



# ***Durchgängige Produktions- und Logistikplanung***

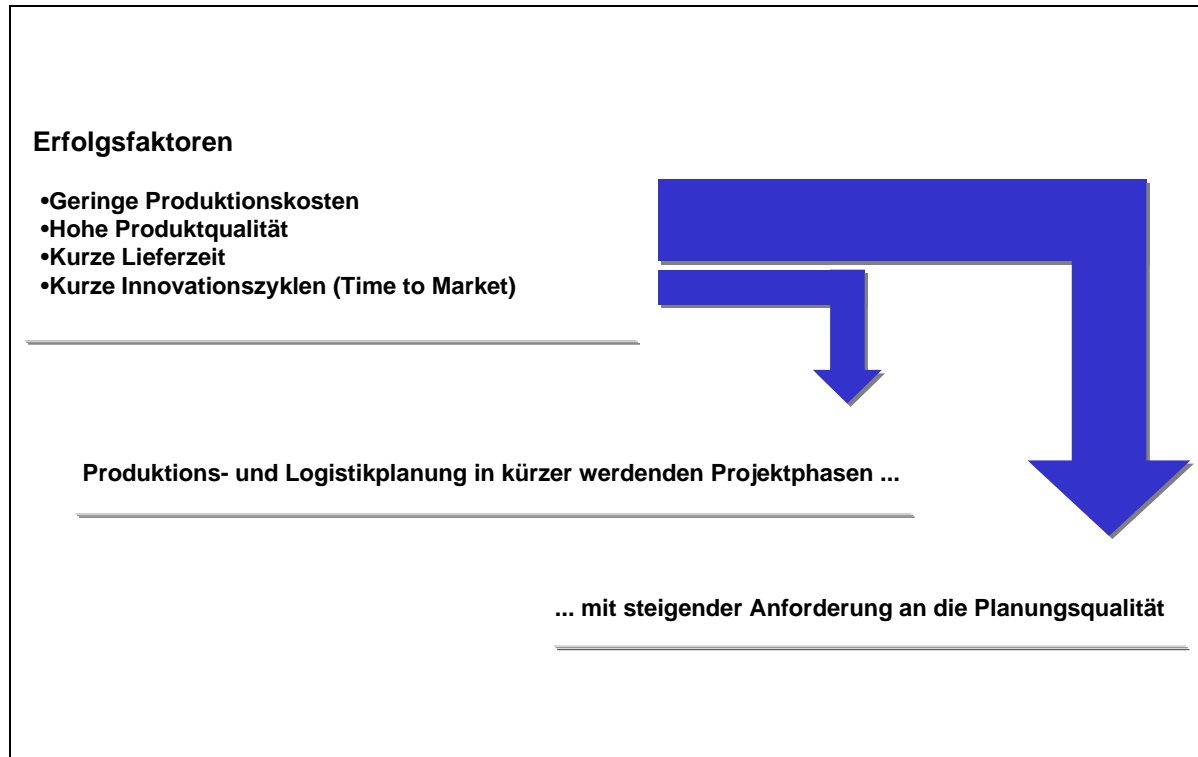
*Dipl.-Ing. Ulrich Kohler*

*Dipl.-Ing. Martin Werner*

*Institut für Produktionstechnik GmbH (ifp)*

*Heisenbergbogen 1*

*85609 Aschheim-Dornach*



*Bild 1: Erfolgsfaktoren am Standort Deutschland*

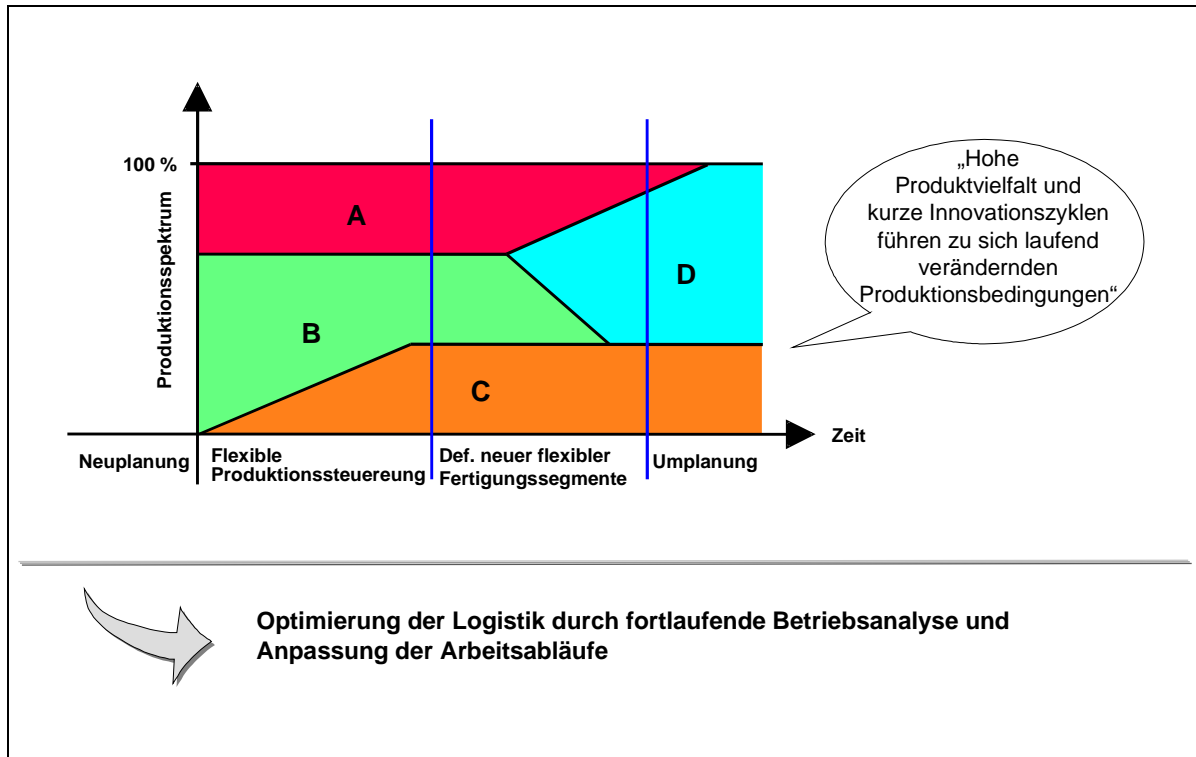
## 1 Einleitung

### 1.1 Die Erfolgsfaktoren

Die produzierende Industrie am Standort Deutschland unterliegt einem sich stetig verschärfenden, globalen Wettbewerb [UHLMANN 1998]. Langfristig werden sich Unternehmen mit einer Produktion in Deutschland nur behaupten können, wenn die im Vergleich überdurchschnittlich hohen Produktionskosten [VDMA 1999] durch innovative, hoch preisfähige Produkte gerechtfertigt werden [MILBERG 1997].

Die Forderung nach Innovation setzt eine hohe Wandlungsfähigkeit der Unternehmen voraus. Die Bereitschaft zum schnellen Um- und Neugestalten der Produkte, Betriebsmittel und Prozesse sowie der Unternehmensstrukturen ist für viele Unternehmen der Schlüssel zum Erfolg geworden. Schneller Wandel ist jedoch auch mit Risiken verbunden [REINHART ET AL. 1999], die sich nicht zuletzt auf die Kostenstrukturen der Produkte auswirken können.

Deshalb müssen Produktions- und Logistikplanungen, die den Wandel einleiten, in immer kürzeren Zeitabständen durchgeführt werden mit einer steigenden Anforderung an die Planungsqualität.



*Bild 2: Erfolgsfaktoren am Standort Deutschland*

Die Reaktion auf Veränderungen im Produktionsumfeld ist jedoch stark abhängig von dem Grad des Wandels. In dem oben dargestellten Beispiel wurde das Produktions- und Logistikkonzept bei der Neuplanung auf zwei Hauptprodukte A und B ausgelegt. Die Einführung eines zusätzlichen neuen Produktes C kann meist noch durch eine flexible Produktionssteuerung abgefangen werden. Ab einem bestimmten Zeitpunkt hat jedoch das neue Produkt gegenüber den alten Produkten einen so großen Anteil gewonnen, dass erste strukturelle Anpassungen notwendig werden. Da die in MATVAR erarbeiteten flexiblen Fördertechnikkonzepte eine Modifizierung zulassen, kann in dieser Phase von einer Anpassung der flexiblen Fertigungssegmente gesprochen werden. Erst wenn die beiden ursprünglichen Produkte völlig ausgelaufen sind, müssen u.U. größere Anpassungen in der Produktion und Logistik vorgenommen werden.

Das dargestellte Szenario verdeutlicht, dass der planerische Eingriff in die Produktion und Logistik sich sehr unterschiedlich gestalten kann. Zudem müssen Planungssysteme auf einem ständig aktuellen Stand gehalten werden, damit zum einen die aktuelle Ist-Situation mit dem ursprünglich geplanten verglichen werden kann und zum anderen ein direktes Einsetzen der Planungsmaßnahmen zu jedem Zeitpunkt möglich ist.

Die Planung wird zum Bestandteil der flexiblen Produktion und bietet die Basis einer fortlaufenden Betriebsoptimierung.

