

# Den Einsatz der Materialfluß-Simulation vereinfachen

## Das Konzept des Planungswerkzeugs *LogiFACT*

Prof. Dr.-Ing. W. A. Günthner, Dipl.-Ing. M. Haller

Die Simulation des Materialflusses als Hilfsmittel der Fabrikplanung hat sich im vergangenen Jahrzehnt ohne Zweifel durchgesetzt. Denn die Berücksichtigung der Dynamik ermöglicht es, die Wechselwirkungen von organisatorischen Strukturen, Investitionen in Maschinen und Transportsysteme, Durchlaufzeiten und Umlaufbeständen zu analysieren. Trotz der Fortschritte der Simulationstechnik wird sie aber im Planungsprozeß in der Regel nur punktuell eingesetzt.

Die Hauptanwendungsfelder finden sich heute dort, wo das technische Gesamtsystem für eine rein konventionelle Auslegung zu komplex, oder aber eine Absicherung der Planungsergebnisse vom Auftraggeber gefordert ist. Dazu wird am Ende der Detailplanung das System modelliert und simuliert, um die Leistungsfähigkeit zu validieren. Der Einsatz der Materialfluß-Simulation in früheren Projektphasen - um alternative Konzepte zu vergleichen und so frühzeitig Planungsfehler zu vermeiden - erfolgt hingegen nur selten.

### Beschränkungen konventioneller Materialfluß-Simulatoren

Für die Anwendung zur Materialfluß-Simulation stehen zahlreiche kommerzielle Programme zur Verfügung (zur Übersicht siehe etwa [1]). Die eingeschränkte Nutzung der bestehenden Systeme hat unterschiedliche Ursachen:

- Die Abbildung einer komplexen Anlage im Modell ist aufwendig. Für die Detaillierung des Materialflusses und der Steuerungsregeln sind Programmierkenntnisse erforderlich.
- Logik und Abbildungsgenauigkeit eines neuen Modells sind detailliert zu überprüfen und Fehler zu beheben, bevor Ergebnisse erhoben werden können.
- Um die Ergebnisse der Simulation analysieren zu können, sind in das Modell frühzeitig Mechanismen zur Sammlung und Auswertung der Ablaufinformationen zu integrieren.
- Aufgrund der langen Rechenzeiten sind die Simulationsläufe auf

das notwendigste zu beschränken. Zur Vorbereitung der Experimente ist Erfahrungswissen über kritische Parameter erforderlich.

Diese Einschränkungen führen dazu, daß Simulationen nur selten von der Planungsgruppe selbst durchgeführt werden. Stattdessen wird mit der Absicherung des Konzepts ein unternehmensinterner oder externer Dienstleister beauftragt (Bild 1). Der Informationsaustausch zwischen Planer und Simulationsexperten führt zu weiterem Zeit- und Ressourcenverbrauch.

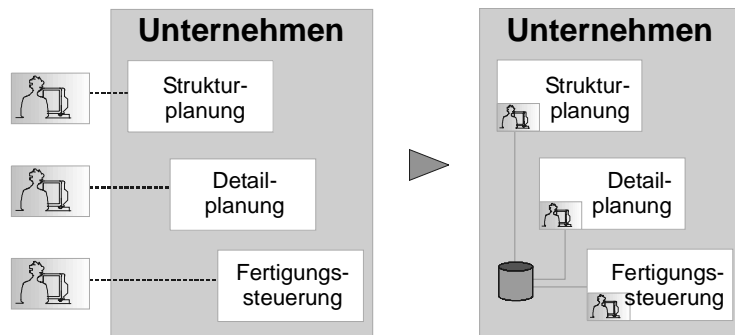


Bild 1: Integration der Simulation in das Unternehmen

### Steigerung der Effizienz erforderlich

Um stattdessen den Einsatz der Simulation zu vereinfachen, muß die Effizienz der Nutzung gesteigert und eine planungsbegleitende Verwendung ermöglicht werden. Dadurch würden sich neben der Absicherung der Planung zahlreiche weitere Vorteile ergeben:

- Mit den Simulationsergebnissen fließen frühzeitig und iterativ Verbesserungsansätze in die Planung ein.
- Ein übersichtliches Abbild des zu gestaltenden Systems spiegelt den aktuellen Stand der Planung wider und kann somit als gemeinsame Informationsbasis aller Beteiligten dienen.
- Durch die Ergebnisse wird frühzeitig Verständnis für das dynamische Verhalten des Systems entwickelt, wodurch Diskussionen und Entscheidungen versachlicht werden.

