

# Projektbegleitende Unterstützung der Planung durch Simulation

Beitrag in: fördern und heben: f+h 47, Nr. 3 (1998) S. 130-132

PROF. DR.-ING. W. A. GÜNTNER,  
DIPL.-ING. F. STEGHERR,  
DIPL.-ING. M. HALLER

**Die dynamische Materialflusssimulation stellt ein leistungsfähiges Werkzeug für die Analyse komplexer Produktionssysteme dar. Herkömmliche Simulations-Software erlaubt nur begrenzt den planungsbegleitenden Einsatz in verteilten Projektorganisationen. Im Projekt LogiMont werden die Möglichkeiten einer durchgängigen Unterstützung von Planungsprozessen erforscht.**

In der Halbleiterindustrie zeigen sich stärker noch als in anderen Branchen die Auswirkungen kurzer Innovationszyklen und dynamischer Märkte. Um sich im internationalen Wettbewerb behaupten zu können, ist ein starkes Wachstum erforderlich. Damit einher geht der Zwang, die Produktentwicklung, aber insbesondere auch die Planung und Inbetriebnahme neuer Produktionsanlagen zu verkürzen. Die Planung der Produktionsanlagen der Halbleiterindustrie ist wegen der aufwendigen Prozeßtechnik, der Bedingungen des Reindraums und des komplizierten Materialflusses besonders schwierig und vielschichtig. Sie wird mit verteilten Projektgruppen durchgeführt, die themenbezogen durch Spezialisten ergänzt werden.

Im Projekt LogiMont werden gemeinsam von der Firma Siemens (Bereich Halbleiter) und dem Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluß Logistik der TU München die Möglichkeiten einer projektbegleitenden Unterstützung der Fabrikplanung erforscht. Als Kernelement der Planungsunterstützung wird die ereignisorientierte Materialflusssimulation genutzt. Sie ermöglicht es, Varianten frühzeitig vergleichen und bewerten zu können. Bereits vor der Realisierung der Anlage kann deren dynamisches Verhalten analysiert und optimiert werden (siehe auch [1]).

Das Umfeld der durchgängigen Verwendung der Simulation ist komplexer als beim herkömmlichen Einsatz, bei dem sich die Nutzung zumeist auf die nachträgliche Validierung von Planungsergebnissen beschränkt. Um die Simulation verteilten Planungsgruppen zugänglich zu machen, sind Werkzeuge zur Verwaltung gemeinsamer Daten und Assistenzsysteme zur Unterstützung der Anwender erforderlich. Das Rechnerwerkzeug muß der Dynamik des Projektverlaufs angepaßt sein.

## Systemtechnische Planungsmethodik

Betrachtet man den Verlauf eines Projekts, so wird die Problematik des projektbegleitenden Einsatzes eines rechnergestützten Planungswerkzeugs deutlich. Mit den Methoden des Systems Engineering wurden die Grundlagen für das Vorgehen in einem komplexen Projekt systematisiert (siehe [2]).

Um der Komplexität der Problemstellung gerecht zu werden, ist eine Vorgehensweise vom Groben zum Detail notwendig. Dies bedeutet, frühzeitig Ziele zu setzen und Strukturen zu bilden, die es erlauben, Arbeitsgebiete abzugrenzen und entstehende Schnittstellen abstimmen zu können. In umfangreichen Projekten wird dementsprechend ein mehrstufiger Detaillierungsprozeß durchlaufen. Bevor allerdings eine Verfeinerung durchgeführt werden kann, sind mögliche Varianten aufzubereiten und zu vergleichen, um abgesicherte Entscheidungen treffen zu können. Auf diese Weise wird vor jeder Entscheidung für eine weitere Detaillierung ein Systemlösungsprozeß durchlaufen. Von der Zielsuche ausgehend wird eine Lösungssuche



Abbildung 1: Verlauf von Planungsprojekten

durchgeführt, die mehrere Alternativen hervorbringt, von denen eine für das weitere Vorgehen durch vergleichende Bewertung ausgewählt wird.

