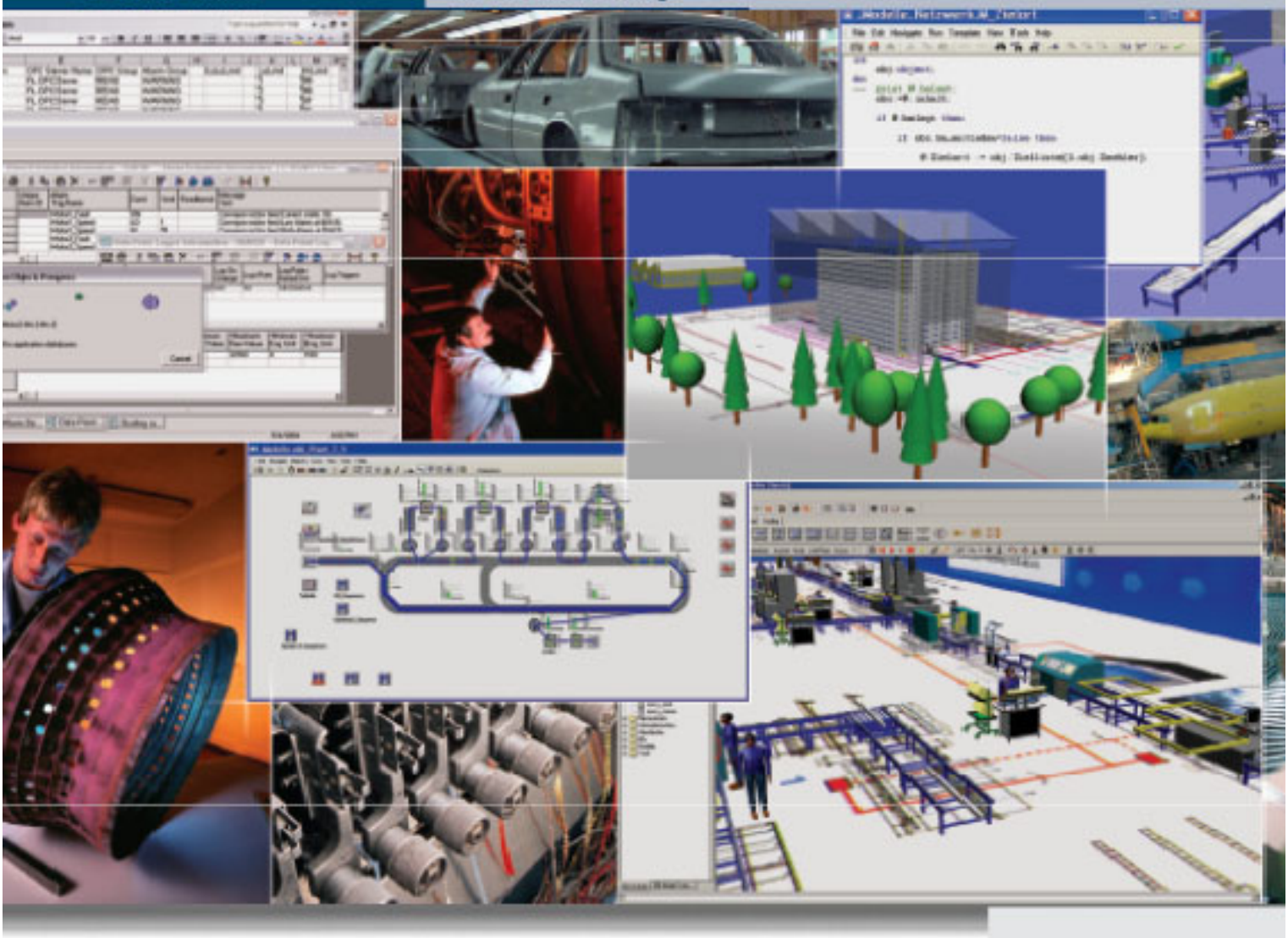
Plant Simulation
Produktbeschreibung

**Einfacher planen,
schneller analysieren,
sicherer entscheiden**

UGS PLM Software

www.siemens.com/ugs



Einfacher planen,
schneller analysieren,
sicherer entscheiden.

SIEMENS

Tecnomatix Plant Simulation ist die Standardsoftware zur grafischen Modellierung, Visualisierung, Simulation und Optimierung von Produktion, Logistik und Geschäftsprozessen

Tecnomatix Plant Simulation Copyright Siemens Product Lifecycle Management Software (II) GmbH; Alle Rechte vorbehalten.
Dieses Dokument ist Eigentum der Siemens Automation & Drives, Siemens Product Lifecycle Management Software (II) GmbH. Es darf weder als Ganzes noch in Teilen ohne schriftliche Genehmigung veröffentlicht werden. Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, der Bildentnahme, der Funksendung, der Wiedergabe auf fotomechanischem Wege, Speicherung oder Auswertung in Datenverarbeitungsanlagen bleiben, auch bei Verwertung von Teilen des Werkes, dem Urheber vorbehalten. Die in diesem Handbuch erwähnten Software- und Hardware-Bezeichnungen sind in den meisten Fällen auch als eingetragene Warenzeichen geschützt und unterliegen als solche den gesetzlichen Bestimmungen.

.

Tecnomatix Plant Simulation Produktbeschreibung

1 Einführung und Zusammenfassung 5

2 Das Produkt Tecnomatix Plant Simulation 8

2.1 Philosophie 8

2.2 Besondere Merkmale 9

2.2.1 Grafische und benutzerfreundliche Arbeitsumgebung 11

2.2.2 Hierarchie 12

2.2.3 Vererbung 13

2.2.4 Bausteinkonzept 14

2.2.5 Programmgesteuerte Modellgenerierung 16

2.2.6 Änderung und Wartung von Modellen 16

2.2.7 Kommunikations- und Integrationsfähigkeit 17

2.2.8 Dialogmasken 19

2.2.9 Mehrsprachigkeit 20

2.2.10 HTML Interface 21

2.2.11 Plant Simulation 3D-Visualisierung 22

2.3 Beschreibung der Software 23

2.4 Spezifikationen 32

2.4.1 Plant Simulation Optimierung 35

2.4.2 Verteilte Simulation 36

2.4.3 Neuronales Netz 37

2.4.4 Kürzeste Wegefindung für Fahrzeuge und Mitarbeiter 38

2.4.5 Plant Simulation DDE 39

2.5 In Plant Simulation frei verfügbare Bibliotheken 40

2.6 Optionale Produkte 40

2.6.1 Plant Simulation Optionen 41

2.6.2 Plant Simulation Interface Paket 42

2.6.3 Plant Simulation Gantt 45

2.6.4 Plant Simulation SDX - Layoutbasierte Simulation mit der Factory CAD – Plant Simulation Integration 46

2.6.5 Plant Simulation Process Designer Integration und automatische Modellgenerierung: Auslegung neuer Planungskonzepte in Produktion und Logistik 47

2.6.6 Bausteinkästen 48

3 Einsatzgebiete und Praxisbeispiele von Plant Simulation 57

3.1 Achsmontage in der Automobilindustrie 58

3.2 Supply Chain Management Modell mit Aris-Bausteinen 59

3.3 Maschinenbau Förderanlagen und Transfersysteme 60

3.4 Automobil-Rohbau 62

3.5 ICE Betriebswerk 63

3.6 PC-Montage 64

3.7 Warenverteilzentrum 65

3.8 Simulationsbasierte Feinplanung in der Halbleiterindustrie 66

3.9 Simulation in der Werftenindustrie: Meyer-Werft, Papenburg 67

3.10 Plant Simulation optimiert die Gepäckabfertigung an einem der verkehrsreichsten Flughäfen Europas 68

3.11 Computersimulation .... Warum nicht auch im Bauwesen? Von R. Chahrour 69

4 Ausgewählte Plant Simulation Kunden 70

4.1 Ausgewählte Hochschulen die mit Plant Simulation arbeiten 71

5 Siemens PLM Software - der Hersteller von Tecnomatix Plant Simulation 72

5.1 PLM im Überblick 72

5.2 Dienstleistungen und Unterstützung 73

1 Einführung und Zusammenfassung

Simulation ist eine Schlüsseltechnologie des neuen Jahrtausends mit erwarteten Wachstumsraten von über 20% pro Jahr (Standfort Research Institute, USA). Trotz des hohen wirtschaftlichen Nutzens beim praktischen Einsatz der Simulationstechnik ist die Marktdurchdringung in Deutschland mit weniger als 10% bisher noch sehr niedrig, verglichen mit CAD- und PPS-Systemen, bei denen die Marktdurchdringung etwa 70% beträgt. Und dies obwohl der wirtschaftliche Nutzen in zahlreichen Studien belegt wurde.