### Anforderungen an ein Planungswerkzeug

Aus den Erfahrungen der Beschränkung des Einsatzes der Materialfluß-Simulation wurde das Konzept eines simulationsgestützten Planungswerkzeugs entwickelt. Defizite bestehender Programme sollten weitestgehend ausgeglichen und die Effizienz der Simulationsanwendung gesteigert werden. Wesentliche Zielsetzungen waren deswegen:

- Einbettung der Simulationsexperimente in den Planungsablauf

durch integrierte Datenhaltung im Projekt und Modelle, die stufenweise simuliert und detailliert werden können.

- Aufbau eines hierarchischen Modells, in dem der Materialfluß durch den übergeordneten Informationsfluß überwacht wird und Steuerungsregeln einfach änderbar sind (siehe auch [2]).
- Rein grafisch-interaktive Modellierung, Experimentdurchführung und Auswertung ohne Programmierung.
- Verwendung einer allgemeinverständlichen Systemsicht zur Modellierung; darauf aufbauend anbieten anwendungsgerechter Auswertungen.
- Unterstützung des Anwenders mit Methodenwissen bei Experimentdurchführung und vergleichender Bewertung.

### Das Planungswerkzeug *LogiFACT*

Die Anforderungen der Effizienzsteigerung zum Einsatz der Materialfluß-Simulation sind mit dem Planungs-

werkzeug **LogiFACT** umgesetzt worden (siehe auch [3]). Die Software-Entwicklung war Teil eines vom BMBF geförderten Verbundprojekts der Halbleiterindustrie. Wegen seiner Anpassungsfähigkeit ist aber das Programm für alle Materialflußsysteme geeignet, die tendenziell der Fließproduktion zuzuordnen sind. Seine Zielgruppe bilden die Verantwortlichen für die Grob- und Detailplanung komplexer Produktionssysteme, aber auch die Mitarbeiter der Fertigungssteuerung.

- Die Oberfläche ist vollständig Windows-basiert und ermöglicht dadurch ein schnelles Zurechtfinden in der Funktionalität.
- Die Abbildung der Fabrikstruktur ergibt sich aus Bereichen, die hierarchisch angeordnet werden. Dadurch wird die Organisationsstruktur der Produktion realitätsnah nachgebildet.
- Die grafische Darstellung der Anlage erfolgt sowohl organisatorisch gegliedert als auch maßstabgetreu im Layout. Durch die Verwendung von CAD-Grafiken wird so die Aufstellungsplanung integriert.
- Maschinen, Transportsysteme und Zwischenlager werden grafisch-interaktiv eingesetzt und durch Transportverbindungen verknüpft.
- Die Verwendung von Behältern und Sammelbehältern bildet den Materialfluß detailgetreu ab; die interne Struktur der Anlagenteile entspricht den jeweiligen Besonderheiten.
- Jeder Bereich umfaßt umfangreiche Möglichkeiten zur Steuerung des Materialflusses durch parametrierbare Regeln.
- Auch die Grunddaten des Simulationsmodells werden grafisch-interaktiv verwaltet. Zu diesen zählen Produkte, Behälter, Arbeitspläne, Prozeßschritte und Auftragslisten.
- Die Durchführung von Simulationen wird durch den Experimentassistenten automatisiert. Dieser unterstützt beliebige Fragestellungen und weist auf Probleme im Modell hin.
- Für die Auswertung der Simulationsexperimente stehen vordefinierte, anpaßbare Statistiken zur Verfügung. Der Anwender kann sie zur detaillierten Beobachtung des Ablaufs, aber vor allem auch

zur zusammenfassenden Analyse alternativer Systeme nutzen.

### Die Vorteile des regelmäßigen Simulationseinsatzes

Die Möglichkeiten der detailgetreuen Abbildung weisen daraufhin, daß für eine detaillierte Abbildung vielerlei Eingangsinformationen erforderlich sind. Schließlich stellt ein Simulationsmodell - wenn auch vereinfacht - eine vollständig automatisierte Fabrik dar, deren Daten verwaltet werden müssen. Allerdings wirkt sich der regelmäßige und planungsbegleitende Einsatz der Simulation günstig auf den Aufwand der Datensammlung aus. Denn Informationen werden nicht einmalig und kurzfristig erhoben, sondern viele Maschinen und Transportsysteme stehen aus bestehenden Produktionsanlagen und früheren Planungen zur Verfügung und werden im Werkzeug verwaltet.