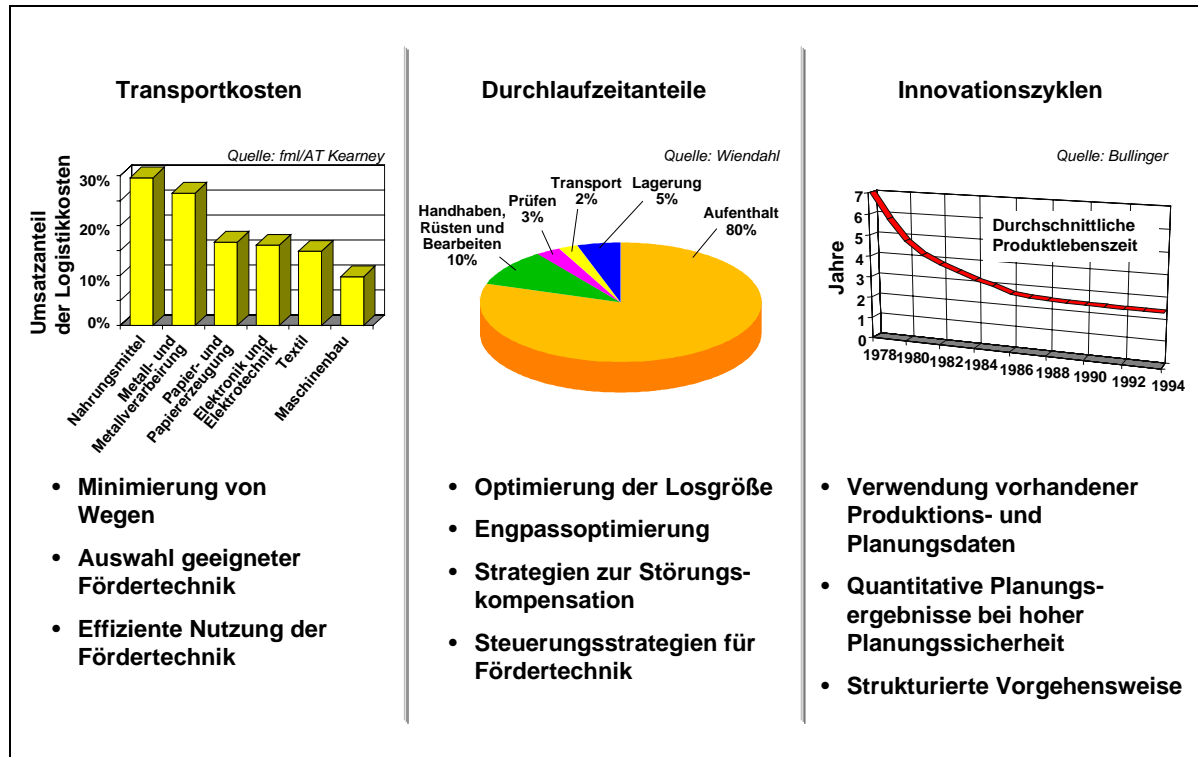


Bild 3: Potentiale der Produktions- und Logistikplanung

## 1.2 Potentiale der Produktions- und Logistikplanung

Die Erschließung von Potentialen mit einer fortlaufenden Produktions- und Logistikplanung ergeben vielfältige Anforderungen an das Planungswerkzeug. Einsparungen in den Logistikkosten, die derzeit z.B. im Maschinenbau ca. 10% des Umsatzes einnehmen, können durch eine Minimierung der Transportwege und durch eine Auswahl und effiziente Nutzung einer geeigneten Fördertechnik erschlossen werden. Diese statischen Optimierungen können nur durch die Verarbeitung von Weginformationen vorgenommen werden, weshalb das angestrebte Planungstool eine CAD-basierte Layoutkomponente erfordert.

Neben dieser statischen Planung des Produktions- und Logistiksystems bietet die dynamische Anpassung große Potentiale zur Reduktion von Liegezeiten im Auftragsdurchlauf. Ansätze können beispielsweise die Anpassung von Losgrößen, Engpässen oder Steuerungsstrategien sein. Die Planung dieser oder ähnlicher Optimierungsaufgaben sind aufgrund der Komplexität und der gegenseitigen Beeinflussung der einzelnen Optimierungsparameter mit konventionellen Hilfsmitteln nur schwierig zu lösen. Durch den Einsatz der Ablaufsimulation können auch komplexe Produktions- und Logistiksysteme im Rechner nachgebildet und alternative Systemkonfigurationen anhand verschiedener Kennzahlen bewertet werden.

Deshalb kann die Forderung nach einer hohen Planungsqualität vor allem durch Einsatz der Simulationstechnik gewährleistet werden.

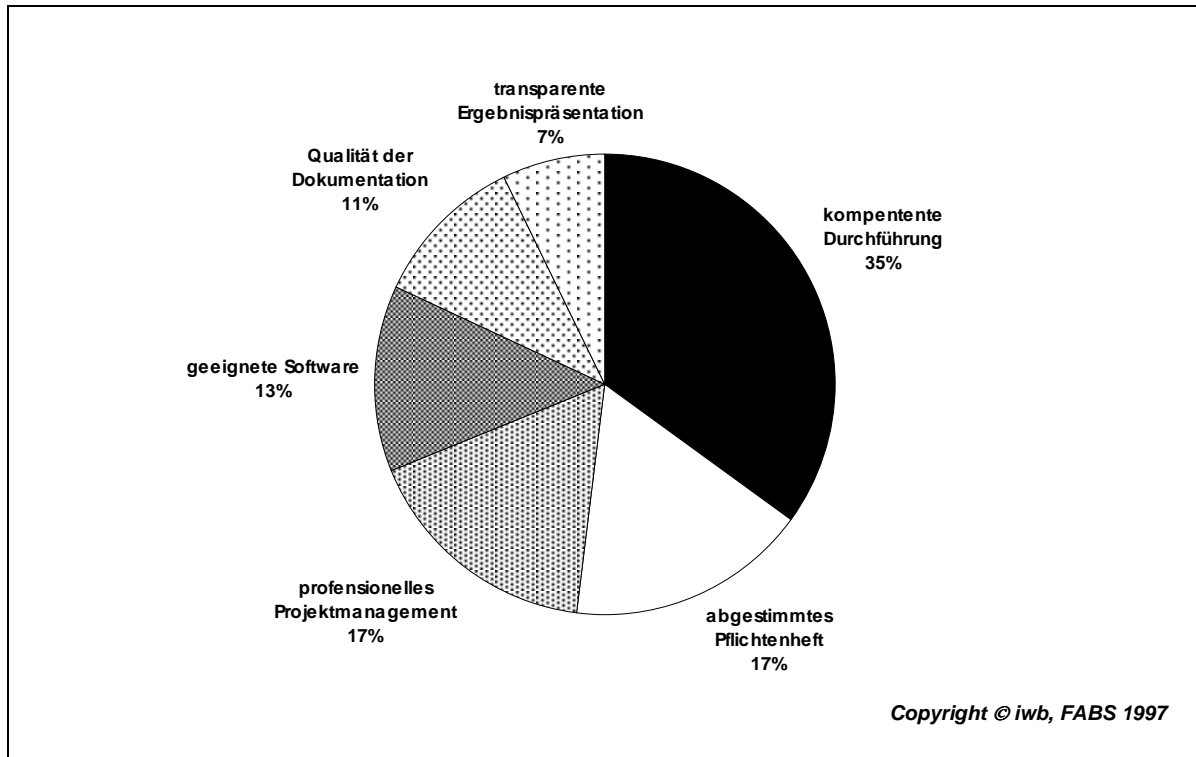
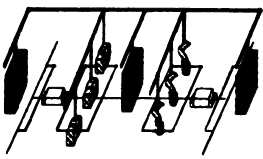
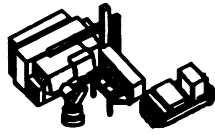



Bild 4: Faktoren für den erfolgreichen Einsatz von Simulation

Letztlich ergeben sich aus den kurzen Innovationszyklen der Produkte, die eine schnelle und zielgerichtete Anpassung der Produktions- und Logistikstruktur erfordern, die Anforderungen an eine strukturierte Vorgehensweise. Zudem müssen vorhandene Produktions- und Planungsdaten automatisiert verarbeitet werden. Neben dem Ausbau der Schnittstellen zur Übernahme von Daten müssen auch die Schnittstellen zur Übergabe der fertigen Planungsergebnisse verbessert werden.

Eine durchgeführte Umfrageaktion in deutschen Unternehmen [REINHART ET AL. 1997] belegt diese Annahmen. Sie zeigt, dass als Hauptfaktoren für einen erfolgreichen Einsatz der Simulation eine kompetente Durchführung, ein professionelles Projektmanagement, eine geeignete Software sowie eine ausreichende Qualität der Planungsdaten gesehen werden.

Planungsebene	Planungsinhalt	Simulationsmodell
<b>Anlage</b> 	- Anlagenlayout - Materialfluß/Logistik - Systemleistung - Fertigungsprinzip - Steuerungsstrategien - Entstörstrategien	Ablaufsimulation (grob)
<b>Zelle</b> 	- Zellenlayout - Ablaufvorschriften - RC-/NC-Programmierung - Kollisionsvermeidung - Taktzeitoptimierung	Ablaufsimulation (fein) Graphische 3D-Simulation
<b>Komponente</b> 	- Betriebsmittelbeanspruchung - Prozeßparameter - Werkzeuge - Hilfsmittel	Finite-Elemente-Methode (FEM) Graphische 3D-Simulation Mehrkörpersimulation (MKS)

Copyright © iw b 1997

Bild 5: Übersicht über die derzeit verfügbaren Simulationssysteme

## 2 Stand der Forschung und Technik

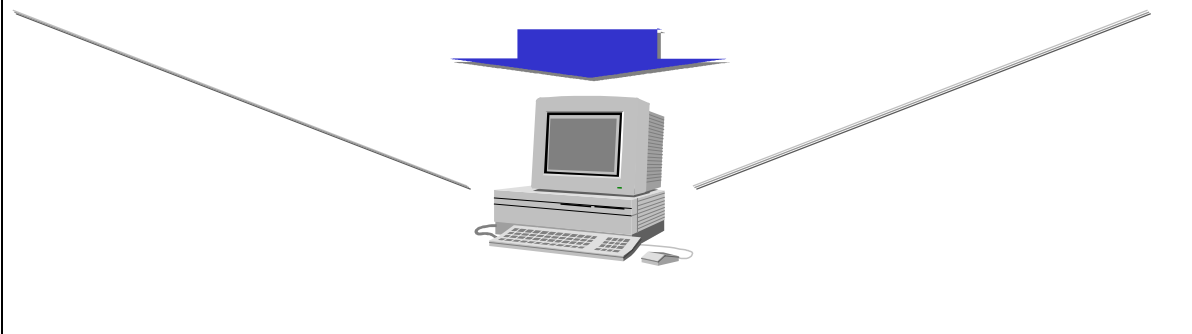
Für den Einsatz der Simulationstechnik in der Produktions- und Logistikplanung, insbesondere zur Analyse der Steuerung, eignen sich Ablaufsimulationssysteme. Die derzeit am Markt verfügbaren Systeme bieten jedoch nur teilweise spezifische Anpassungen an den vorliegenden Anwendungsfall. Sie können zwar die Planung unterstützen, jedoch existieren derzeit keine EDV-Werkzeuge, die von der Aufbereitung der Plandaten über die Optimierung der Transportkosten und der Auftragssteuerung bis zur Realisierung der Planung den Anwender unterstützen. Deshalb kommen heute zu unterschiedlichen Planungsphasen unterschiedliche Werkzeuge zum Einsatz; redundante Datengenerierung, Planungsfehler und lange Projektdurchlaufzeiten sind die Folge.