Die VDI-Richtlinie 3633 geht davon aus, dass bezogen auf eine Neuinvestition von 100% ein Einsparvolumen von 2-4% erzielt werden kann. Eine weitere Studie des Fraunhofer Institutes beziffert allein in Deutschland das mögliche Einsparpotenzial auf 9,2 Mrd. EUR pro Jahr.

Die Ursache für den geringen Einsatz der Simulation liegt in der geringen Zahl ausgebildeter Fachleute und insbesondere an den Beschränkungen früherer Softwareeigenschaften: Mangelhafte Anwenderfreundlichkeit und unzureichende Funktionalität (Marktstudie der Management Consulting Group, Warwickshire Grossbritannien, die 1991 mit Unterstützung des Department of Trade and Industry erstellt wurde). In den USA wird pro Umsatzmillion doppelt soviel Geld für Simulation ausgegeben als in Deutschland. In Asien wächst dieser Tage die Marktdurchdringung schneller als in jedem anderen, weltwirtschaftlich relevanten Land.

Die hinsichtlich ausgewiesener Installationszahlen weltweit marktführenden Produkte aus den USA sind programmiersprachlich orientierte Simulatoren und bereits seit über 15 Jahren im Markt. Aufgrund der früheren und intensiveren Informatikausbildung an den dortigen Hochschulen, fanden diese Simulatoren in den USA ihren Absatz. In Deutschland sind solche Systeme in der Industrie nur in sehr geringem Masse verwendet worden. Erst durch bausteinorientierte Simulatoren mit grafischer Handhabung haben wir Ende der 80er Jahre die Akzeptanz bei den industriellen Anwendern verbessert.

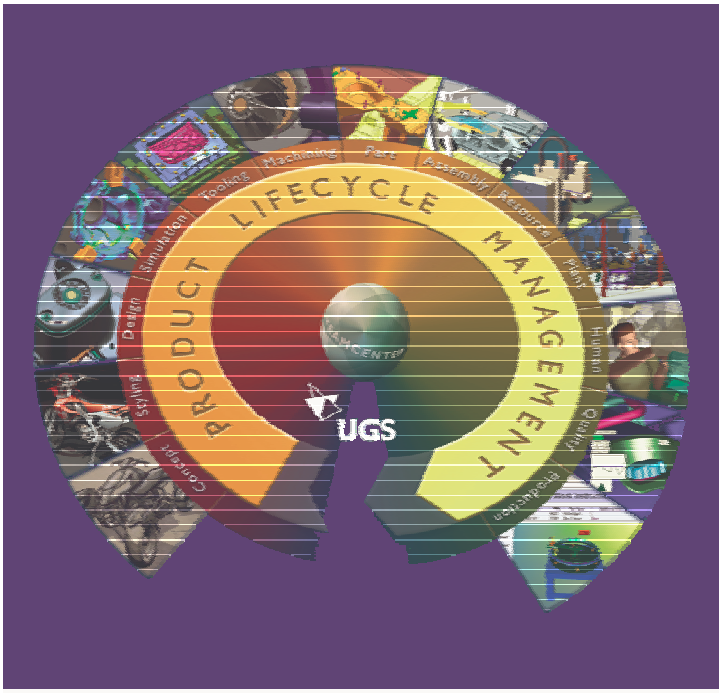


Abbildung 0: Plant Simulation als integrierter Bestandteil eines durchgehenden PLM Konzeptes

Die Entwicklung von Plant Simulation hatte zum Ziel, die Beschränkungen der bisher verfügbaren Simulationssoftware hinsichtlich Anwenderfreundlichkeit und Funktionalität gleichzeitig in innovativer Weise zu überwinden. Um dieses Ziel mit großer Kompetenz zu verwirklichen, wurde Plant Simulation von AESOP (Angewandte EDV-Systeme zur Optimierten Planung) in Stuttgart unter dem Namen SiMPLE++ (Simulati-

on in Produktion Logistik und Engineering programmiert in C++) in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA), Stuttgart, entwickelt.
Am IPA kann man auf über 25 Jahre Erfahrung in der Anwendung und Entwicklung von Simulationssystemen zurückblicken. Siemens Product Lifecycle Management Software hat langjährige Erfahrung in der objektorientierten Entwicklung von Standardsoftware. Wir haben also versucht, langjährige Anwendungserfahrung mit neuester Softwaretechnologie zu verbinden. Im Jahr 1999 wurde die Firma AESOP von Tecnomatix übernommen und SiMPLE++ in eM-Plant (eM für electronic Manufacturing) umbenannt. Im April 2005 wurde Tecnomatix von UGS gekauft und der Name eM-Plant in Plant Simulation vereinfacht. Im April 2007 wurde UGS von Siemens Automation & Drives gekauft und als UGS PLM Software geführt. Heute ist Tecnomatix Plant Simulation ein wesentlicher Bestandteil der globalen Manufacturing Process Management Gesamtstrategie der Siemens Product Lifecycle Management Software GmbH.
Plant Simulation ist die Standardsoftware zur objektorientierten, grafischen und integrierten Modellierung, Simulation, Animation und Optimierung. Unterschiedlichste und sehr komplexe Systeme und Geschäftsprozesse können realitätsgetreu und in hoher Genauigkeit abgebildet werden. Die objektorientierte, grafische und integrierte Arbeitsumgebung hat die Anwenderakzeptanz erhöht. Die außergewöhnliche Funktionalität bei der Modellerstellung, sowie die einfache Änderbarkeit und Wartung von Plant Simulation Modellen haben gleichzeitig den universellen und produktiven Einsatz von Plant Simulation ermöglicht. Die Vorteile herkömmlicher Konzepte wie etwa Baustein-Sprach- und Listenkonzept sind in Plant Simulation vereint. Ferner wurde die für die Praxis untaugliche Trennung von Unternehmens-, Strategie-, System- und Prozesssimulation aufgehoben. Mit Plant Simulation gibt es ein Simulationssystem für Produktion, Logistik und Engineering. Mehrere, meist inkompatible Systeme sind nicht länger erforderlich.
Eine wesentliche Voraussetzung zur wirkungsvollen Umsetzung der genannten Eigenschaften und Vorteile ist die vollständige Objektorientierung von Plant Simulation. Grafische Benutzeroberfläche, Systemarchitektur und Implementierung entsprechen den Kennzeichen der Objektorientierung. Somit stehen dem Benutzer Eigenschaften wie etwa Hierarchie, Vererbung, Polymorphismus etc. zur Verfügung.
Ebenso wichtig wie die Eigenschaften der Objektorientierung sind die Kommunikations- und Integrationsfähigkeit von Plant Simulation. Es stehen Schnittstellen zur Echtzeitkommunikation mit anderer Software, wie etwa ODBC- oder SQL-Datenbanken und PPS-Systemen, zur Verfügung. Damit kann Plant Simulation als integrierte Simulationskomponente eines umfassenden Informationssystems verwendet werden.
Plant Simulation ist auf den Plattformen Windows 2000 und Windows XP lauffähig. Übrigens war Plant Simulation weltweit die erste Simulationssoftware, die schon im Jahre 1995 als echte 32-Bit-Anwendung für Windows NT und Windows 95 ausgeliefert wurde.
Im Februar 1992 wurde Plant Simulation erstmals bei Kunden installiert. Bereits im ersten Jahr nach der Markteinführung durfte sich Plant Simulation zu den führenden Simulationssystemen im deutschsprachigen Raum zählen. Seit Mitte 1993 wird die englische Version von Plant Simulation mit gutem Erfolg international vermarktet. Heute zählt Plant Simulation weltweit zu den Marktführern und ist in den wichtigen Regionen der Weltwirtschaft durch kompetente Geschäftspartner oder Siemens PLM Software selbst vertreten. Der hohen Marktdynamik, sowie sich wandelnden Hard- und Softwareplattformen wird mit kontinuierlichen Weiterentwicklungen Rechnung getragen.

Diese Updates und neuen Versionen erhalten unsere Wartungsvertragskunden kostenlos.

2 Das Produkt Tecnomatix Plant Simulation

2.1 Philosophie

Die Gedanken, die zu dem Produktkonzept und den wichtigsten Eigenschaften von Plant Simulation geführt haben, sollen hier als Designgrundsätze aufgezeigt werden. Ein weiteres wichtiges Element bei der Darstellung der Philosophie von Plant Simulation ist der Rahmen, in welchem es entstanden ist und weiterentwickelt wird: Die Gestaltungskompetenz.

