richtige Karosse und die dazu gehörigen Teile in der Montage verfügbar sein. Bild 3 zeigt einige wichtige Einflussgrößen des Gesamtprozesses.

Daraus lässt sich auch ableiten, dass die Modellierung des Versorgungsprozesses nicht innerhalb der Werksgrenzen enden muss. Vielmehr sollten im Sinne einer ganzheitlichen Prozessbetrachtung auch die Zulieferprozesse mit einbezogen werden. Dieser Anspruch stellt noch immer eine große Herausforderung für die klassische Materialflusssimulation dar. Es gibt nur einige wenige Lösungen, die es ermöglichen, Produktionsprozesse, interne Logistikprozesse sowie die Betrachtung der Lieferkette in ein Modell zu integrieren.

Ziele der Lieferkettensimulation sind im Wesentlichen:

- Ableitung von Regeln/Restriktionen für die Produktionsplanung beim Lieferanten,
- Puffer- bzw. Lagerdimensionierung zur Entkopplung der Lieferantenprozesse vom OEM,
- Verifikation von Belieferungsformen inkl. Betrachtung der Lieferzyklen,
- Bedarfsermittlung an Ladungsträgern sowie
- Kostenevaluierung.

Die Simulation kann auch auf Seiten des Lieferanten verwendet werden, um verschiedene Standortkonzepte gegenüberzustellen. Bislang wurden solche Untersuchungen dadurch erschwert, dass der Lieferant das Bestellverhalten seines Kunden nur sehr abstrakt in seine Planungen einbeziehen konnte, z.B. durch die Annahme einer durchschnittlichen Bestellmenge und einer auf Erfahrungen basierenden Schwankung dieses Mittelwerts. Mit Verfügbarkeit eines dynamischen Simulationsmodells jedoch beschreibt der Kunde dem Lieferanten den Prozess und somit die Anforderungen an die Lieferkette so genau, wie es zu dem jeweiligen Planungsstand geht. Ein von der Audi AG ins Leben gerufenes Forschungsprojekt verfolgt diesen Ansatz bereits zum Zeitpunkt der Lieferantenauswahl [4]. Mit Hilfe eines Simulationsmodells und auf Basis eines standardi-

sierten Kennzahlensystems (Bild 4) soll die logistische Leistungsfähigkeit von Lieferanten ermittelt werden. Dazu soll der Lieferant in einer frühen Phase seinen Logistikprozess mit Hilfe des eigens dafür entwickelten Software-Systems beschreiben. Die von der Simulation ermittelten Kennzahlen gehen in die Lieferantenbewertung ein.

Die Zukunft der Ablaufsimulation

Von derartigen Modellen konnten die „Simulanten“ vor 10 Jahren nur träumen. Und wovon träumen die „Simulanten von heute“? An erster Stelle steht hier sicherlich die weitere Vereinfachung und Standardisierung der Modellierungsmethoden, um den Aufwand für Simulationsstudien weiter zu senken, den Zeitbedarf zu reduzieren und die Wirtschaftlichkeit zu erhöhen. Ein ebenso pragmatisches Bestreben gilt der „Fütterung“ von Modellen mit Daten. Noch immer wird hierfür viel Zeit investiert, aber die Datenqualität erfüllt die Ansprüche nur teilweise. Genau an dieser Baustelle kann die Digitale Fabrik als Daten-Backbone für die Simulation einen ganz wesentlichen Beitrag leisten [1]. Nach unserer Einschätzung sind über bessere Modellierungsmethoden und ein optimiertes Datenmanagement noch Zeiteinsparungen von sicherlich 50 Prozent bezogen auf die komplette Dauer für Simulationsprojekte denkbar. Das erwähnte Bei-

spiel der Rohbausimulation demonstriert die Möglichkeiten auf beeindruckende Weise.

Wird nach den eigentlich interessanten Zukunftsperspektiven der Simulation gefragt, so sind im Wesentlichen folgende Trends zu erwarten. Einerseits wird der Betrachtungsumfang weiter zunehmen. So wäre beispielsweise vorstellbar, weitere Unternehmensprozesse in die Simulation einzubeziehen. Zu nennen wären zum Beispiel Vertriebsprozesse (in einigen Simulatoren bereits abstrakt abgebildet), Personal (Bedarfe, Altersentwicklung, Qualifikationen) und After-Sales-Prozesse (Ersatzteile, Recycling, Rückrufaktionen).

Der zweite Trend wird durch die Verwendung von Ablaufsimulationen als Testumgebungen für verschiedenste Anwendungen geprägt sein. Begonnen hat diese Entwicklung bereits durch die Kopplung von Simulationsmodellen mit realen Steuerungssystemen sowie durch die Verwendung von Simulationsmodellen zur Unterstützung der operativen Fertigungs- oder Logistiksteuerung in Leitständen.

Ganz nebenbei wird sich die Simulation moderne IT-Technologien zu Nutze machen. Das hat bereits mit der Verwendung von 3D-Grafiken angefangen und wird mit der Einbindung von virtuellen Realitäten noch nicht enden.

Was letztlich aber dauerhaft bleiben wird und auch am wichtigsten ist, ist das Simulationsergebnis. Und dies sollte im-

mer schneller vorliegen, noch genauer sein, verständlich demonstriert werden und am Ende einen hohen Projektnutzen ausweisen.

Literatur

- 1 Bayer, J.; Collisi, T.; Wenzel, S.: Simulation in der Automobilproduktion. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York 2003
- 2 Coordes, M.; Wortmann, D.: Virtuelle Fertigungsprozesse in Ingolstadt. In: Burkhardt, W. (Hrsg.): Das große Handbuch Produktion. Verlag moderne industrie, Landsberg/Lech 2001
- 3 Bierschenk, S.; Kuhlmann, T.; Ritter, A.: Stand der Digitalen Fabrik bei kleinen und mittelständischen Unternehmen. Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart 2005
- 4 Rennemann, T.: Evaluation der logistischen Leistungsfähigkeit von Zulieferketten. 1. Fachforum Supply Chain Simulation, SimPlan AG, Frankfurt/Main, 25.11.2004
- 5 Salomon, M.: Projekt-begleitende Prozess-Simulation innerhalb PT-ME - ein Baustein zur virtuellen Fabrik. Fachforum Simulation in der Prozesskette Automobil, SimPlan AG, Frankfurt/Main, 22.8.2003
- 6 Schmidt, S.: „Generische Simulationslösung“ zur Bewertung der Wechselwirkungen zwischen Kundenauftragsstellung, Produktentstehungsprozess und Materialbeschaffung über die Supply Chain. 1. Fachforum Supply Chain Simulation, SimPlan AG, Frankfurt/Main, 25.11.2004

Der Autor dieses Beitrags

Dirk Wortmann, geb. 1967, ist Fachinformatiker. Mit der Gründung der Firma SimPlan, ist er seit 1992 in der Geschäftsführung bzw. Vorstand des Unternehmens tätig.

Summary

The process simulation as a section of the Digital Factory gives the opportunity of an integrated evaluation of production and logistic processes. Interfaces can be economically designed and processes can be synchronised. Furthermore the interface over the plant border to the suppliers is a crucial factor. Supplier processes are included into the simulation by using modern tools. Dynamic interactions between process plannings become transparent and increase the benefit of process simulation significantly.