In der Zusammenfassung der Umfrage zum Thema Simulationssysteme [REINHART ET AL. 1997] werden zudem folgende Ansätze zu Verbesserung der bestehenden Systeme genannt:

- Benutzerfreundlichkeit
- Datentechnische Integration – Schnittstellen
- Modellierung und Validierung
- Experimentdefinition, Ergebnisauswertung, -interpretation und -darstellung



- Datenübernahme aus dem informationstechnischen Umfeld der Produktion und Logistik
- Definition und Optimierung von Produktionsabläufen unter Berücksichtigung logistischer Aspekte
- Unterstützung der statischen Planung des Produktionssystems (Fabrikplanung)
- Auswahl und Dimensionierung des Logistiksystems
- Erprobung unterschiedlicher Steuerungsstrategien für das Produktions- und Logistiksystem
- Bewertung der Planungsalternativen anhand quantitativer Kriterien



*Bild 6: Anforderungen an die EDV-basierte Produktions- und Logistikplanung*

### 3 Ableitung des Handlungsbedarfs

Neben den vorgestellten Ergebnissen aus der Analyse der derzeit verfügbaren Planungshilfsmittel und der Einschätzungen aus Sicht der Unternehmen erfolgte für die Festlegung der Anforderungen an das entwickelnde Planungstool eine enge Zusammenarbeit mit den Partnern im Projekt MATVAR.

So erfolgte im ersten MATVAR-Förderjahr eine ausführliche Analyse des innerbetrieblichen Materialflusses in den Produktionsbereichen Vorfertigung und Oberfläche der Firma BSH in Traunreut. Basierend auf den Erfahrungen aus dem Auftaktprojekt wurden die Problempunkte bei der Durchführung von Produktions- und Logistikplanungen aufgezeigt und in Anforderung an die Entwicklung eines ganzheitlichen EDV-Werkzeuges umgesetzt.

Die Schwerpunkte der oben dargestellten Anforderungen werden primär in der ganzheitlichen Unterstützung des Anwenders während der Planung gesehen. Dies setzt voraus, dass eine systematische Planungssystematik dem EDV-Werkzeug hinterlegt wird, wodurch der Anwender zu jeder Planungsphase auf geeignete EDV-Unterstützung zurückgreifen kann.

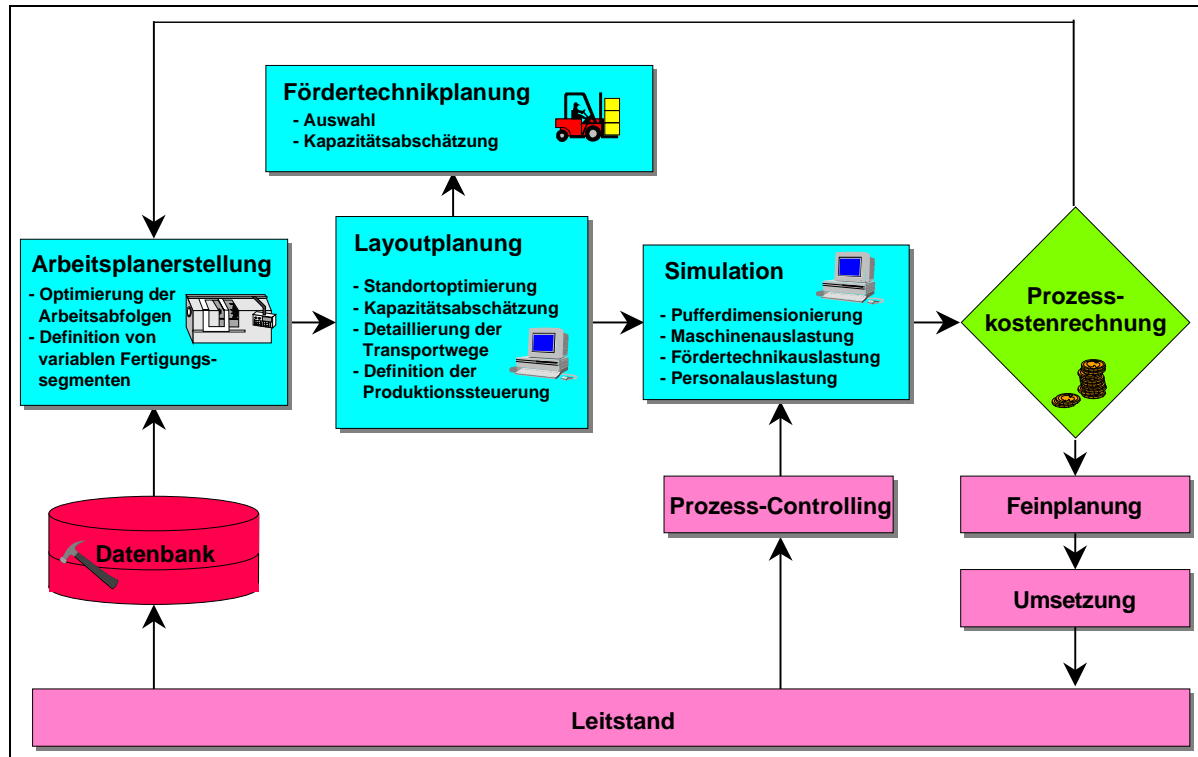


Bild 7: Konzept der EDV-basierten Produktions- und Logistikplanung

## 4 Konzeptentwicklung

In Zusammenarbeit mit den MATVAR-Partnern fml und ObTEC wurden die System-schnittstellen für einen durchgängigen Datentransfer von der Planung über die Realisierung bis zum Prozess-Controlling definiert. Sie bilden die Rahmenbedingungen für das zu entwickelnde Planungswerkzeug.

Am Beginn der Planung werden die Produktionsdaten in die Planungsdatenbank übernommen. Basierend auf diesen Planungsdaten werden im ersten Modul, der Arbeitsplanerstellung, die Produktionsprozesse optimiert oder neu definiert. Die resultierenden Abläufe werden in der Layoutplanung graphisch im Layout dargestellt. Durch die Anpassung der Produktionsstruktur an die Abläufe werden alternative Layoutszenarien entwickelt. Über einen automatischen Datenaustausch zum Förder-technikmodul erfolgt zudem die Planung und Dimensionierung der Logistik. Die hieraus resultierenden Alternativen für das Produktions- und Logistikkonzept müssen zudem in ihrer Steuerung weiter detailliert werden.

Aufgrund der Vielzahl an Gestaltungsparameter können sehr vielfältige Lösungsansätze gefunden werden. Deshalb werden die unterschiedlichen Konzepte basierend auf den Prozesskosten miteinander verglichen und eine Systemauswahl vorgenommen. Über eine weitere Schnittstelle werden die Ergebnisse der Planung zur Realisierung und dem Controlling an den Leitstand zurückgegeben.



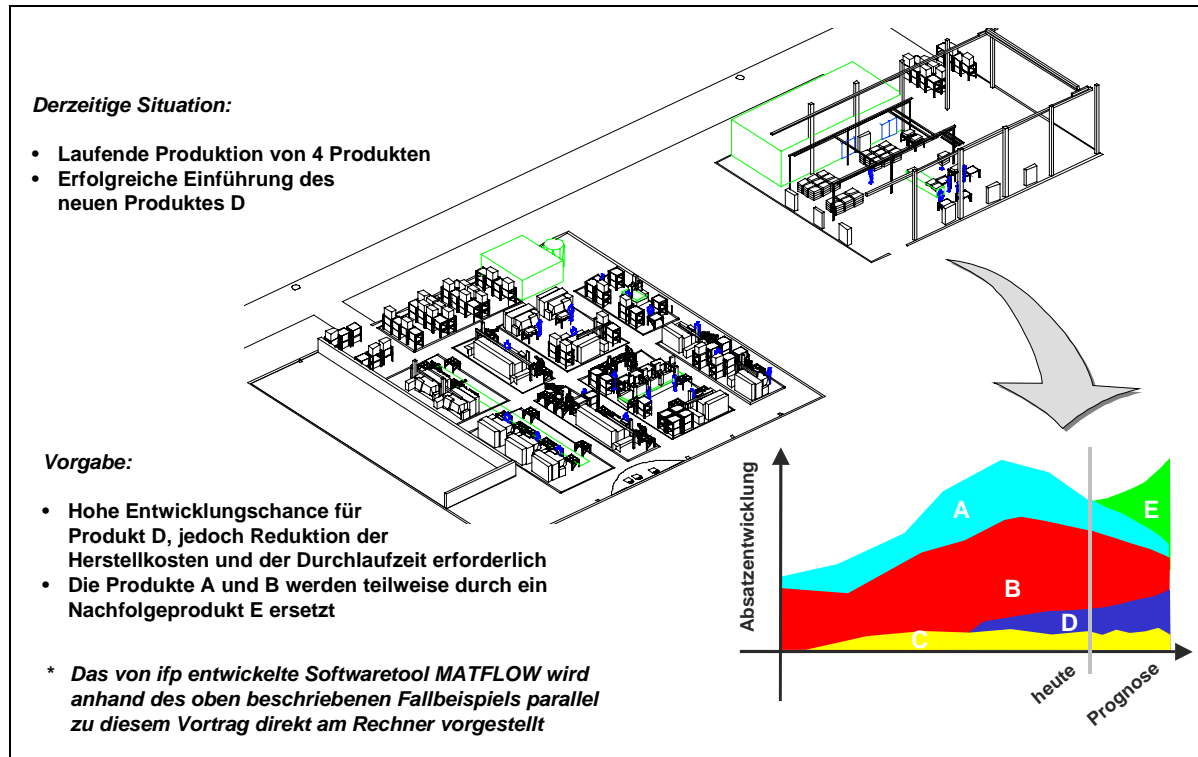


Bild 8: Fallbeispiel einer Fertigungs- und Montageanlage

## 4.1 Beschreibung des Planungsbeispiels

Zur Verdeutlichung der Funktionalitäten des von ifp innerhalb von MATVAR entwickelten EDV-Werkzeuges MATFLOW werden innerhalb dieses Abschlussvortrages die wesentlichen Systemfunktionalitäten direkt am Rechner vorgestellt.

Um neben den einzelnen Funktionen auch die von ifp entwickelte Planungsmethodik vorstellen zu können, wurde im Vorfeld dieses Vortrages in Zusammenarbeit mit dem fml ein Planungsbeispiel erarbeitet, mit dessen Hilfe auch das Zusammenspiel der einzelnen Softwaremodule des ifp und fml dargestellt werden kann.