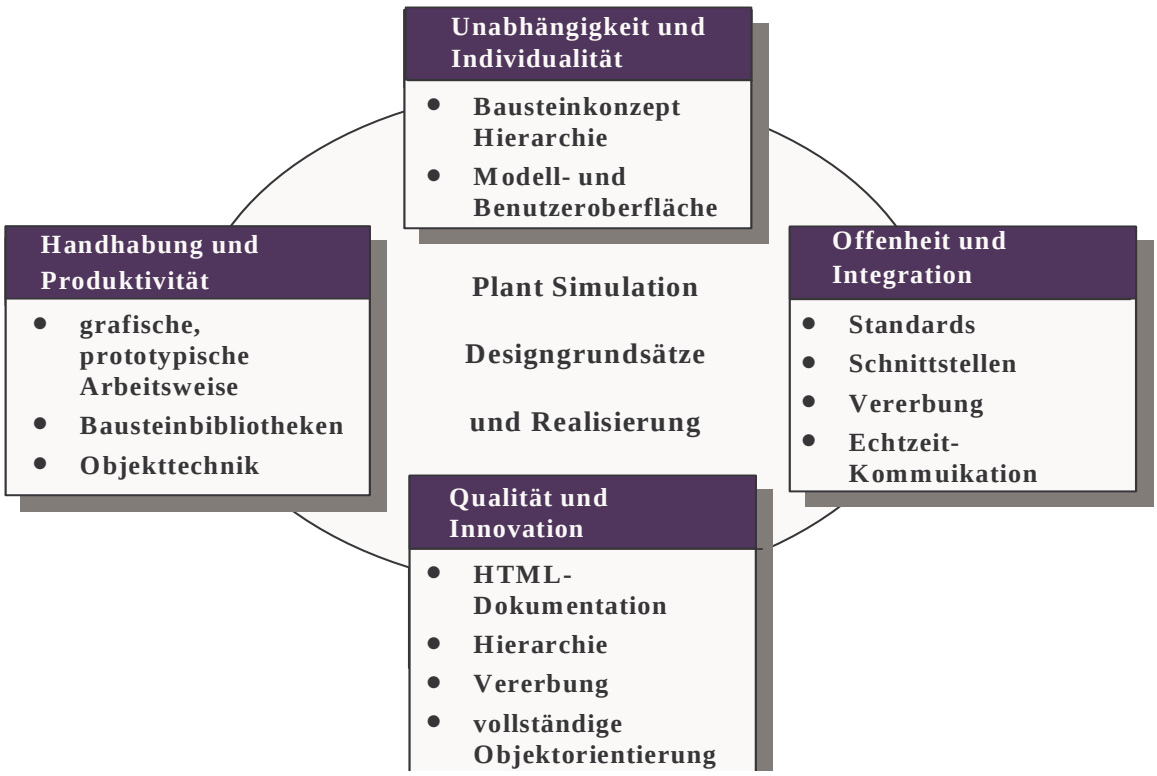


Abbildung 1: Plant Simulation Designgrundsätze und wichtige Punkte der Realisierung

Die Designgrundsätze**,** die bei der Konzeption und Entwicklung von Plant Simulation herangezogen wurden, haben sich nicht nur bei technischen Produkten bewährt. Es sind Unabhängigkeit des Anwenders vom Hersteller, Individualität von Modellen und Oberflächen, einfache Handhabung bei hoher Anwenderproduktivität, beste Qualität der Software durch Nutzung innovativer Softwaretechnologie und schließlich Offenheit und Integrationsfähigkeit zur Bildung umfassender Informationssysteme. Diese Designgrundsätze sind in der oberen Abbildung dargestellt. Wichtige Punkte der Realisierung stehen jeweils unter den einzelnen Designgrundsätzen und sind in dieser Produktbeschreibung näher erläutert.

Mit folgender Darstellung soll die Gestaltungskompetenz bei Plant Simulation verdeutlicht werden.

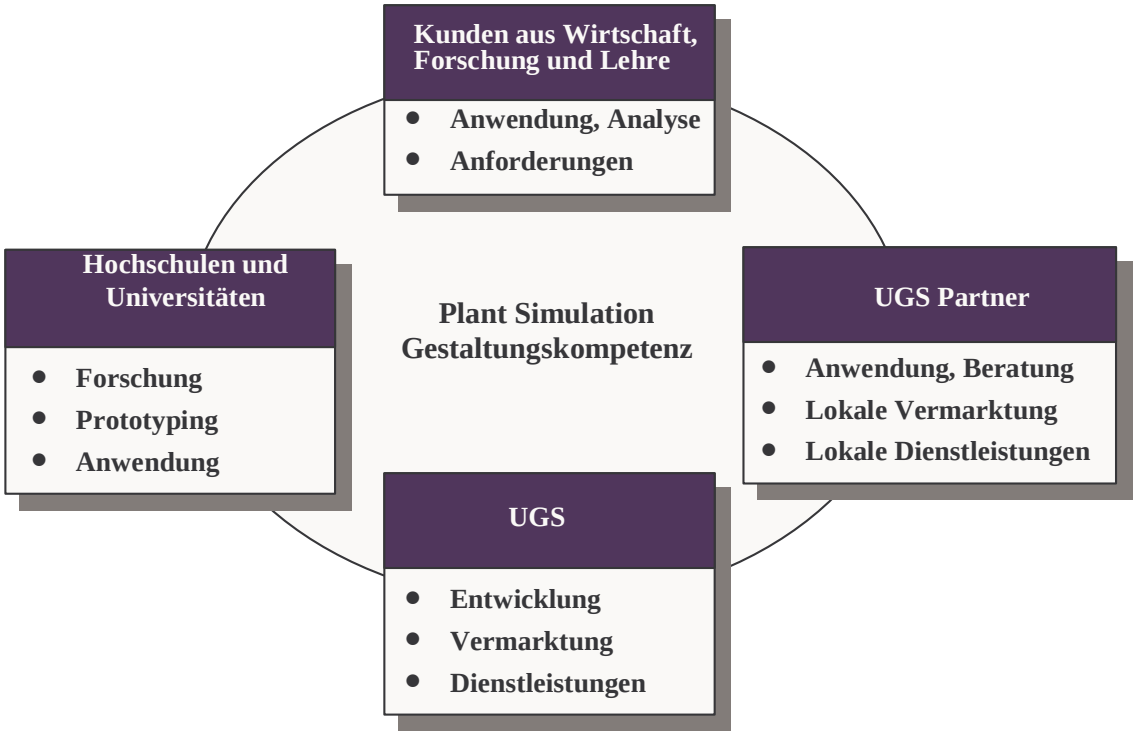


Abbildung 2: Plant Simulation Gestaltungskompetenz

Am Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA) kann man auf rund 20 Jahre Erfahrung in der Entwicklung und Anwendung von Simulationssoftware zurückblicken. Siemens hat langjährige Erfahrung in der Entwicklung von objektorientierter Standardsoftware. Auf dieser Basis ist Plant Simulation in Zusammenarbeit mit dem IPA entwickelt worden. Die Weiterentwicklung wird durch zahlreiche Anwender aus nahezu allen Wirtschaftszweigen, sowie aus Forschung und Lehre und schließlich durch die allgemeinen Marktanforderungen gesteuert. Eine besonders wichtige und aktive Rolle spielen dabei nationale und internationale Partner. Sie unterstützen uns in ausgewählten Ländern und bieten Dienstleistungen (Simulationsstudien) mit Plant Simulation an.

2.2 Besondere Merkmale

Die verbreitete Anwendung der Simulationstechnik war bis Anfang der neunziger Jahre durch mangelhafte Anwenderfreundlichkeit und/oder unzureichende Funktionalität der Software begrenzt. Beide Begrenzungen sind mit Plant Simulation gleichzeitig und in innovativer Weise überwunden worden. Plant Simulation ist daher eine Standardsoftware, die im Vergleich zu anderen Produkten am Markt eine Reihe einzigartiger Eigenschaften aufweist. Dazu gehören die Technologie des Gesamtproduktes und einzelne, herausragende Merkmale.

Plant Simulation bietet dem Benutzer eine objektorientierte, grafische und integrierte Arbeitsumgebung zur Modellierung, Simulation und Animation, und ist vollständig objektorientiert: Grafische Benutzeroberfläche, Systemarchitektur und Implementierung entsprechen den Kennzeichen der Objektorientierung.