## Randbedingungen der Planung

Die Umsetzung dieser Prinzipien der Planung im Unternehmen stellt für die organisatorische Ausgestaltung eine Herausforderung dar. Denn die einzelnen Stufen der Detaillierung können nicht von einem Team konstanter Zusammensetzung ausgeführt werden. Zuständigkeiten und Aufgabenschwerpunkte wechseln mit der Projektlaufzeit.

Abbildung 1 verdeutlicht die Dynamik, die Kennzeichen großer Planungsprojekte ist. Grundlegend für das Wesen der sukzessiven Vorgehensweise ist, daß mit dem Planungsfortschritt der Detaillierungsgrad der Planungsunterlagen- und aufgaben wächst. Beim Übergang zwischen Planungsphasen, also nach grundlegenden Entscheidungen, liegt sogar ein Sprung im Detaillierungsgrad vor.

Im Überblick kann man bei der Neuplanung einer Anlage die vier Phasen Strukturplanung, Feinplanung, Realisierung und Betrieb unterscheiden (vgl. [3], [4]). Nach dem Planungsanstoß, der zumeist von der Geschäftsführung kommt, wird entsprechend der gegebenen Ziele im Rahmen der Grobplanung eine Kapazitätsauslegung und Strukturplanung durchgeführt. Wichtiges Ergebnis ist die Abschätzung des Investitionsumfanges, der eine wesentliche Entscheidungsgrundlage für den weiteren Projektvorgang ist.

## Bildung von Teilprojekten

Die grobe Struktur dient als Grundlage, für die Bildung von Teilprojekten in der Feinplanung, die die verwendete Prozeß-, Materialfluß- und Informationstechnik detailliert spezifizieren. Mit der Projektlaufzeit nimmt deswegen die Anzahl und die Spezialisierung der Projektbeteiligten stark zu. Um trotzdem ein abgestimmtes Gesamtsystem zu erreichen, sind für die Koordination der Teilaufgaben die Fragen der Materialfluß- und Informationstechnik von besonderer Bedeutung.

Nach dem Abschluß der Detailplanung mit der Vergabe der Realisierungs-Aufträge ist die Charakteristik des Gesamtsystems weitgehend festgelegt. Die Zeit bis zum Produktionsstart sollte genutzt werden, Steuerungsstrategien für den Betrieb des Systems zu entwickeln. Gelingt es, parallel zur Realisierung der Komponenten Steuerungsstrategien weitgehend zu optimieren, können diese frühzeitig in die Steuer- und Leittechnik des Systems übernommen werden. Der in vielen Projekten erhebliche Änderungsaufwand wird vermindert.

## Komplexität des Systems

Nach der Inbetriebnahme, dem Probebetrieb und der Freigabe der Anlage wird mit der Produktion begonnen. Begleitend zum Betrieb sind Aufgaben der Betreuung und Optimierung im Zusammenhang mit der Auftragssteuerung und Umbauvorhaben durchzuführen.

Mit dem Durchlaufen der Phasen ist verbunden, daß mit der Festlegung auf bestimmte Systeme die Menge der vorhandenen Information stark anwächst. Die Qualität der Daten nimmt hingegen erst mit der Inbetriebnahme der Anlagen signifikant zu. Zuvor wird mit Schätzwerten gearbeitet, es sei denn, es bestehen detaillierte Daten für den Betrieb gleicher Anlagenteile an anderen Standorten. Im Idealfall werden diese auf der Basis einer automatischen Erfassung und Auswertung der Maschinendaten verwaltet.

In allen Planungsphasen besteht letztendlich das Problem, daß das entstehende Produktionssystem einen hohen Grad an Komplexität aufweist. Zahlreiche Einflußgrößen bestimmen das dynamische Verhalten des Systems, die in ihrer Wirkungsweise untereinander stark vernetzt sind. Insbesondere sind dies die organisatorische Struktur, die Technologien, die für den Produktionsprozeß, den Material- und

Informationsfluß eingesetzt werden, und die verwendeten Strategien der Auftragssteuerung.