In der Ausgangssituation des Planungsbeispiels werden vier Endprodukte montiert. Die einzelnen Endprodukte setzen sich aus verschiedenen Eigenfertigungs- und Zukaufteilen zusammen. Die Montage und Anlieferung der Zukaufteile befindet sich in der Halle des fml. Die Herstellung der Eigenfertigungsteile befindet sich in der Halle des iw. Der physikalische Materialfluss zwischen den beiden Hallen wird mit Hilfe eines manuellen Gabelstaplers realisiert.

Ziel der im folgenden beschriebenen Planung ist die Ermittlung der optimalen Produktions- und Logistikstruktur bei verändertem Auftragsszenario. Innerhalb des neuen Auftragsszenarios werden im Wesentlichen die beiden Hauptprodukte Produkt A und B teilweise durch ein Nachfolgeprodukt E ersetzt. Hierdurch ergeben sich neben einer geänderten Betriebsmittelauslastung auch geänderte Logistikanforderungen.

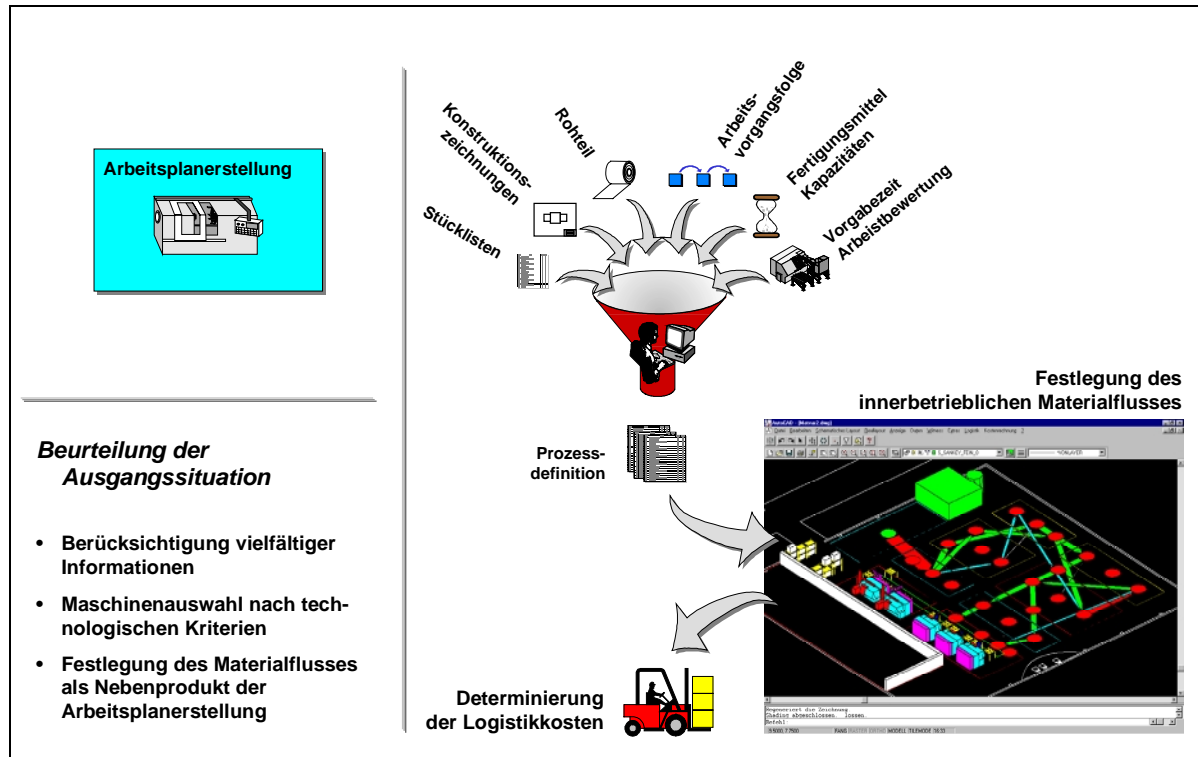


Bild 9: Ausgangssituation bei der Arbeitsplanerstellung

## 4.2 Arbeitsplanerstellung

In der heutigen Arbeitsplanerstellung wird ausgehend von den Stücklisten und den Konstruktionszeichnungen ein Rohteil und die Bearbeitungsfolge abgeleitet [EVERSHEIM ET AL. 1996] [HEINEN 1991]. Über CAD/CAP-Hilfsmittel kann dieser Schritt teilweise mit Planungswerkzeugen unterstützt werden, die zudem die Ermittlung von Vorgabezeiten und die Auswahl von Fertigungsmitteln aus technisch konstruktiver Sicht ermöglichen. Unberücksichtigt bleiben jedoch in der heutigen Arbeitsplanerstellung jegliche materialflusstechnischen Gesichtspunkte, obgleich die Arbeitspläne eines Produktes den innerbetrieblichen Materialfluss und somit die Logistikkosten bereits festlegen.

Deshalb müssen bei der Planung von Produktions- und Logistiksystemen die bestehenden Arbeitsabfolgen analysiert und an die bestehende Produktionsstruktur angepasst werden. Zudem sollte das Planungswerkzeug eine Neudefinition von Arbeitsplänen anwendungsfreundlich ermöglichen, damit alle notwendigen Informationen über potentielle neue Produkte im Planungswerkzeug generiert werden können.

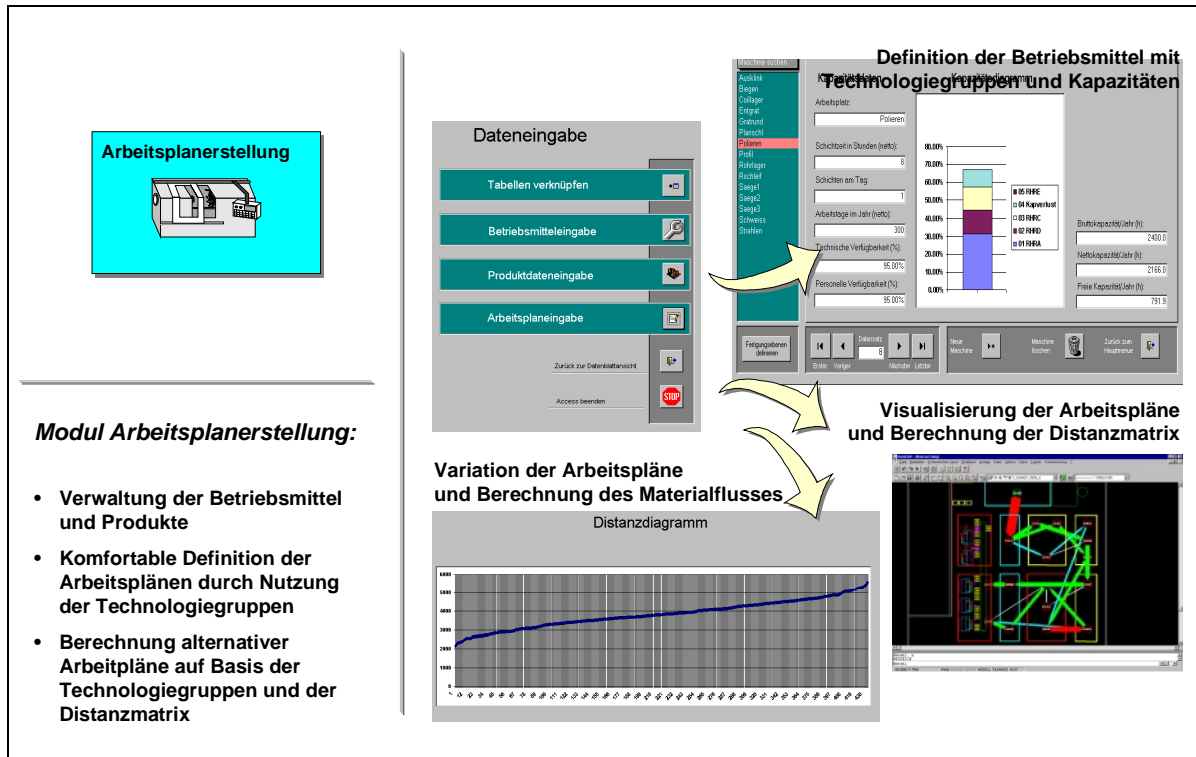


Bild 10: Vorgehen bei der materialflusstechnischen Arbeitsplanoptimierung

Im Planungstool wurden deshalb eine Möglichkeit zur Erstellung neuer Arbeitspläne und zur Optimierung der bestehenden vorgesehen. Zudem müssen die neuen Produkte und Betriebsmittel definiert werden. Hierbei werden für die Betriebsmittel die Technologiearten eingegeben, die von dem jeweiligen Betriebsmittel geleistet werden können. Zudem werden Eingaben über die Kapazitätsdaten vorgenommen. Für die Produkte werden neben der Produktstruktur (Montage und Demontage) die geforderten Stückzahlen hinterlegt.

Im nächsten Schritt findet die Definition der logischen Verknüpfung zwischen Produkten und Betriebsmitteln statt, indem die Arbeitsabläufe eingegeben werden. Als Besonderheit legt der Anwender im Arbeitsplan nicht nur die Abfolge der Maschinen fest, sondern auch die Abfolge der Technologiearten. Abschließend werden die definierten Abläufe mit Hilfe eines speziellen Visualisierungsmoduls graphisch dargestellt und die Wegematrix neu berechnet.

In der Phase der Optimierung der Arbeitsabläufe werden nun basierend auf den Technologiegruppen alternative Arbeitspläne vom System automatisch generiert und deren Materialfluss mit Hilfe der Wegematrix berechnet. Hierdurch kann vom Anwender eine Anpassung der Arbeitspläne an die Produktionsstruktur vorgenommen werden, die durch eine statische Kapazitätsberechnung für die Betriebsmittel unterstützt wird.