Objektorientierung ist eine zukunftsweisende Softwaretechnologie. Doch Technologie ist kein Selbstzweck, sondern muss nützliche Auswirkungen für den Benutzer haben. Der Nutzen der vollständigen Objektorientierung bei Plant Simulation lässt sich in zwei Kategorien aufteilen: Produktivität und Benutzerfreundlichkeit für den Benutzer einerseits und effiziente Entwicklung von Plant Simulation durch Siemens andererseits. Die wichtigsten Nutzenaspekte der Objektorientierung bei der Entwicklung von Plant Simulation sind:

- Hohes Entwicklungstempo bei gleichzeitig besserer Qualität: Erfahrungen mit objektorientierter Softwareentwicklung zeigen eine Produktivitätssteigerung um einen Faktor von 3 bis 20. Das heißt, dass das Entwicklungsteam von Plant Simulation deutlich produktiver ist, als traditionell arbeitende Teams. Gleichzeitig ist das Volumen des Softwarecodes von Plant Simulation bei vergleichbarer Funktionalität um Faktoren geringer als bei herkömmlicher Technik, womit die absolute Zahl von möglichen Softwarefehlern verringert wird.
- Längerer Produktlebenszyklus und damit bessere Investitionsnutzung, da die bisher ausufernde Komplexität bei Software mit herkömmlicher Technik jetzt bei Plant Simulation schon per Design begrenzt ist.
- Optimale Erweiterbarkeit und Änderbarkeit von Plant Simulation durch Zufügung weiterer Objekte, die über definierte Schnittstellen mit den bereits vorhandenen Objekten kommunizieren. Somit sind neue Anforderungen an Plant Simulation schnell und mit wenig Aufwand realisierbar.

Diese eher versteckten Nutzungsaspekte kann man erst angemessen bewerten, wenn man die zu erwerbende Software über die "nach außen" sichtbare Funktionalität hinaus etwas näher betrachtet. Dennoch hat der aktuell angebotene Funktionsumfang bei einer Kaufentscheidung einen hohen Stellenwert. Daher sollen aus der umfangreichen Gesamtfunktionalität folgende, herausragende Produkteigenschaften einzeln erläutert werden:

2.2.1 Grafische und benutzerfreundliche Arbeitsumgebung
2.2.2 Hierarchie
2.2.3 Vererbung
2.2.4 Bausteinkonzept
2.2.5 Programmgesteuerte Modellgenerierung
2.2.6 Änderung und Wartung von Modellen
2.2.7 Kommunikations- und Integrationsfähigkeit
2.2.8 Dialogmasken
2.2.9 Mehrsprachigkeit
2.2.10 HTML Interface
2.2.11 Plant Simulation 3D-Visualisierung

2.2.1 Grafische und benutzerfreundliche Arbeitsumgebung

Häufig ist Simulationssoftware in Einzelprogramme zur Modellerstellung, Simulation und ggf. Animation (Off-Line Animation) unterteilt. Zunächst muss hierbei das Modell vollständig aufgebaut werden. Erst dann ist ein Simulationslauf möglich. Nach dessen Abschluss kann dann eine grafische Visualisierung der Abläufe (Animation) erfolgen. Das bedeutet, dass während der Simulation und der Animation keine Änderungen am Modell möglich sind, obwohl man gerade dabei mögliche Fehler der Modellierung erkennt. Herkömmliche Software zwingt also zu einer prozeduralen und aufwendigeren Arbeitsweise.

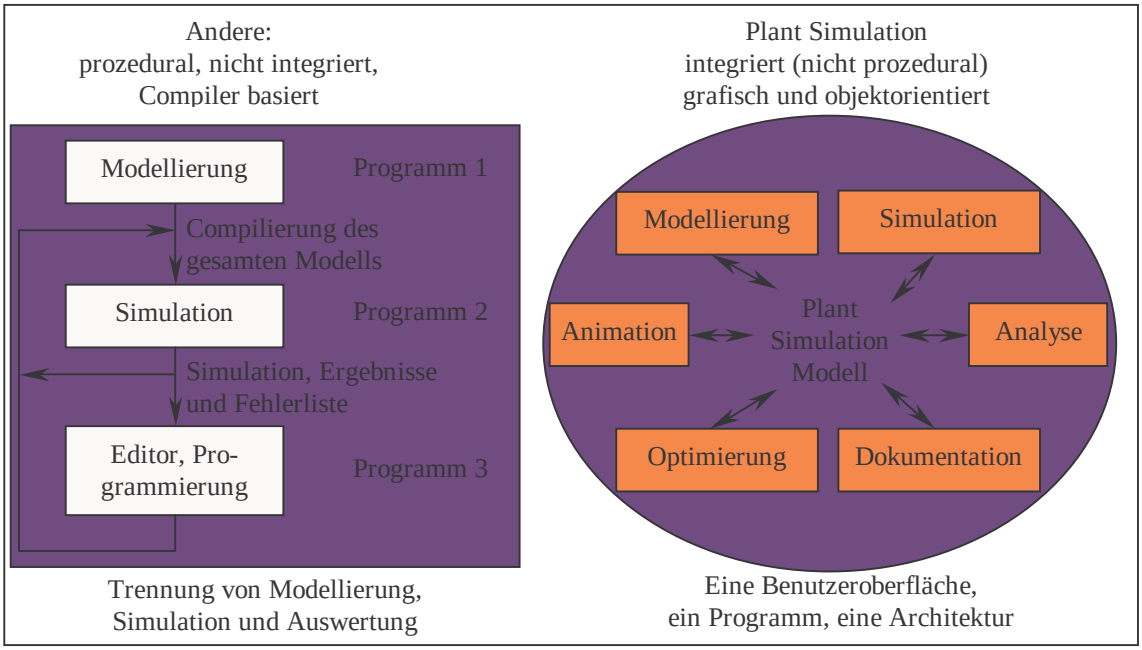


Abbildung 3: Traditionelle Arbeitsweise im Vergleich zu Plant Simulation

Die grafische und prototypische Arbeitsumgebung bei Plant Simulation bedeutet hingegen, dass jede Funktion jederzeit aufrufbar ist (nicht prozedural), das Modell inkrementell erweiterbar ist und alle Informationen grafisch repräsentiert sind. Man kann also während der grafischen Modellerstellung beliebige Teile des Modells simulieren und animieren (online Animation), oder sogar ohne einen Simulationslauf die Steuerungsregeln für eine Ressource testen und ggf. korrigieren. Ferner kann ein Modell schrittweise verfeinert oder vergröbert werden, entsprechend den wechselnden Anforderungen im Laufe eines Projekts. Nach der prozeduralen und objektorientierten Arbeitsweise entspricht das prototypische Arbeiten mit Plant Simulation dem fortschrittlichsten Paradigma. Dies verbessert die Modellierungsproduktivität und die Anwenderakzeptanz ganz erheblich.

Nutzen der prototypischen Arbeitsumgebung bei Plant Simulation:

- Kein Zeitverlust durch vorgegebene Arbeitsprozeduren
- Effiziente Fehlersuche und -behebung
- Hohe Transparenz der Abläufe und Zusammenhänge
- Kein Zeitverbrauch für die Kompilierung des Gesamtmodells

2.2.2 Hierarchie

Mit Hilfe der Hierarchie von Plant Simulation kann z.B. eine ganze Fabrik, ein komplexes Warenverteilzentrum oder das Eisenbahnnetz samt Verkehrsanbindung eines ganzen Landes den realen Strukturen entsprechend abgebildet werden. Von der Gesamtsicht eines Warenverteilzentrums kommt man beispielsweise über mehrere Hierarchiestufen einfach durch Anklicken der realitätsgetreuen Objekte mit der Maus bis zur Fördergeschwindigkeit einer Rollenbahn in der Kommissionierung. Damit ist eine optimale Verständlichkeit des Simulationsmodells sowohl für Topmanager als auch für Planungsingenieure gewährleistet.