## Simulationsgestütztes Planungswerkzeug LogiFACT

Rechnerwerkzeuge haben für viele Projekte eine große Bedeutung erlangt. Die Verwendung reicht von Programmen zur Projektplanung über die Tabellenkalkulation, Präsentationen, CAD, Dokumentenverwaltung bis hin zu Simulationen unterschiedlichster Zielsetzung. Besonders weit gediehen ist die Unterstützung von Software-Projekten mit Hilfe von CASE-Tools.

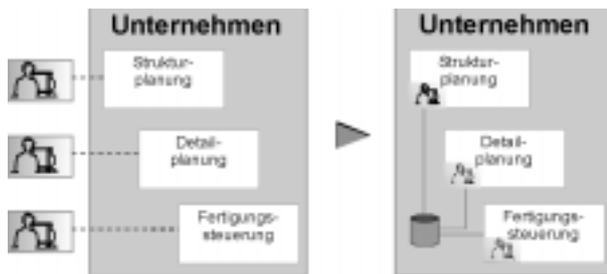


Abbildung 2: Integration der Simulation

Im Rahmen der Aufgaben der Fabrikplanung ist insbesondere für die Materialflußsimulation die durchgängige Nutzbarkeit der Werkzeuge noch sehr eingeschränkt. Ursachen hierfür liegen in den Schwierigkeiten, mit dem Modell dem Planungsfortschritt zu folgen, aber auch im effizienten Umgang mit den Werkzeugen. Zumeist wird die Simulation punktuell und dann in der Regel durch externe Dienstleister eingesetzt. Damit verbunden ist ein erheblicher Aufwand der Einarbeitung und Informationssammlung.

Mit dem simulationsgestützten Planungswerkzeug LogiFACT wird versucht, die bestehenden Probleme der Integration der Simulation in die Projektorganisation aufzuheben (siehe Abbildung 2).

Eine wesentliche Voraussetzung für den erfolgreichen Einsatz der Simulation in verteilten Projektorganisationen ist eine gemeinsame Datenhaltung. Diese muß es erlauben, Varianten zu bilden und die Planungsunterlagen, also das Modell, sukzessive zu detaillieren. Damit viele Anwender mit dem Werkzeug umgehen und Modelle einander übergeben können, ist eine übersichtliche Bedienung und Dokumentation der Modelle zu realisieren. Die Schwierigkeiten der Durchführung von zielgerichteten Simulationsexperimenten sind durch Assistenzsysteme zu unterstützen. Dabei muß klar sein, daß die Simulation die gründliche Planung nicht ersetzen kann. Sie ist ein Werkzeug, das der Planer nutzen kann, um Entscheidungen abzusichern und Optimierungspotentiale zu erschließen.

## Sukzessiv-Planung

Der durchgängige Einsatz eines Rechnerwerkzeuges in aufeinanderfolgenden Planungsphasen erfordert es, daß dem sukzessiven Vorgang des Entwerfens gefolgt wird. Das Planungswerkzeug muß deswegen die Möglichkeit bieten, Teile des Gesamtsystems von einzelnen Projektgruppen bearbeiten zu lassen und zu einem Gesamtmodell vereinigen zu können (vgl. [5]). Die Modellelemente, die den Anwendern angeboten werden, stellen das Ergebnis einer vorweggenommenen Systemanalyse dar. Damit sie den Entwurfsprozeß nicht behindern, müssen sie ein sukzessives Detaillieren des Modells erlauben und den gedanklichen Vorstellungen der Anwender weitgehend entsprechen.