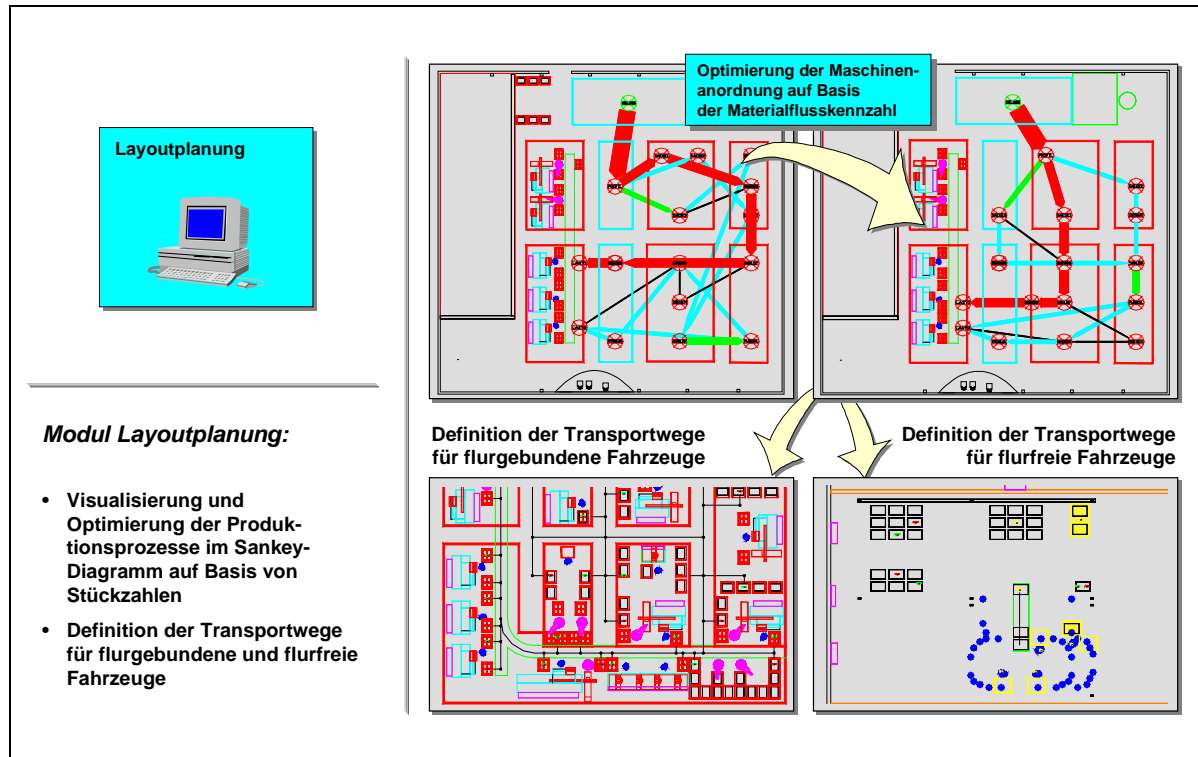


Bild 11: Planung der Produktions- und Logistikstruktur

### 4.3 Layoutplanung

Mit Vorgabe der materialflusstechnisch optimierten Produktionsabfolgen findet in der Layoutplanung die Planung des Produktions- und Logistikkonzeptes statt. Zunächst werden dem Anwender die Materialflüsse basierend auf der Kennzahl „Stück pro Jahr“ im Sankey-Diagramm graphisch dargestellt.

Im nächsten Schritt der Layoutplanung findet die Optimierung der physikalischen Produktionsstruktur statt. Hierbei werden mit Hilfe eines Optimierungsalgorithmus im Vertauschungsverfahren die Betriebsmittelstandorte vertauscht und die Verbesserungen oder Verschlechterungen im Materialfluss berechnet. Letztlich wird dem Anwender vom System ein am Materialfluss optimiertes Layout vorgeschlagen.

Basierend auf der Materialflussdarstellung im Produktionslayout findet nun die Definition der Transportwege statt. Hierbei wird unterschieden zwischen den flurgebundenen und flurfreien Transportwegen. Die Definition der flurgebundenen Transportwege (Stapler, FTS etc.) erfolgt über die Vorgabe eines Wegenetzes durch den Anwender. Die Berechnung der eigentlichen Transportwege wird vom System automatisch durchgeführt. Aufwendige Wegedefinitionen entfallen somit. Die flurfreien Transportwege (Kräne, Hängebahn etc.) werden vom Anwender über sogenannte Stützpunkte definiert, die z.B. die Laufbahnen einer Hängebahn fixieren oder vom Kran nicht überfahrbare Bereiche ausklammern. Letztlich werden noch physikalisch fest installierte Fördermittel (Stetig- oder Starrförderer) im Layout positioniert.





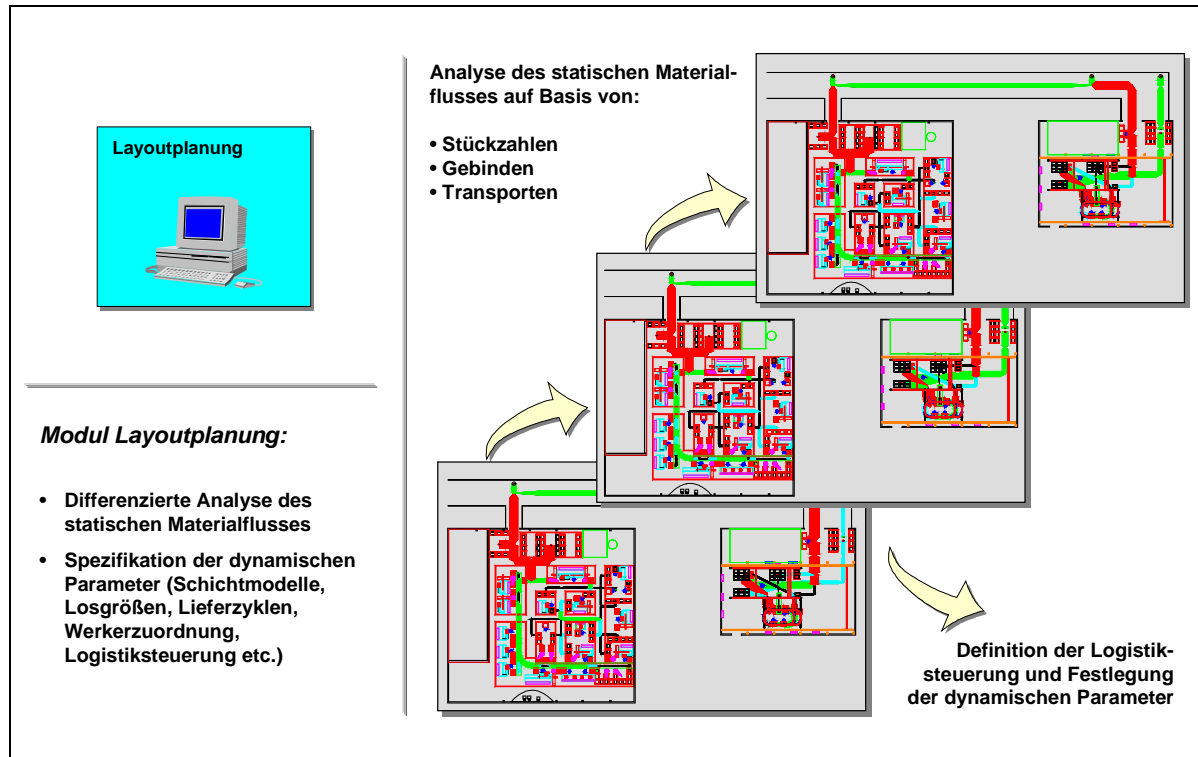


Bild 14: Optimierung der Layoutplanung

## 4.5 Optimierung der Layoutplanung

Über die Fördertechnikplanung, d.h. der Transport- und Transporthilfsmittel, kann nun der Materialfluss in der Layoutplanung über die Kennzahlen „Gebinde pro Jahr“ oder „Fahrten pro Jahr“ graphisch dargestellt werden.

Neben der systematischen Analyse des Materialflusses, wie beispielsweise Darstellung der Produkte je Transportmittel, können nun vom Benutzer weitere Optimierungen hinsichtlich der physikalischen Produktionsstruktur durchgeführt werden. Hierbei wird der Planer durch den schon im Rahmen der Grobplanung beschriebenen Optimierungsalgorithmus unterstützt. Das von ifp entwickelte Optimierungsmodul wurde so konzipiert, dass innerhalb dieser Feinplanungsphase auch die zuvor definierten Transportbeziehung bei der automatischen Betriebsmittelanordnung berücksichtigt werden.

Zur vollständigen Identifikation der Optimierungspotentiale werden im nächsten Schritt der Planung die dynamischen Systemparameter festgelegt. Hierzu zählen beispielsweise das Schichtmodell, die Mindestlosgrößen, die Lieferantenspezifikation, das Ausfallverhalten der Betriebsmittel oder die geplante Auftragssteuerung.

Eine Aussage über die richtige Entscheidung über bestehende Planungs- und Steuerungsalternativen erfolgt anschließend mit Hilfe der Ablaufsimulation.



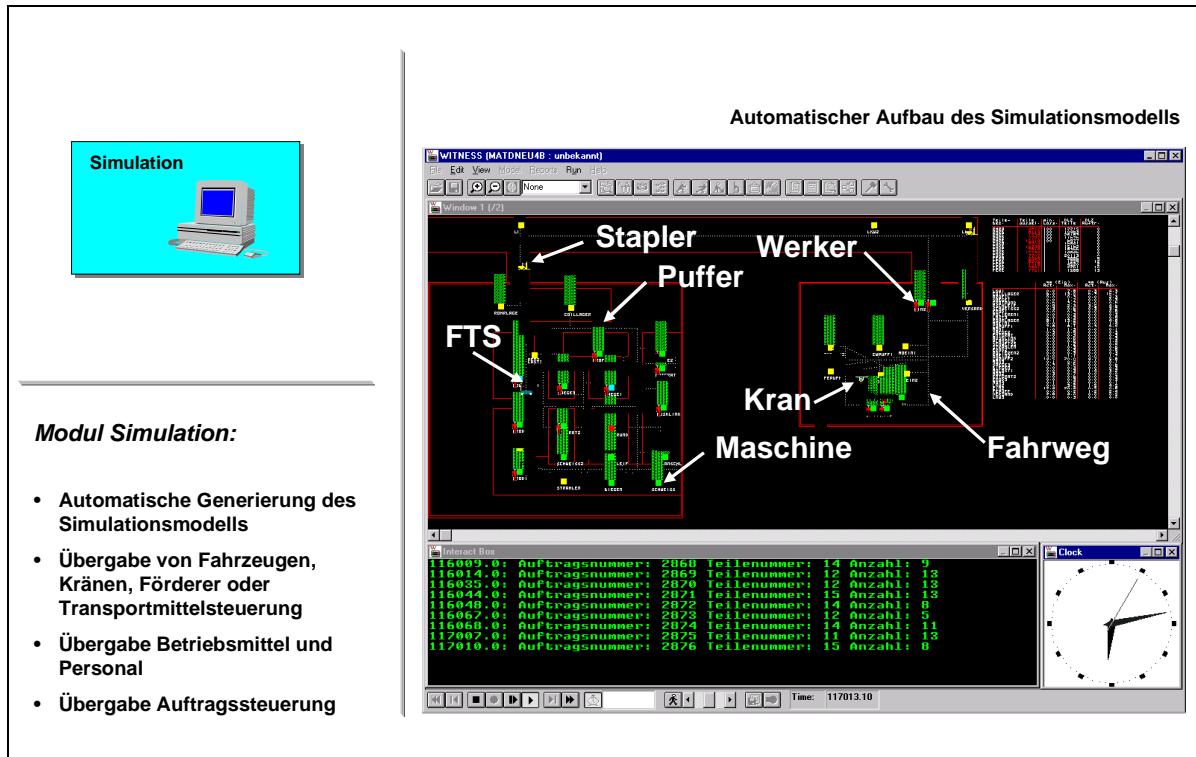


Bild 15: Automatische Simulation der Produktion und Logistik

## 4.6 Simulation

Einen Schwerpunkt der Entwicklungsarbeiten stellte die Entwicklung einer automatischen Generierung eines Simulationsmodells dar. Hierbei wird, basierend auf den im Rahmen der Layoutplanung erarbeiteten Daten, wie z.B.