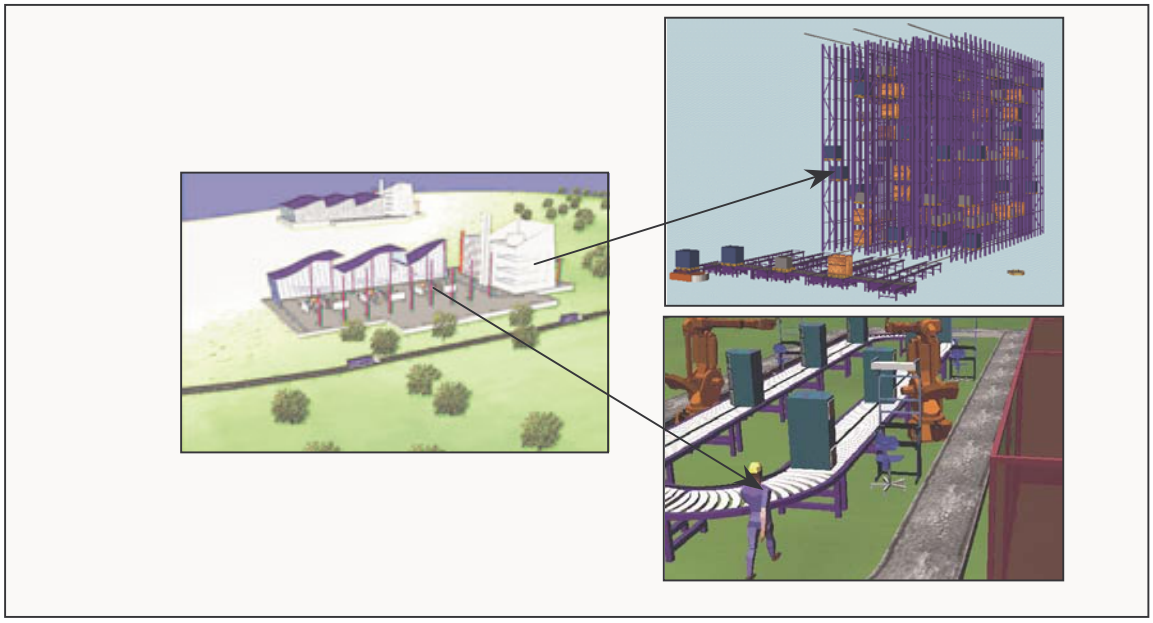


Abbildung 4: Unbegrenzte Anzahl von Hierarchieebenen

Nach Verständnistiefe kann eine weitere Detaillierungsstufe (=Hierarchiestufe) dargestellt werden, ohne den Gesamtzusammenhang zu verlieren. Plant Simulation bietet eine beliebige Gestaltung der Hierarchie eines Modells. Sie entsteht und reduziert sich dynamisch, indem ein Objekt in ein anderes Objekt eingesetzt oder wieder gelöscht werden kann. Dadurch ergibt sich die stufenweise Verfeinerung oder Vergröberung (= inkrementelle Modellierung) von Plant Simulation Modellen.

Die hierarchische Struktur ist nicht bereits zu Beginn der Modellerstellung zu planen oder festzulegen. Der Benutzer bestimmt frei die optimale Strukturierung und Modularisierung und ob ein Top-down oder Bottom-up Modellierungsansatz gewählt werden soll. Plant Simulation unterstützt beide Ansätze.

2.2.3 Vererbung

Durch Vererbung, bei Plant Simulation bis auf Parameterebene von Objekten steuerbar, können Änderungen am Simulationsmodell und bei Modellvarianten besonders schnell und fehlerfrei realisiert werden. Denn im Gegensatz zu einer Kopie (diese "weiss" nicht von welchem Original sie abstammt und ändert sich auch nicht, wenn sich das Original ändert) steht ein abgeleitetes "Kindobjekt" in einem steuerbaren Bezug zum "Elternobjekt".

Man stelle sich vor: Die Kommissionierzone eines Warenverteilzentrums hat 100 Rollenbahnelemente und pro Element muss die Fördergeschwindigkeit verändert werden. Das bedeutet bei Systemen ohne Vererbung, dass 100 Änderungen mit entsprechendem Zeitaufwand und Fehlerquellen durchzuführen sind. Bei Plant Simulation wird eine einzige Änderung am Elternobjekt durchgeführt, die dann automatisch an die weiteren 99 Rollenbahnelemente im bestehenden Modell vererbt wird, ohne die sonstigen Attribute der jeweiligen, bereits parametrisierten Elemente zu verändern.

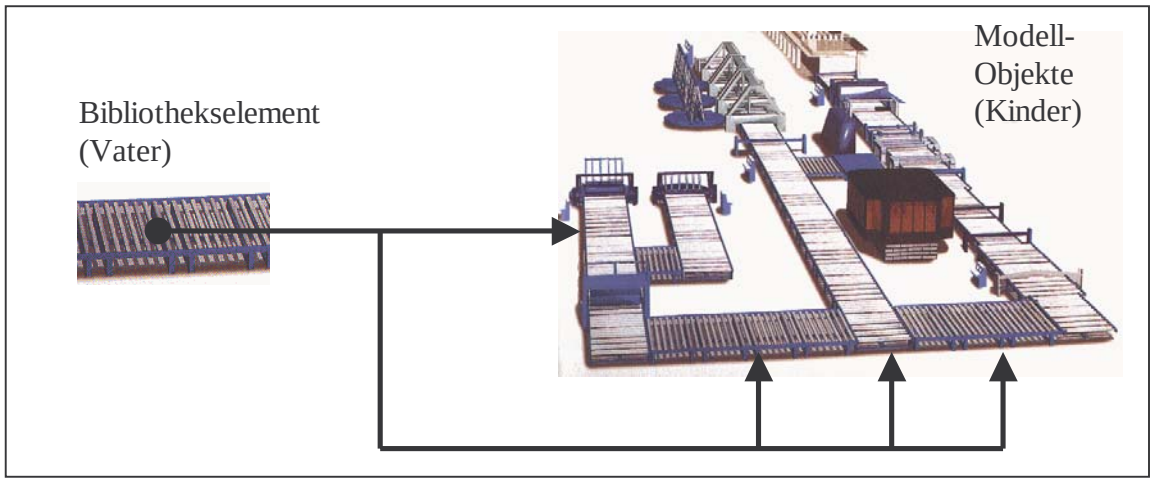


Abbildung 5: Vererbung: Steuerbar bis auf Parameterebene

Ein anderes Beispiel für die Effizienz und Fehlerarmut der Vererbungstechnik ist die Umstellung der Produktion auf eine Just-in-time Steuerung. Bei Dutzenden von Maschinen soll der Eingangspuffer entfallen. In Plant Simulation löscht man in der "Eltern-Maschine" den Eingangspuffer und alle anderen Maschinen, die über Vererbung mit der "Eltern-Maschine" in Verbindung stehen, sind sofort entsprechend geändert.

Die Arbeit mit Objekten die in einer Vererbungsbeziehung stehen hat große Vorteile:

- Anpassungen werden wesentlich schneller durchgeführt
- Parameteränderungen werden sicherer im kompletten Modell vorgenommen
- Die Modellierung macht mehr Spaß!

2.2.4 Bausteinkonzept

Das Bausteinkonzept von Plant Simulation ist einzigartig: Beliebige Anwenderbausteine können aus systematisch hergeleiteten Plant Simulation Grundbausteinen vom Anwender selbst grafisch und interaktiv erstellt und wiederverwendet werden.

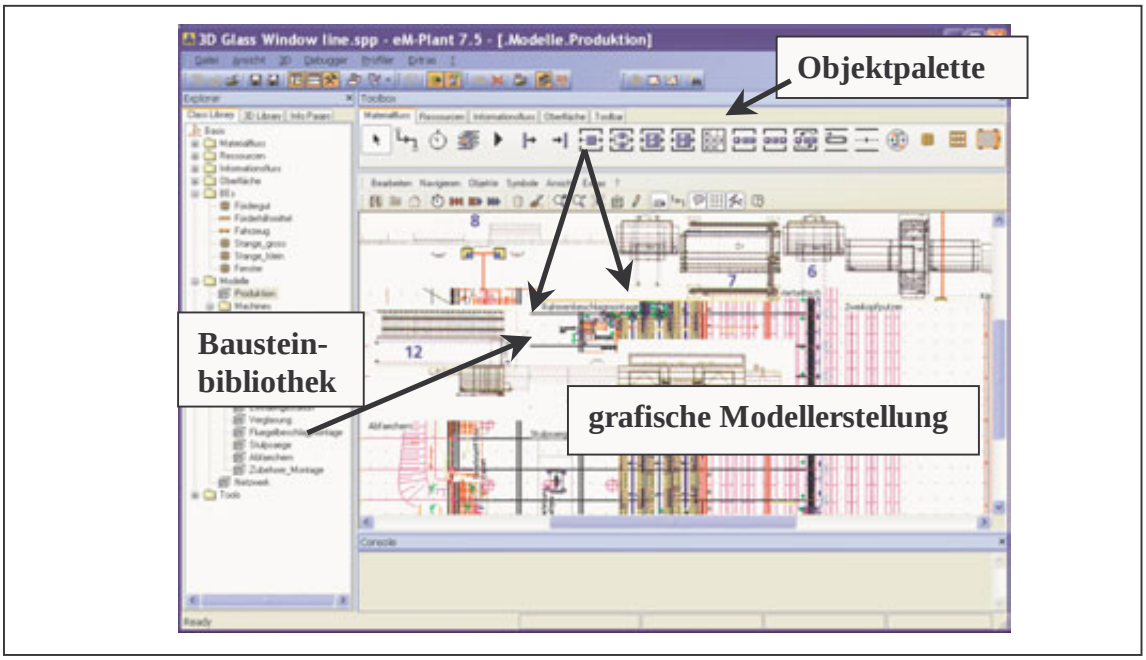


Abbildung 6: Grafisch interaktive Modellerstellung aus Objekten

Dieses Konzept ist vergleichbar mit der Lego®-Technik: Mit wenigen Grundelementen können unterschiedlichste Gebilde aufgebaut, benutzt und geändert werden. Dadurch wird zugleich eine große Anwendungsbreite von Plant Simulation und eine hohe Produktivität bzw. Effizienz des Benutzers erreicht.