Beim Prozeß der Neuplanung einer Fabrik setzt die Strukturplanung viele Randbedingungen für die weitere Detaillierung. Denn hier wird die organisatorische Strukturierung in Bereiche und die Aufstellungplanung weitgehend vorbestimmt. Je Bereich wird entsprechend der Charakteristik des Abschnitts der Prozeßkette ein Organisationstyp in Anlehnung an die Modelle der Werkstatt-, Gruppen- oder Fließfertigung gewählt. Für die weitere Ausgestaltung des Gesamtsystems ist diese Untergliederung in Bereiche in zweifacher Hinsicht von Bedeutung. Auf der einen Seite dienen die Bereiche als Abgrenzung für die Bildung von Teilprojekten. Auf der anderen Seite entspricht diese Struktur bereits weitgehend der Unterteilung, die für die Betriebsorganisation des Systems genutzt wird.

## Hierarchische Modellbildung

Im simulationsgestützten Planungswerkzeug LogiFACT verwendet der Anwender das Modellelement „JobManager“, um Bereiche und deren Koordination abzubilden.

Der JobManager steuert und repräsentiert zugleich seinen Verantwortungsbereich. Er kann im Modell verschoben, ausgegliedert, separat abgespeichert oder in ein anderes Modell eingegliedert werden. Dadurch ist die Grundlage für eine Bearbeitung des Simulationsmodells in verteilten Projektgruppen gegeben. Es ist Aufgabe der integrierten Projektverwaltung, die Modellteile im Rahmen einer Versionskontrolle für autorisierte Anwender bereitzuhalten. Nach Entscheidungen über die Auswahl von Varianten wird der Stand gesichert, so daß von diesem ausgehend in den folgenden Planungsphasen detaillierter spezifiziert werden kann.

Je nach Detaillierungsgrad und technischer Ausprägung können reale Entsprechungen des JobManagers beispielsweise die Fertigungsleitung, der Werkstattmeister, eine Anlagensteuerung, eine Transportsteuerung oder auch eine Maschinensteuerung sein. Während des Entwerfens eines neuen Systems werden für jede weitere Untergliederung in Teilbereiche untergeordnete JobManager eingesetzt. Auf diese Weise ergibt sich ein hierarchisches System aus Bereichen, die untergeordnete Bereiche koordinieren (siehe auch [6]).

Wie in der Realität erfolgt die Koordination auf der Basis von Aufträgen und Rückmeldungen. Ein JobManager erhält von seinem übergeordneten Koordinator einen Auftrag, den er entsprechend den Fähigkeiten seines Bereichs detailliert und weitergibt. Die ihm untergeordneten Bereiche informieren ihn über den Status der Teilaufträge mit Rückmeldungen, die er zusammenfaßt und seinerseits an seinen Koordinator schickt. Die Informationen eines JobManagers über die Auftragslage und die Situation in seinem Verantwortungsbereich bilden die Grundlage für die Gestaltung seiner Koordinationsaufgabe. Der Anwender hat die Möglichkeit, die Strategien

zur Koordination eines Bereichs anhand von prozeßkettenbezogenen Entscheidungsknoten und Regeln zu definieren. Das Planungswerkzeug ermöglicht es dadurch, ohne Programmieraufwand die Steuerung eines Bereichs in enger Anlehnung an die Wirklichkeit festzulegen und zu optimieren.

## Modellierung des Material- und Informationsflusses

Der größte zeitliche Aufwand wird bei der Neuplanung eines Systems für die technische Ausgestaltung eines Bereichs durch die Festlegung auf Maschinen, Materialflußtechnik und Anordnungen verwendet. Hierbei wird die Dynamik des Materialflusses entscheidend geprägt. Denn das Netzwerk der Teilsysteme bestimmt in Verbindung mit dem Produktmix und den Arbeitsplänen die dynamische Charakteristik des Systems. Zusätzlich kann bei Systemen, die nicht starr vertaktet sind, mit der Koordination der Auftragsbearbeitung auf die Dynamik eingewirkt werden. Der Materialfluß wird durch den Informationsfluß der Aufträge gesteuert.

Der für Simulationsuntersuchungen erforderliche Detaillierungsgrad hängt von den Zielsetzungen ab. Aussagen über das Einhalten technischer Restriktionen wie etwa der Transportbehälteranzahl lassen sich nur berücksichtigen, wenn der Materialfluß detailliert abgebildet wird. Hingegen genügt für langfristige Abschätzungen, etwa der des Jahresdurchsatzes einer Anlage, die Abbildung des Auftragsflusses.