- Arbeitsabläufe
- Fördertechnikspezifikation
- Steuerungsstrategien
- Schichtmodelle und Personalzuordnung
- Kunden- und Lieferantenverhalten

automatisch ein lauffähiges Simulationsmodell aufgebaut. Wesentliche Bestandteile des Simulationsmodells sind die Produkte, Betriebsmittel, Personal und die Fördermittel (z.B. Stapler, Kräne, Förderer). Neben der Definition dieser Elemente wird im Simulationsmodell deren logische Verbindungen automatisch hinterlegt. Hierbei wird die vorgesehene Auftragssteuerung mit Hilfe simulationsspezifischer Regeln in den einzelnen Steuerungselementen abgebildet.

Der wesentliche Vorteil dieser Art der Modellgenerierung liegt in dem schnellen Aufbau eines Simulationsmodells, der je nach Komplexität in wenigen Minuten erfolgt. Zudem kann die Simulationstechnik mit all ihren Vorteilen auch von nicht Simulationsexperten genutzt werden.



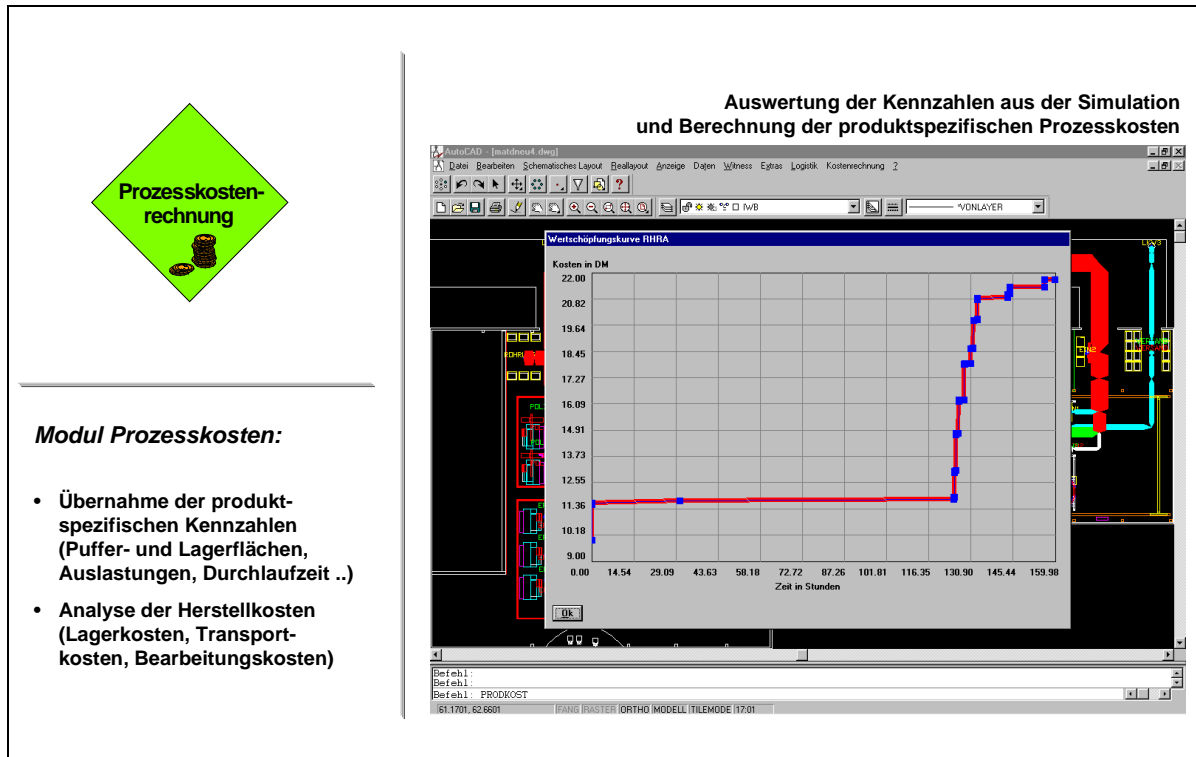


Bild 16: Auswertung der Simulationsdaten über die Prozesskostenrechnung

## 4.7 Prozesskostenrechnung

Durch den Einsatz der Simulationstechnik können sehr vielfältige Aussagen über ein Produktions- und Logistikkonzept gewonnen werden, wie beispielsweise Betriebsmittel- oder Fördertechnikauslastungen, Bestände, Durchlaufzeiten, Lieferbereitschaft etc.. Die Schwierigkeit bei der Beurteilung dieser Informationen liegt nun oftmals darin, dass komplementäre Kennzahlen, wie beispielsweise hohe Lieferbereitschaft versus geringe Bestände oder große Losgrößen versus geringe Durchlaufzeiten, miteinander verglichen werden müssen. Eine eindeutige Aussage kann an dieser Stelle nur über die Berechnung der Prozesskosten erfolgen, in denen neben den direkten Produktionskosten auch die heutigen Allgemeinkosten, wie beispielsweise Lagerkosten, Transportmittelkosten, Instandhaltungskosten etc., produktspezifisch zugeordnet werden.

Als Ergebnis werden vom System Wertschöpfungskurven berechnet, die alle auf den Herstellungsprozess einwirkenden Faktoren monetär darstellen. Durch die Analyse der Kostenentwicklung im Herstellungsprozess können gezielt Rationalisierungspotentiale erkannt werden. Letztlich erfolgt über den Vergleich der Herstellungskosten der Produkte bei alternativen Produktions- und Logistikkonzepten die Auswahl der geeignetsten Variante.

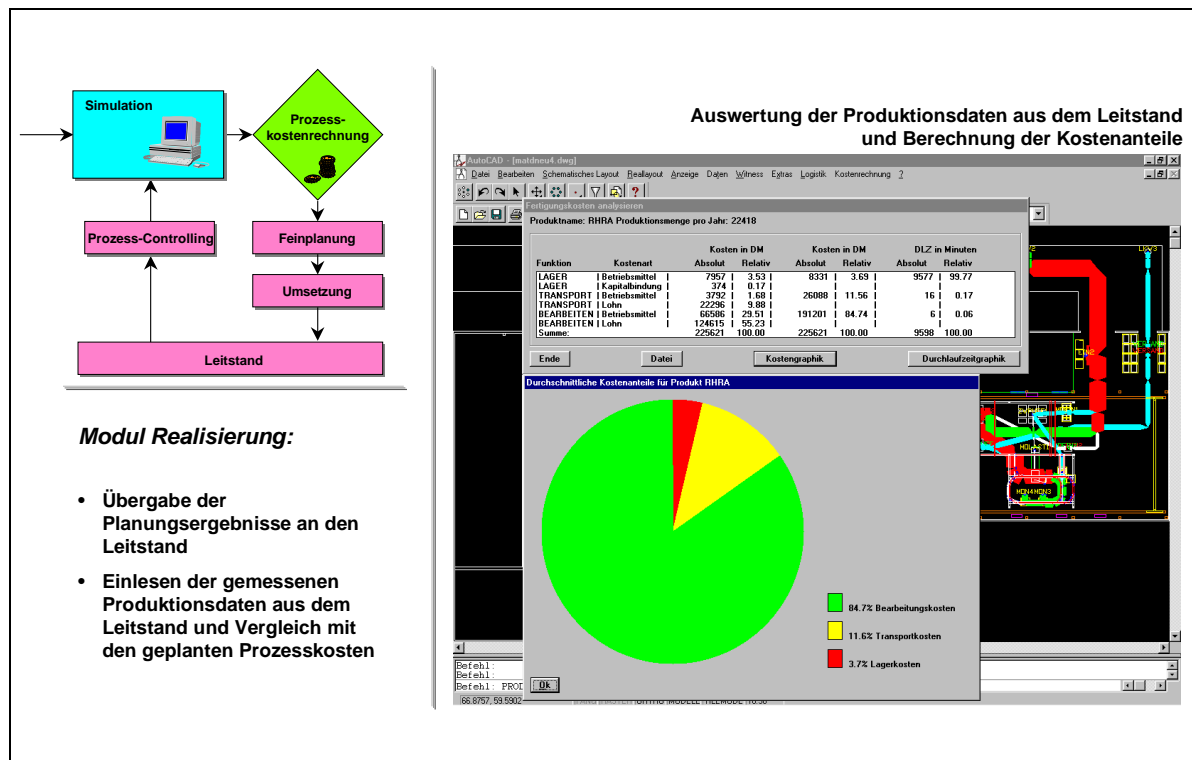
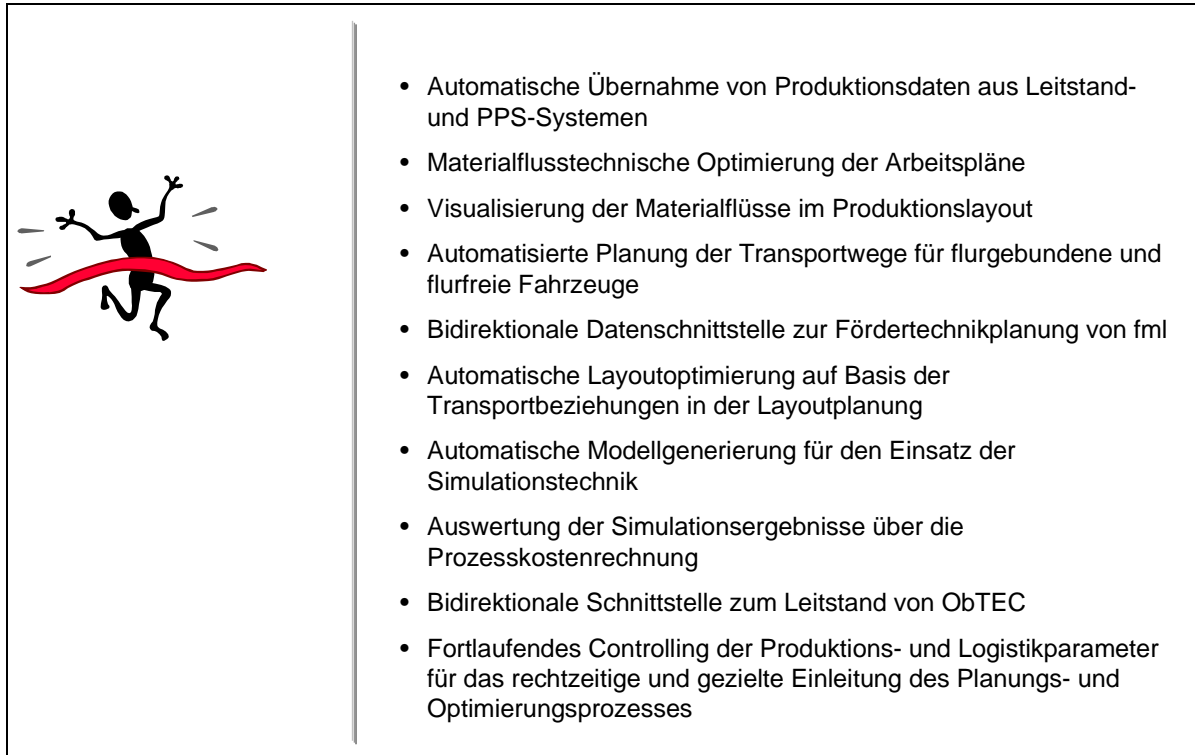