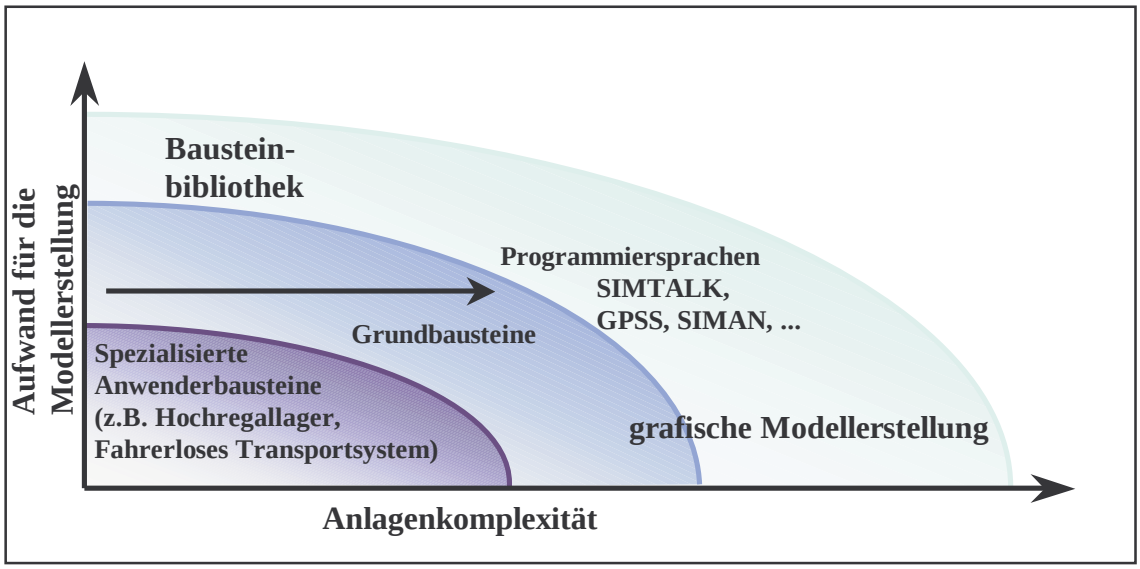


Abbildung 7: Anwendungsbreite von Produkten und die Effizienz /Produktivität bei der Modellierung

Plant Simulation bietet anwendungsbezogene Bibliotheken aus Grund- und Anwenderbausteinen die strukturiertes und sehr produktives Modellieren ermöglichen. Durch branchenspezifische (vertikale) und branchenübergreifende (horizontale) Anwenderbausteine und Referenzmodelle entstehen Anwendungen bzw. Modelle in kürzester Zeit. Damit wird der häufig beklagte Modellierungsaufwand bei Simulationsprojekten jetzt mit Plant Simulation auf ein Minimum reduziert.

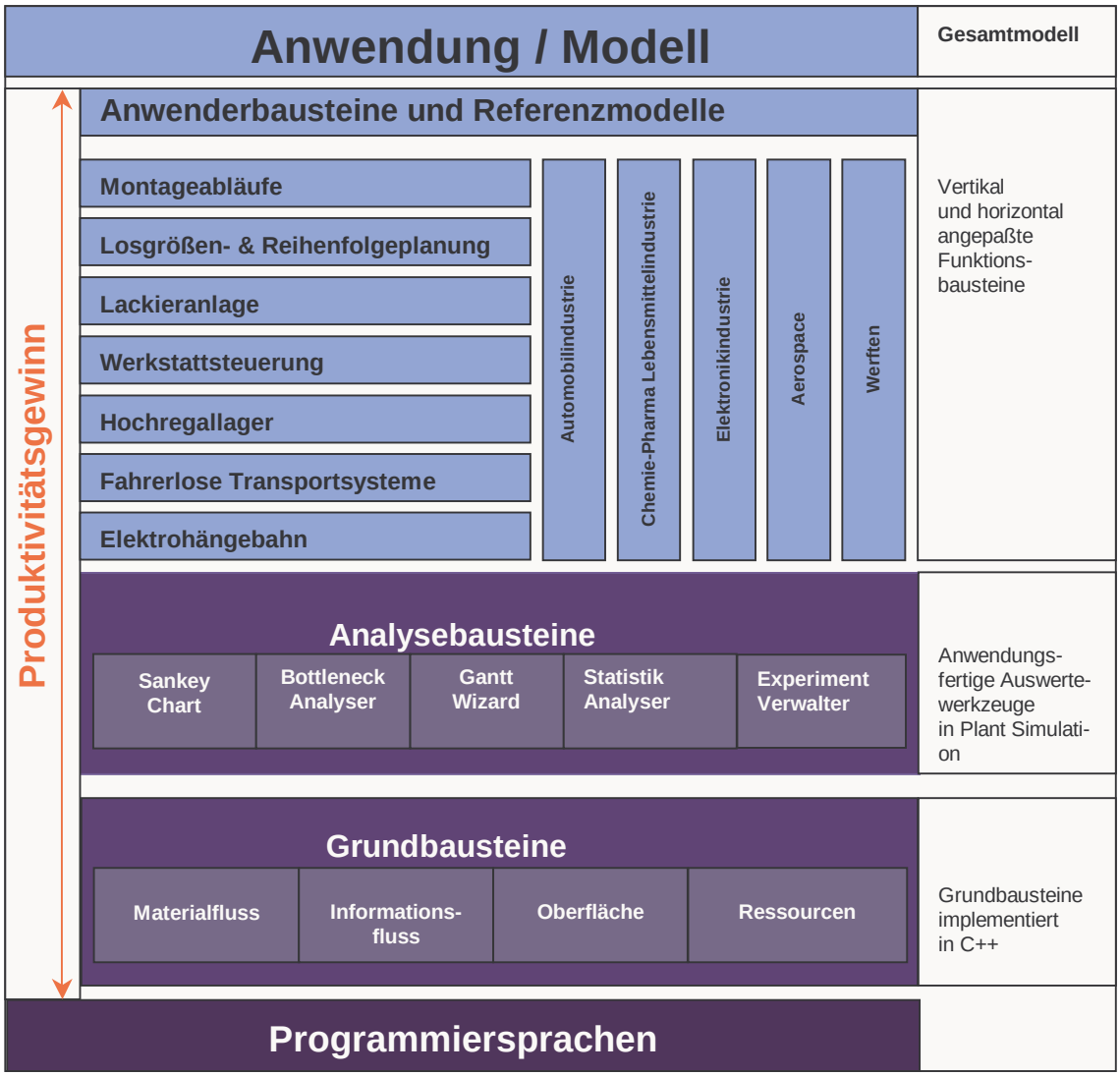


Abbildung 8: Bausteinkonzept zur Steigerung der Produktivität des Anwenders

Damit muss nicht jeder Anwender bei Null anfangen. Neben dem Geschwindigkeitsgewinn wird auch das Know-how optimal genutzt. Wissen, welches in Projekten von Siemens Product Lifecycle Management Software zusammen mit Herstellern von Lackieranlagen, Automobilbauern oder Werften gewonnen wurde, ist somit allgemein nutzbar und steht auch dem Neueinsteiger in Simulationen zur Verfügung.

2.2.5 Programmgesteuerte Modellgenerierung

Mit Plant Simulation können Modelle grafisch und interaktiv aufgebaut werden. Darüber hinaus kann mit Plant Simulation z.B. nach der Eingabe von einigen Parametern in eine frei gestaltbare Dialogmaske ein Simulationsmodell samt Animationsgrafik automatisch generiert werden. Dies geschieht durch einen, in der integrierten Sprache SimTalk bereitgestellten Ablauf. Damit kann etwa ein Vertriebsmitarbeiter durch die Eingabe einiger systembestimmender Parameter das kundenspezifische System seinem Kunden am Bildschirm vorführen und zwar realitätsgetreu und lebendig durch Animation. Selbstverständlich können nicht nur vollständige Systeme, sondern auch Teilsysteme programmgesteuert erzeugt werden.