Auch die Vorteile eines regelmäßigen Einsatzes der Materialfluß-Simulation an sich sollten nicht unterschätzt werden. Die ständige Auseinandersetzung mit der Dynamik der Systeme in der Produktion und deren Auswirkungen auf vor- und nachgelagerte Prozesse schafft Transparenz und Problembewußtsein. Die Berücksichtigung des dynamischen Verhaltens kann stärker in die Auslegung und Auswahl der Bearbeitungsmaschinen eingehen und das Gesamtsystem damit vorausschauend optimiert werden.

### Anwendungsbeispiel

Einen Eindruck der Software-Anwendung in einem typischen Planungsprojekt zeigt Bild 2. Ziel des Projekts war die Neuplanung eines Bereichs der Halbleiterproduktion. Im Vergleich zu konventionellen Anlagen sollten die Durchlaufzeiten stark gesenkt und produkt- und losgrößenabhängige Unterschiede der Durchlaufzeiten vermindert werden.

Die Strukturplanung zeigte deutliche Vorteile eines Materialflußkonzepts auf, das die Lose innerhalb des Bereichs auf Behältergröße auflöst, eine Parallelisierung der Bearbeitung ermöglicht und Wartezeiten der Produkte reduziert. Zur Bewältigung des erhöhten Transportaufkommens für die Verteilung von Voll- und Leerbehältern war aber eine Automatisierung des interzellulären Materialflusses notwendig. Das Simulationsmodell wurde bei der Auslegung genutzt, um die Übergabestationen zu den Linear-Robotern zu dimensionieren und die Anzahl erforderlicher Fahrzeuge festzustellen. Die Ergebnisse bestätigten, daß sich die höheren Investitionskosten durch die Einsparungen an Kapitalbindung und Personalkosten in weniger als zwei Jahren amortisieren.

Im Anschluß an die Detailplanung stand das Simulationsmodell der Disposition zur Verfügung, um Strategien für die Materialflußsteuerung zu entwickeln. Einen Schwerpunkt dieser Arbeiten bildete die Aufgabe,



**Bild 2:** Einsatz des Planungswerkzeugs **LogiFACT** in der Halbleiterindustrie

die Maschinen im Engpaßbereich optimal auszusteuern, da hier besonders lange Rüstzeiten das Verteilen der Behälter auf parallele Maschinen erschweren.

Bild 3 zeigt als Ergebnis einer Experimentreihe die Abhängigkeit der Durchlaufzeiten vom Betriebspunkt im Verhältnis zur geplanten Ausla-

der TU München fachlich begleitet wird.

- Für die Einführung der Software in den Planungsabteilungen wird ein Pilot-Projekt ausgewählt. Wichtig ist vor allem eine klare Abgrenzung und Zielsetzung.
- Die Planungsgruppe wird ge-

bestehender Konzepte und dem erforderlichen Spezialwissen.

Mit dem simulationsgestützten Planungswerkzeug **LogiFACT** steht eine Anwendungs-Software zur Verfügung, die das Modellieren, Experimentieren, Auswerten und Verwalten der Informationen der Materialflußplanung vereinfacht und in den Projektablauf einbettet.

Damit besteht die Möglichkeit, die Trennung zwischen planendem Ingenieur und Simulationsexperten aufzuheben und die Betrachtung der Dynamik in den Prozeß der Gestaltung komplexer Produktionssysteme einzubetten.