Bild 17: Übergabe der Plandaten in die Realisierung und das Controlling

## 4.8 Realisierung und Controlling

Für eine schnelle und zielgerichtete Realisierung des neu geplanten Produktions- und Logistikkonzeptes ist es wichtig, dass die Ergebnisse der Planung direkt weiterverwendet werden können. Deshalb wurde zusammen mit der Firma ObTEC eine Schnittstelle für den Datentransfer zum Leitstand ausgearbeitet. Ziel hierbei ist die Informationen, wie beispielsweise geänderte Maschinenpositionen oder Arbeitsabläufe, direkt an den Leitstand zu übergeben. Zudem werden die Stundensätze für die Transportmittel weitergeleitet, auf deren Basis im Tagesgeschäft eine kostenoptimale Nutzung der Transportmittel ermöglicht wird.

Die von ifp entwickelte Schnittstelle zwischen der Ablaufsimulation und der Layoutplanung bzw. Prozesskostenrechnung wurde so gestaltet, dass über diese Schnittstelle auch die im Leitreechner protokollierten realen Produktionsdaten in das Planungstool eingelesen werden können. Hierdurch werden die mit Hilfe der Simulation vorab berechneten Parameter, wie beispielsweise Maschinen- und Transportmitteleauslastungen, mit den tatsächlichen Protokolldaten des Produktions- und Logistiksystems verglichen. Hierdurch kann das System fortlaufend überwacht und eine geeigneter planerischer Eingriff jederzeit eingeleitet werden. Zudem stehen dem Planer permanent aktuelle Planungsdaten zur Verfügung.



*Bild 18: Verwirklichte Ziele*

## 5 Zusammenfassung

Durch die von ifp im Forschungsprojekt MATVAR geleistete Entwicklungsarbeit ist ein innovatives, EDV-basiertes Planungswerkzeug entstanden, das den gesamten Prozess der Planung und Optimierung von Produktions- und Logistiksystemen unterstützt.

Ausgehend von einem Pilotprojekt bei einem der MATVAR-Anwender, der BSH in Traunreut, wurden die Anforderungen an die ganzheitliche Produktions- und Logistikplanung definiert. Zusammen mit den MATVAR-Entwicklern fml und ObTEC wurde auf Basis dieser Anforderungen ein Konzept erarbeitet, das in einem EDV-Werkzeug vollständig umgesetzt wurde.

Hierdurch steht dem Planer nun eine umfassende EDV-Unterstützung zur Verfügung, durch deren Einsatz Betriebsdaten fortlaufend erfasst und monetär bewertet werden. Beim Erkennen größerer Abweichungen kann eine Optimierungssystematik eingeleitet werden, die von der Definition der Arbeitsabfolgen über die Layout- und Fördertechnikplanung bis zur Simulation eine weitgehend automatisierte Planung ermöglicht. Somit können zeitraubende Tätigkeiten, wie beispielsweise wiederholte Datengenerierung oder Aufbau des Simulationsmodells, im Planungsprozess vermieden werden, wodurch dem Planer letztlich mehr Zeit für die kreativen Aspekte der Produktions- und Logistikplanung zur Verfügung steht.



## 6 Literatur

### *EVERSHEIM 1996*

Eversheim, W.; Schuh, G.: Betriebshütte. Produktion und Management. Berlin u.a.: Springer 1996

### *HEINEN 1991*

Heinen, E.: Industriebetriebslehre. Entscheidungen im Industriebetrieb. Wiesbaden: Gabler 1991.

### *MILBERG 1997*

Milberg, J.: Produktion – Eine treibende Kraft für unsere Volkswirtschaft. In: Reinhart, G. (Hrsg.); Milberg, J. (Hrsg.): Mit Schwung zum Aufschwung – Information, Inspiration, Innovation, München. Landsberg: Moderne Industrie 1998.

### *REINHART ET AL. 1999*

Reinhart, G.; Feldmann, K.: Simulationsbasierte Planungssysteme für Organisation und Produktion. Berlin u.a.: Springer 1999.

### *REINHART ET AL. 1997*

Reinhart, G.; Feldmann, K.: Simulation – Schlüsseltechnologie der Zukunft? München: Herbert Utz Verlag 1997

### *UHLMANN 1998*

Uhlmann, E.: Regionale Stärken für globale Chancen durch technologische Innovationen. In: IX. Internationales Produktionstechnisches Kolloquium 98. Berlin: Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik 1998

### *VDMA 1999*

VDMA (Hrsg.): Für mehr Wettbewerb und Eigeninitiative. Gemeinsame wirtschaftspolitische Positionen des deutschen Maschinen- und Anlagenbaus 1999 (Informationsbroschüre). Frankfurt: Eigendruck 1999.

# BMBF-Programm „Produktion 2000“

## Schlußbericht

(wird auf Anfrage Dritten zur Verfügung gestellt)

Zuwendungsempfänger:	Förderkennzeichen:
ifp Institut für Produktionstechnik GmbH	02PV31026
Titel des Vorhabens: Materialflusssysteme für variable Fertigungssysteme im dynamischen Produktionsumfeld (MATVAR)	
Projektleiter:	Tel.:
Dipl.-Ing. Ulrich Kohler	089 / 90 61 91
Laufzeit des Vorhabens: von: 02/97 bis: 01/00	

Verfassen Sie bitte einen kurzen **Schlußbericht** (max. 4-6 Seiten) zu Ihrem Vorhaben unter Verwendung nachfolgender Gliederung und fügen diesen als **Anlage** bei:

1. Aufgabenstellung
2. Voraussetzung unter der das Vorhaben durchgeführt wurde (z.B. Ressourcen, Einbindung in die Unternehmensstrategie, Vorarbeiten und Vorkenntnisse, etc.)
3. Wissenschaftlicher und technischer Stand zu Beginn und Ende des Vorhabens
4. Planung und Ablauf des Vorhabens (z.B. Planabweichung, Probleme bei der Durchführung, etc.)
5. Erzieltes Ergebnis (ggf. durch Bilder, Diagramme oder Grafiken ergänzen)
6. Nutzen für das Unternehmen
7. Zusammenarbeit mit anderen Stellen außerhalb des Verbundprojektes
8. Darstellung des während des Vorhabens bekanntgewordenen Fortschritts auf diesem Gebiet bei anderen Stellen
9. Veröffentlichungen, Vorträge, Referate, etc.

\_\_\_\_\_  
Ort und Datum

\_\_\_\_\_  
Rechtsverbindliche Unterschrift

\_\_\_\_\_  
Stempel

## 1. AUFGABENSTELLUNG

---

Um eine schnelle und qualitativ hochwertige Planung flexibler Fertigungsstrukturen zu ermöglichen, soll von ifp innerhalb des Verbundprojektes MATVAR ein rechnergestütztes Materialfluss- und Layoutplanungswerkzeug entwickelt werden. Das Tool soll den Planungsaufwand bei einer gleichzeitig hohen Planungsqualität senken. Folgende Anforderungen sollen erfüllt werden:

- geringer Aufwand bei Materialflussanalysen
- Optimierung der Materialfluss- und Kapazitätssituation (u. a. unter Berücksichtigung von Ansätzen zur flexiblen Segmentierung)
- Verbesserung der Planungsergebnisse durch Berücksichtigung dynamischer Einflüsse (Simulationseinsatz)
- Verringerung des Simulationsaufwands durch weitgehend automatisierte Erstellung von Simulationsmodellen
- Kopplung der Materialflussplanung mit einem PPS-System

Für den Planer kann so ein Zeitgewinn erzielt werden, den er wiederum für die erforderliche Einbeziehung varianter Lösungsansätze und für detaillierte Betrachtungen der Produktionssituation nutzen kann (zusätzliche Steigerung der Planungssicherheit). Mit der geplanten Integration von PPS-System, CAD-System und Ablaufsimulation wird die Durchführung von Ablaufsimulationsstudien stark vereinfacht und auch für Nicht-Spezialisten möglich. Die Verbindung verschiedener Planungsaspekte, deren Kopplung, die Auswahl aus mehreren Layoutsituationen und die Optimierung in einem Planungsregelkreis sollen letztlich die Garanten für ein Höchstmaß an Planungsqualität sein. Durch eine hinterlegte Planungssystematik ist der Planungsfortschritt jederzeit transparent und der Stand der Planung zu jedem Zeitpunkt darstellbar.