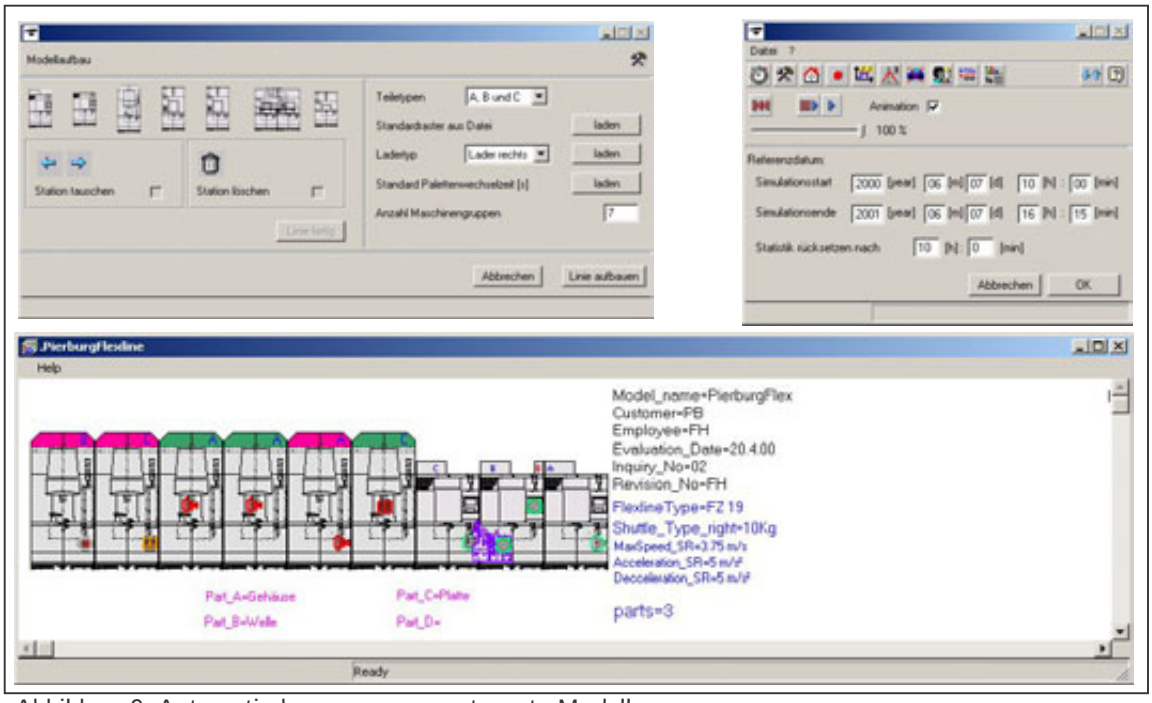


Abbildung 9: Automatische, programmgesteuerte Modellerzeugung

2.2.6 Änderung und Wartung von Modellen

Die einfache und schnelle Änderung und Wartung von Modellen ist in der Praxis besonders wichtig. Denn häufig wird die Simulation begleitend zur Systemplanung eingesetzt. Das bedeutet, dass Informationen und Daten oft nicht verfügbar sind, wenn man Sie gerade zur Modellierung braucht. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, angefangene Teile eines Simulationsmodells zu gegebener Zeit zu vervollständigen.

Auch wenn ein erstes Modell bereits erstellt ist, treten ständig Anpassungen und Änderungen auf. Mit Plant Simulation ist die schrittweise Verfeinerung und Anpassung des Modells sehr leicht durchführbar. Bei herkömmlicher Software ist es nicht selten der Fall, dass selbst kleinere Änderungen eine völlig neue Implementierung des ganzen Modells erfordern, oder zumindest der Anpassungsaufwand unerträglich hoch ist. Dies hat in der Vergangenheit zu Wirtschaftlichkeits- und Akzeptanzproblemen der Simulation geführt.

2.2.7 Kommunikations- und Integrationsfähigkeit

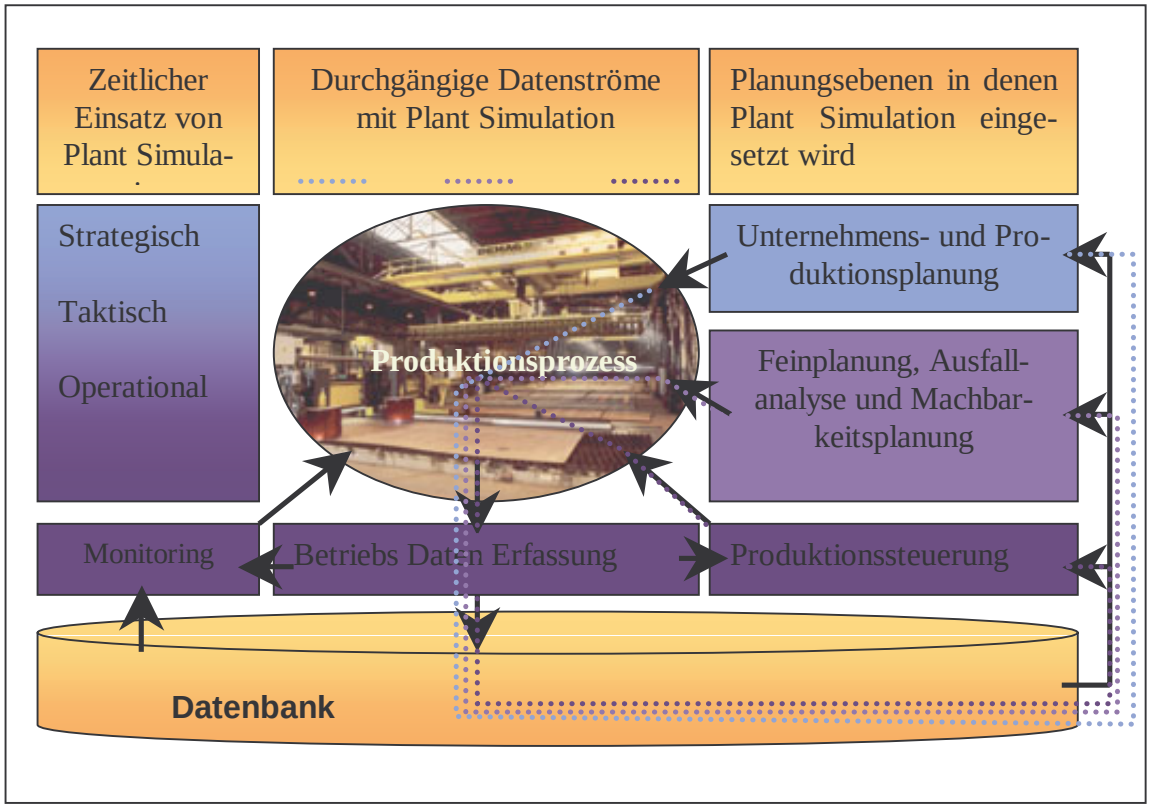


Abbildung 10: Plant Simulation als Bestandteil eines umfassenden, integrierten Informationssystems

Folgende Schnittstellen von Plant Simulation gewährleisten die Kommunikations- und Integrationsfähigkeit mit anderer Software:

- ActiveX
- ASCII-Dateien
- C-Programmierschnittstelle
- COM-Schnittstelle
- Dynamic Data Exchange (DDE)
- Excel
- HTML
- Open Data Base Connectivity (ODBC)
- OPC
- SDX
- Socket
- Standard Query Language (SQL for Oracle® Datenbank- Schnittstelle)
- XML

Der Datenaustausch während des Simulationslaufes und die vollständige Steuerung von Plant Simulation durch andere Programme (z.B. PPS-System) sind wichtig für integrierte Lösungen. Über die vorhandenen Schnittstellen ist Plant Simulation für individuelle Erweiterungen offen und erfüllt alle praktischen Integrationsanforderungen.

Bei Plant Simulation ist die Integration mit einer Reihe anderer Softwaresysteme realisiert. Das folgende Bild zeigt Beispiele und nennt Produkte, die bei einer unternehmensweiten Simulation mitwirken können.