Um dem Planer die Modellierung in der durchführenden Ebene des Materialflusses zu vereinfachen, werden ihm Schablonen zur Abbildung der Maschinen und der Materialflußtechnik angeboten. Schablonen werden branchenspezifisch erstellt und von der Projektverwaltung für den Anwender bereitgehalten. Die Konfiguration der Maschine erfolgt anhand des maschineneigenen JobManagers. Verknüpfungen im Materialflußsystem werden mit den

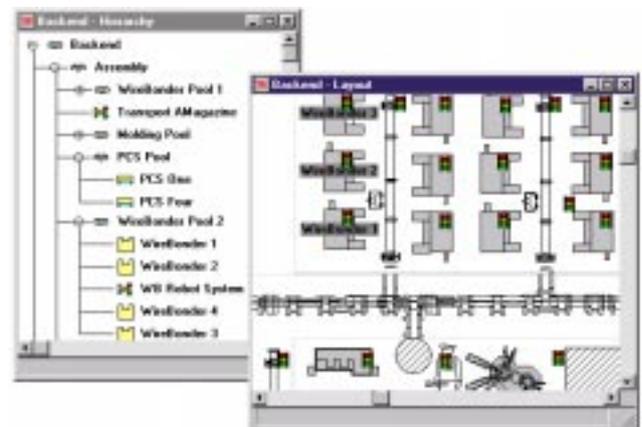


Abbildung 3: Modellbildung im Planungswerkzeug LogiFACT

Übergabestellen im Layout definiert. Für den Anwender weitgehend verborgen wird die Funktion der Maschine durch eine maschinentypspezifische Zusammensetzung der drei Subsystemtypen Puffer, Prozeß und Transporter realisiert. Diese werden von ihrem JobManager, der Maschinensteuerung, koordiniert.

Abbildung 3 zeigt ein Beispiel der Benutzeroberfläche, die den Anwender beim Entwerfen und dem Modellaufbau unterstützt. Die Anlage wird durch eine CAD-nahe Darstellung visualisiert. Parallel hierzu erleichtert die organisatorische Darstellung des Produktionssystems im hierarchischen Baum den direkten Zugriff auf Teilsysteme.

Im Anschluß an die Detailplanung stellt die Entwicklung von Strategien der Auftragssteuerung im System eine anspruchsvolle Aufgabe dar. Da es für die optimale Steuerung eines Systems kein „Kochrezept“ gibt, muß eine den Zielgrößen angemessene Strategie durch Experimente erarbeitet werden. Dazu werden die Steuerungsregeln durch Parametrierung variiert. Die Entwicklung von Steuerungsstrategien ist eine bleibende Aufgabe auch im Betrieb des Systems. Denn die Randbedingungen an den Betrieb sind den wechselnden Anforderungen durch Produktmix und Produktionsvolumen unterworfen.

## Durchführung von Simulationsexperimenten

Das Entwerfen und Bewerten von Anlagenteilen sind wiederkehrende Vorgänge in einem mehrstufigen Planungsprozeß. Innerhalb einer Planungsphase erhält man aus der Auswertung des Systems Hinweise für Optimierungsmöglichkeiten, wodurch der iterative Kreis des Problemlösungsprozesses geschlossen wird. Abschließend werden sinnvolle Varianten verglichen, um eine Entscheidung für das weitere Vorgehen zu treffen.

Bei der Analyse eines Produktionssystems mittels eines ereignisorientierten Simulationsprogramms werden zur Ermittlung des dynamischen Verhaltens Simulationsläufe durchgeführt. Dazu werden einzelne Einflußgrößen variiert, von denen angenommen wird, daß sie von signifikanter Bedeutung für die Zielgrößen sind. Einflußgrößen sind externe Randbedingungen wie das aktuelle Produktionsprogramm oder auch Details der Anlage wie beispielsweise die Anzahl der Maschinen eines Prozeßtyps oder die Störanfälligkeit einer Maschine.