## 2. VORAUSSETZUNG UNTER DER DAS VORHABEN DURCHGEFÜHRT WURDE

---

Als Unternehmensberatung im Bereich Produktions-, Materialfluss- und Logistikplanung (z.B. Fertigungssegmentierung, Montageplanung, Arbeitsplatzgestaltung, Rationalisierung der Materialbereitstellung) werden von ifp eine Vielzahl von Beratungsprojekten in den unterschiedlichsten Branchen durchgeführt. Die Planungen werden meist mit EDV-Unterstützung durchgeführt (Ablaufsimulation sowie 3D-graphisch-interaktive Simulation). Aufgrund der Vielzahl von Planungsprojekten wurde am ifp die Notwendigkeit eines rechnerunterstützten Planungstools erkannt. Vor Beginn des Verbundprojektes wurde am ifp die Entwicklung eines Prototypen zur Layout- und Materialflussplanung

vorgenommen. Die Entwicklungstätigkeiten wurden hierbei meist sporadisch durchgeführt und beruhten i. d. R. auf der Eigeninitiative von Mitarbeitern. Eine Vielzahl planungstechnischer Aspekte, zu welchen am ifp Know-how vorhanden ist (z. B. Strategien und Vorgehensweisen zur Fertigungssegmentierung, Strategien zur Optimierung der Betriebsmittelaufstellung, Kenntnisse der Einflussgrößen auf die Materialfluss- und Layoutplanung, Analyse und Vergleich manueller und rechnergestützter Optimierungsverfahren zur Materialfluss- und Layoutoptimierung, etc.), sind zu Beginn des Verbundprojektes in das System jedoch nicht oder nur unvollständig implementiert worden.

### 3. WISSENSCHAFTLICHER UND TECHNISCHER STAND ZU BEGINN UND ENDE DES VORHABENS

---

Zur Unterstützung des Planers bei Neu- oder Umplanungen sind verschiedene rechnergestützte Verfahren zur Layoutgenerierung und Ablaufsimulation auf dem Markt. Die Verfahren zur Layoutgenerierung beinhalten dabei verstärkt Optimierungsaspekte, insbesondere solche der Weglängenminimierung. Mit Hilfe der Ablaufsimulation kann eine dynamische Verifikation der auf statischen Informationen beruhenden Layoutplanung durchgeführt werden, d.h. die Simulation stellt das dynamische Verhalten der vorgegebenen Materialfluss- und Produktionsstruktur dar.

Ein integriertes Planungstool, das mit einem Datenmodell eine komfortable und umfassende Layoutplanung und Ablaufsimulation ermöglicht stand zu Beginn des Forschungsvorhabens am Markt nicht zur Verfügung.

Während des Verbundprojektes sind von den Herstellern der Ablaufsimulationswerkzeuge eine Vielzahl neuer Softwarefunktionalitäten sowie anwenderfreundlichere Benutzerschnittstellen entwickelt worden. Insbesondere wurden die Schnittstellen zu unterschiedlichen Datenbanksystemen verbessert. Eine automatisierte Erstellung des eigentlichen Simulationsmodells auf Basis einer CAD-gestützten Materialfluss- und Layoutplanung ist jedoch auch heute noch nicht verfügbar.

### 4. PLANUNG UND ABLAUF DES VORHABENS

---

Nach einer detaillierten Analyse des innerbetrieblichen Materialflusses in den Produktionsbereichen Vorfertigung und Oberfläche der Firma BSH in Traunreut erfolgte im ersten MATVAR-Förderjahr die Entwicklung eines Gesamtkonzeptes für die EDV-basierte Logistikplanung. In Zusammenarbeit mit den MATVAR-Partnern fml und ObTEC wurden die Systemschnittstellen für einen durchgängigen Datentransfer von der Planung über die Realisierung bis zum Prozess-Controlling definiert. Zudem wurden die ersten Programmstrukturen für die Layoutplanung und Simulation verwirklicht.

Der wesentliche Schwerpunkt der Projektarbeiten des ifp im Jahre 1998 lag in der Entwicklung einer Datenbank für die Aufbereitung der Daten der EDV-basierten Logistikplanung. Zunächst wurde hierzu eine Planungssystematik entworfen, wie ausgehend von einem Produkt die zugehörigen Arbeitspläne definiert und aus materialflusstechnischen Gesichtspunkten optimiert werden

können. In einer zweiten Entwicklungsphase wurde diese Systematik in einer Datenbank realisiert und an die bestehenden Systeme angepasst.

Im Projektjahr 1999 wurden auf Basis der festgelegten Datenschnittstellen und den zuvor definierten Anforderungen die einzelnen Softwarefunktionalitäten entwickelt. Im Wesentlichen wurden folgende Funktionen realisiert:

- Erweiterung d. CAD-Systems zum Materialflussplanungstool
- Entwicklung verschiedener Optimierungsfunktionen
- Implementierung einer syst. Fördertechnik-Planung (inkl. bidirektionaler Schnittstelle zum Fördertechnikplanungsmodul von fml)
- Datenschnittstelle zwischen CAD und Simulation
- Aufbau des Optimierungsregelkreises zwischen CAD und Simulation

Nach der Realisierungsphase des Planungstools wurde das Softwaretool im Rahmen verschiedener Planungsprojekte von ifp-Anwendern eingesetzt. Die hierbei erkannten Verbesserungspotentiale wurden wiederum in das Tool integriert, so dass dem Anwender heute ein in der Praxis erprobtes Planungstool zur Verfügung steht.

## 5. ERZIELTES ERGEBNIS

---

Durch die von ifp im Forschungsprojekt MATVAR geleistete Entwicklungsarbeit ist ein innovatives, EDV-basiertes Planungswerkzeug entstanden, das den gesamten Prozess der Planung und Optimierung von Produktions- und Logistiksystemen unterstützt.

Zusammen mit den MATVAR-Entwicklern fml und ObTEC wurde eine durchgängige Planungsmethodik erarbeitet, das in einem EDV-Werkzeug vollständig umgesetzt wurde.

Hierdurch steht dem Planer nun eine umfassende EDV-Unterstützung zur Verfügung, durch deren Einsatz Betriebsdaten fortlaufend erfasst und monetär bewertet werden. Beim Erkennen größerer Abweichungen kann somit ein Optimierungsprozess eingeleitet werden, der von der Definition der Arbeitsabfolgen über die Layout- und Fördertechnikplanung bis zur Simulation eine weitgehend automatisierte Planung ermöglicht. Somit können zeitraubende Tätigkeiten, wie beispielsweise wiederholte Datengenerierung oder Aufbau des Simulationsmodells, im Planungsprozess vermieden werden, wodurch dem Planer letztlich mehr Zeit für die kreativen Aspekte der Produktions- und Logistikplanung zur Verfügung steht.

Siehe auch:

Abschlussbericht MATVAR, Herbert UTZ Verlag GmbH, ISBN 3-89675-927-2



## 6. NUTZEN FÜR DAS UNTERNEHMEN

---

Der Schwerpunkt der Beratungsprojekte des ifp liegt im Bereich der Materialfluss- und Logistikplanung. Mit Hilfe des innerhalb des Verbundprojektes entwickelten Softwaretools MATFLOW können die Beratungsprojekte effektiver und gleichzeitig qualitativ hochwertiger durchgeführt werden. Vor allem die einfache Visualisierung und Optimierung des innerbetrieblichen Materialflusses sowie die exakte Ermittlung der Herstellkosten mittels Ablaufsimulation tragen wesentlich zur erfolgreichen Projektbearbeitung bei.

## 7. ZUSAMMENARBEIT MIT ANDEREN STELLEN AUSSERHALB DES VERBUNDPROJEKTES

---

Innerhalb der von ifp durchgeführten und noch durchzuführenden Planungsprojekten bei den unterschiedlichsten Kunden, d.h. von KMUs bis hin zu international tätigen Konzernen, in den verschiedensten Branchen wurden und werden immer neue Planungsanforderungen an ifp gestellt. Basierend auf diesen Kunden- bzw. Projektanforderungen wurde in der Vergangenheit das Planungstool kontinuierlich weiterentwickelt. Da ifp mit hoher Wahrscheinlichkeit auch in den nächsten Jahren eine Vielzahl von Projekten im Bereich der Materialfluss- und Logistikplanung durchführen wird, soll das bestehende Planungswerkzeug in Zusammenarbeit mit den Kunden des ifp auch weiterhin an diese neuen Anforderungen angepasst werden.

## 8. DARSTELLUNG DES WÄHREND DES VORHABENS BEKANNTGEWORDENEN FORTSCHRITTS AUF DIESEM GEBIET BEI ANDEREN STELLEN

---

Auf dem Gebiet der durchgängigen Produktions- und Logistikplanung mit dem Schwerpunkt Kopplung CAD und Ablaufsimulation liegen uns derzeit keine bekanntgewordenen Informationen vor.

## 9. VERÖFFENTLICHUNGEN, VORTRÄGE, REFERATE, ETC.

---

### **Veröffentlichung:**

Kohler, U.:  
Effizientes Planen senkt die Produktionskosten,  
Industrieanzeiger, Nr. 10/97, S. 60/61

Werner M., Kohler, U.:  
Mit Prozessdaten lassen sich Abläufe optimieren,  
Industrieanzeiger, Nr. 05/99, S. 48

## **Vorträge:**

Pfersdorf, I.:

Simulationsgestützte Fertigungsplanung bei einem KfZ-Zulieferer,  
Simulation als betriebliche Entscheidungshilfe: Neuere Werkzeuge und An-  
wendungen aus der Praxis, Braunlage 03.-05.März 1997:  
ISBN 3-930185-13-X, S. 259 - 269

Maier, C; Pfersdorf, I.:

Simulationsgestützte Fertigungsplanung bei einem KfZ-Zulieferer,  
Fortschritte in der Simulationstechnik, 11. Symposium in Dortmund 10/1997  
Braunschweig: Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH 1997, S. 461 - 467

Kohler, U.:

Montageprozesse und Logistik effizient konzipieren und umsetzen  
14. Deutscher Montagekongress, München 18.03.1998  
Landsberg: Verlag moderne Industrie 1998

Kohler, U.:

Anwendungsspektrum der Ablaufsimulation - ein Praxisbericht  
In: Ablaufsimulation, Anlagen effizient und sicher Planen und betreiben  
München: Herbert UTZ Verlag 1998, S. 32 - 50 (iwb-Seminarberichte 35)

Werner M., Kohler, U.:

Durchgängige Produktions- und Logistikplanung, Abschlussbericht MATVAR,  
München: Herbert UTZ Verlag 2000, S. 11/1 - 11/20