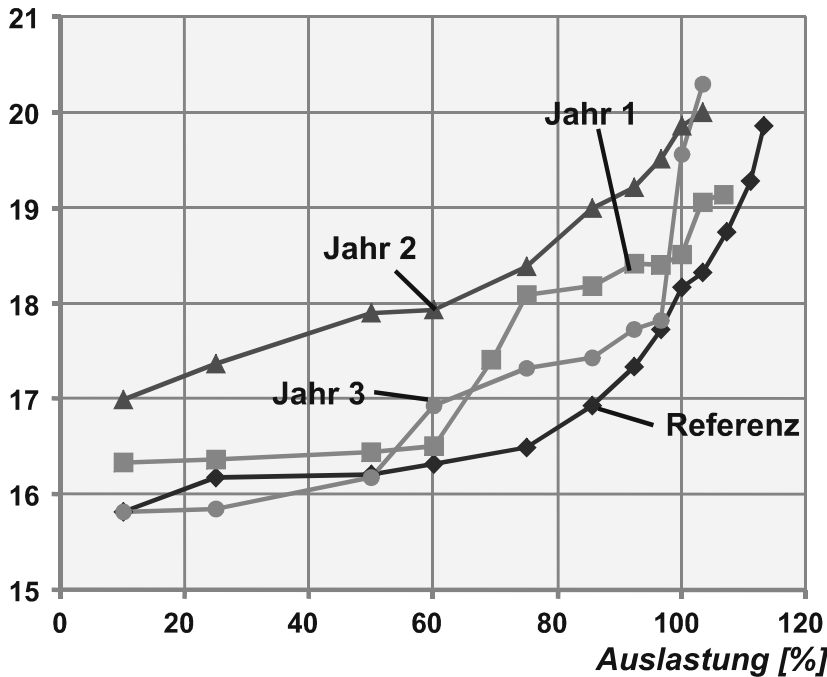
### Literatur

[1] Günthner, W.A., Kumpf A., Haller M. "Auswahl von Simulationssoftware: Auf den Verwendungszweck kommt es an." In: fördern und heben: f+h 47 Nr. 3 (1997) S. 130-132.

[2] Haller M., Nemmer M. "Anforderungsgerechte Modellbildung zum projektbegleitenden Einsatz der dynamischen Materialfluß-Simulation" In: Fortschritte in der Simulationstechnik - Tagungsband zum 11. Symposium Simulationstechnik 1997, Vieweg Verlag 1997.

[3] Günthner, W.A., Stegherr F., Haller M. "Planung - Simulation projektbegleitend nutzen" In: fördern und heben: f+h 47 Nr. 3 (1998) S. 130-132.

### Durchlaufzeit [h]



**Bild 3:** Abhängigkeit der Durchlaufzeit von Produktmix und Auslastung

stung; dabei wird der Referenzproduktmix, der der Grobplanung zugrunde lag, den Produktionsprogrammen der nächsten Jahre gegenübergestellt. Im Vergleich zur konventionellen Anlage konnten die Durchlaufzeiten durchschnittlich um mehr als zwei Drittel gesenkt und ihre Unterschiede von 40% auf 11% gesenkt werden. Das neue System bietet damit kürzere und zugleich stabilere Durchlaufzeiten, deren Erreichen bereits während der Planung abgesichert wurde.

### Einführungsstrategie

Durch die kurzen Einarbeitungszeiten in die Benutzung des Planungswerkzeugs **LogiFACT** können auch Anwender ohne Simulationserfahrung schnell zu Ergebnissen kommen. Um einen regelmäßigen Einsatz der Simulation zu initiieren und die Vorteile im Unternehmen deutlich zu machen, sollte die Anwendung mit einem Einführungsprojekt gestartet werden, das von Mitarbeitern des Lehrstuhls fml

meinsam grundlegend für das Werkzeug geschult. Gleichzeitig wird Bewußtsein für die Einflüsse auf das dynamische Verhalten des Systems geschaffen.

- Im Planungsablauf werden die Vor- und Nachteile des Simulationseinsatzes nach Entscheidungssituationen intern diskutiert.
- Ausgehend von den bestehenden Schablonen wird ein branchen- oder unternehmensspezifischer Bausteinkasten systematisiert.
- Am Ende des Projekts werden die Erfahrungen mit der Simulation Anwendung im Rahmen eines offenen Workshops im Unternehmen publiziert.

### Fazit

Konventionelle Simulationswerkzeuge werden in der Regel lediglich zur Absicherung der Planungsergebnisse verwendet. Der regelmäßige und projektbegleitende Einsatz scheitert bisher an der mangelnden Effizienz

### Autoren

Prof. Dr.-Ing. W. A. Günthner ist Leiter des Lehrstuhls für Fördertechnik Materialfluß Logistik (fml) der TU München.

Dipl.-Ing. M. Haller arbeitet als wissenschaftlicher Mitarbeiter am selben Lehrstuhl.

### Kontakt

Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluß Logistik

Technische Universität München  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Willibald A. Günthner

Boltzmannstraße 15 D-85748 Garching, Telefon (089) 289 - 1 59 21

<http://www.fml.mw.tu-muenchen.de>