Der Aufwand für ein komplexes Experiment ist bedingt durch die Variation der Einflußgrößen, die Dokumentation des Vorgehens und nicht zuletzt die Rechenzeiten groß. Dabei wird in der Praxis der Simulationsstudien oft noch der Einfluß der Stochastik auf das Simulationsergebnis vernachlässigt. Um die Güte einer Analyse einschätzen zu können, ist es erforderlich, für jede Parametereinstellung mehrere Simulationsläufe mit unterschiedlichen Zufallszahlenreihen durchzuführen.

Innerhalb der Vielzahl von Simulationsexperimenten lassen sich bestimmte Grundtypen unterscheiden. Zu diesen gehören die Analyse der Sensitivität der Maschinenauslastung in Bezug auf den Produktmix, die Feststellung der erforderlichen Anzahl von Transportbehältern und der Vergleich von Varianten bei gleichen Randbedingungen. Ähnliche Zielsetzungen erfordern auch eine vergleichbare Vorgehensweise bei der Experimentdurchführung.

## Unterstützung des Anwenders durch Assistenzsysteme

Bei der Durchführung der Simulationsexperimente werden die Anwender des Planungswerkzeugs LogiFACT durch den „Experiment-Assistenten“ unterstützt. Im Dialog mit dem An-

wender wird festgelegt, welche Modellbereiche in Bezug auf die Fragestellung untersucht werden sollen. Dabei macht der Experiment-Assistent dem Anwender entsprechend dem hinterlegten Erfahrungswissen Vorschläge; der Anwender kann aber auch vollständig seinen eigenen Vorstellungen folgen. Die Angaben zur Parameter-Variation werden ergänzt durch Fragen der statistischen Absicherung und Festlegungen, inwiefern vergleichbare Entwürfe einander als Varianten gegenübergestellt werden sollen. Der Experiment-Assistent führt das komplette Simulationsexperiment selbstständig durch, dokumentiert das Vorgehen und bereitet die Ergebnisse auf. Der Anwender kann sich während der Berechnungszeit anderen Aufgaben wie zum Beispiel der Erstellung einer weiteren Variante widmen.

Nach Beendigung des Simulationsexperiments stehen die Ergebnisse für die Analyse bereit. Der Experiment-Assistent schlägt dem Planer entsprechend der Zielsetzung des Experiments eine Auswahl an textuellen und grafischen Auswertungen vor und bereitet diese auf. Dadurch erhält der Anwender eine Hilfe zum effizienten Vorgehen und es wird verhindert, daß wesentliche Analysen vergessen werden.

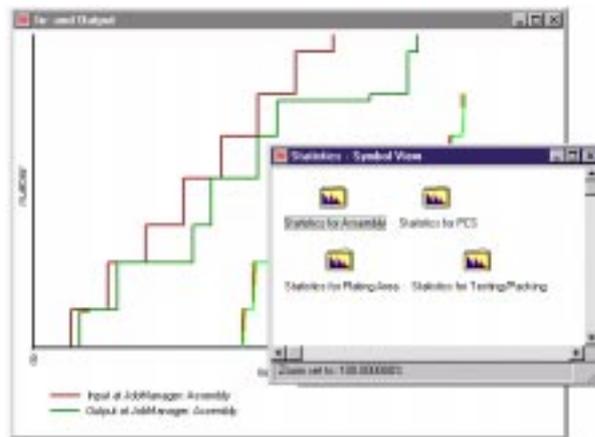


Abbildung 4:  
Statistische Aufbereitung des Simulationsverlaufs

Über den vom Experiment-Assistenten vorgeschlagenen Umfang hinaus kann der Anwender mit Hilfe des „Statistik-Assistenten“ eigene Auswertungen definieren und aufbereiten lassen. Diese Möglichkeit kann auch genutzt werden, um während des Simulationslaufs Einzelkennwerte zur Anzeige zu bringen. Somit kann die Logik des Modells überprüft oder spezielle Verhaltensweisen visualisiert werden (siehe als Beispiel Abbildung 4). Bei allen Möglichkeiten einer Online-Visualisierung darf aber nicht vergessen werden, daß für eine ganzheitliche Bewertung eines Systems zusammenfassende Analysen von größerer Bedeutung sind.

Ogleich die Anwender bei den Aufgaben der Simulationsdurchführung und der dynamischen Systemanalyse weitgehend unterstützt werden, stellt dies keinen Automatismus der Optimierung dar. Das dynamische Verhalten eines Systems ist zu vielschichtig und komplex, als daß es durch ein starres Regelwerk bewertet werden könnte. Für die Gewichtung der Teilergebnisse und die detaillierte Schwachstellenanalyse ist die Erfahrung und Intuition des Planers erforderlich, um zu einer ganzheitlichen Bewertung zu gelangen. Die Assistenzsysteme unterstützen ihn allerdings bei dieser Aufgabe, indem sie Methoden- und Erfahrungswissen zur Verfügung stellen und Routinearbeiten abnehmen.

## Fazit

Große Planungsprojekte erfordern die Zusammenarbeit in verteilten Projektgruppen. Daraus resultiert ein erheblicher Koordinationsaufwand und die Notwendigkeit, im Rahmen einer sukzessiven Vorgehensweise Teilaufgaben abzugrenzen und zu bearbeiten.

Wegen der komplizierten Dynamik von Produktionssystemen ist für eine ganzheitliche Analyse der Einsatz von Simulationswerkzeugen erforderlich. Allerdings wechseln mit dem Lebenszyklus der Anlage Qualität und Quantität der vorhandenen Informationen und die zu bearbeitenden Aufgaben. Damit eine durchgängige Nutzung der Simulation im Projekt möglich wird, müssen die Daten der verteilten Projektgruppen gemeinsam verwaltet werden. Darüber hinaus ist es erforderlich, mit der Modellbildung eine stufenweise Detaillierung des Modells und eine große Ähnlichkeit zu realen Steuerungsstrukturen zu ermöglichen.

Um die Verwendbarkeit des Werkzeugs durch viele Anwender zu erreichen, muß ein hoher Grad an Wiedererkennung ermöglicht und die Aufgaben des Experimentierens und Auswertens unterstützt werden. Hierzu ist in Assistenzsystemen Methoden- und Erfahrungswissen zu hinterlegen.

Mit dem simulationsgestützten Planungswerkzeug LogiFACT wurden die wesentlichen Funktionalitäten, die für eine projektbegleitende Planungsunterstützung erforderlich sind, realisiert. Dadurch wird ein effizienterer Einsatz der Simulation und die weitere Versachlichung von Entscheidungsgrundlagen ermöglicht.

## Literaturhinweise:

- [1] W. A. Günthner, A. Kumpf, M. Haller, „Auswahl von Simulations-Software: Auf den Verwendungszweck kommt es an“, *Fördern und Heben* 47 (1997), Nr. 3, Seiten 130-134.
- [2] W. F. Daenzer: *Systems engineering: Methodik und Praxis*, Zürich: Verlag Industrielle Organisation, 1994
- [3] Arnold, Dieter: *Materialflußlehre*, Braunschweig/Wiesbaden: Vieweg, 1995
- [4] Aggteleky, Bela: *Fabrikplanung: Werksentwicklung und Betriebsrationalisierung*, B. 1-3, München, Wien: Hanser, 1987
- [5] W. Dangelmaier: „Eine objektorientierte Methode für die Fabrikplanung und -steuerung“, Tagungsbeitrag „Planung von Logistiksystemen '95“, Magdeburg 1995
- [6] M. Haller, M. Nemmer: „Anforderungsgerechte Modellbildung zum projektbegleitenden Einsatz der dynamischen Materialfluß-Simulation“, Tagungsbeitrag ASIM-Symposium 1997, erschienen in *Fortschritte in der Simulationstechnik*, Braunschweig/Wiesbaden: Vieweg, 1997