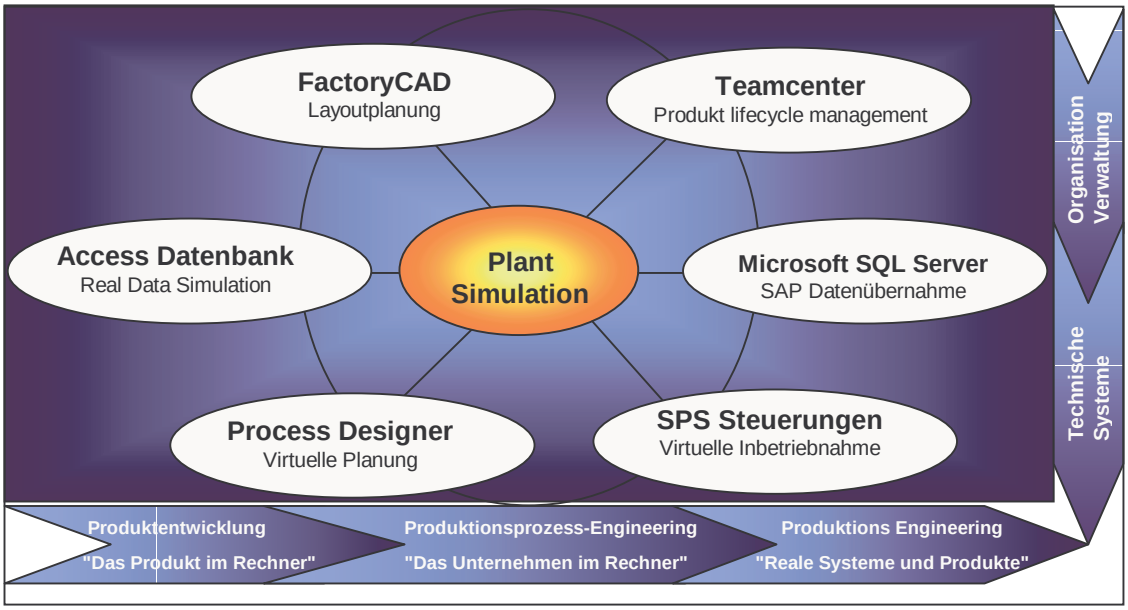


Abbildung 11: Unternehmensweite Simulation mit Plant Simulation und Integrationsbeispiel

2.2.8 Dialogmasken

In Plant Simulation integriert ist ein Werkzeug zur schnellen und einfachen Erstellung benutzerdefinierter Dialogmasken. Damit hat der Ersteller der Simulation die Möglichkeit sein Simulationswissen Simulationslaien zur Verfügung zu stellen. In den Dialogmasken sind nur die freigeschalteten Parameter zugänglich. So können z.B. über eine Dialogmaske am Telefon online Auftragsdaten aufgenommen werden, die dann in der Simulation zur Verfügung stehen. Über die Dialogmasken kann auch die Simulation betrieben und ausgewertet werden, ohne im Simulationsmodell versehentlich Änderungen vorzunehmen. Im Vertrieb werden komplette Modelle mit Hilfe weniger Parameter über Dialogmasken aufgebaut und dem Kunden demonstriert, ohne dass spezielles Wissen oder eine Schulung über die Simulation notwendig sind.

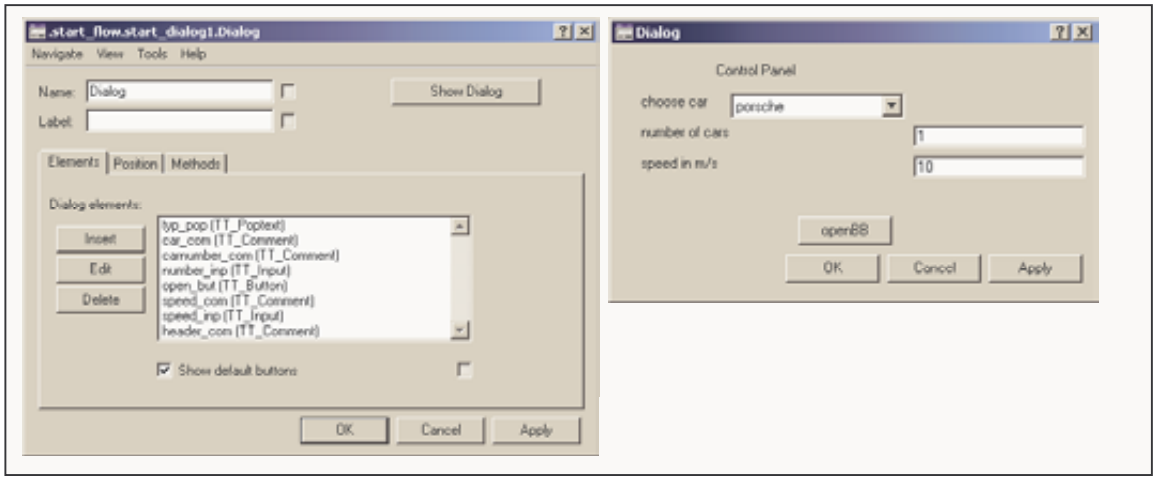
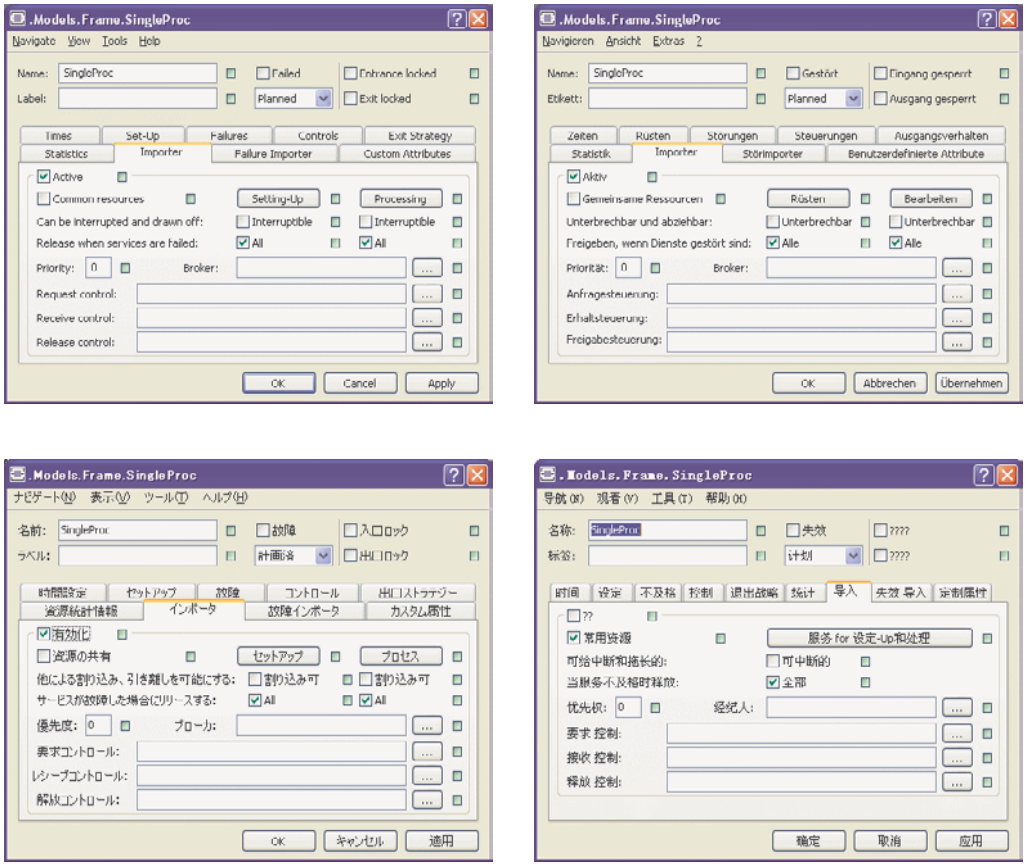


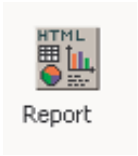
Abbildung 12: Maske zur Dialogerstellung und Benutzerdialog in Plant Simulation

2.2.9 Mehrsprachigkeit

In Plant Simulation ist die umgebungssensitive Einstellung der Sprache vorbereitet. Damit lassen sich Dialogmasken für dasselbe Modell mehrsprachig betreiben. Die Eingabemaske wird in der vom Benutzer gewählten Sprache dargestellt. Dies gilt ebenso für Hilfetexte, die automatisch in der gewählten Sprache angezeigt werden. Die Modifikation der Texte für benutzerdefinierte Dialoge ist besonders einfach über eine zentrale Tabelle. Dort sind die jeweiligen Textblöcke in Ihrer Sprache zusammengefasst. Plant Simulation seht in den Sprachen Englisch, Deutsch, Japanisch und Chinesisch zur Verfügung.

Abbildung 13: Sprachenmanagement in Plant Simulation





2.2.10 HTML Interface

In Plant Simulation ist eine HTML Browser Oberfläche integriert, die dem Benutzer die dialoggesteuerte Dokumentation seiner Modelle gestattet. Die Beschreibung einzelner Elemente und Funktionalitäten ist somit einfach, strukturiert und bietet die Möglichkeit Verknüpfungen zu setzen. Grafiken können hier ebenso eingesetzt werden, wie Links zur eigenen Homepage.

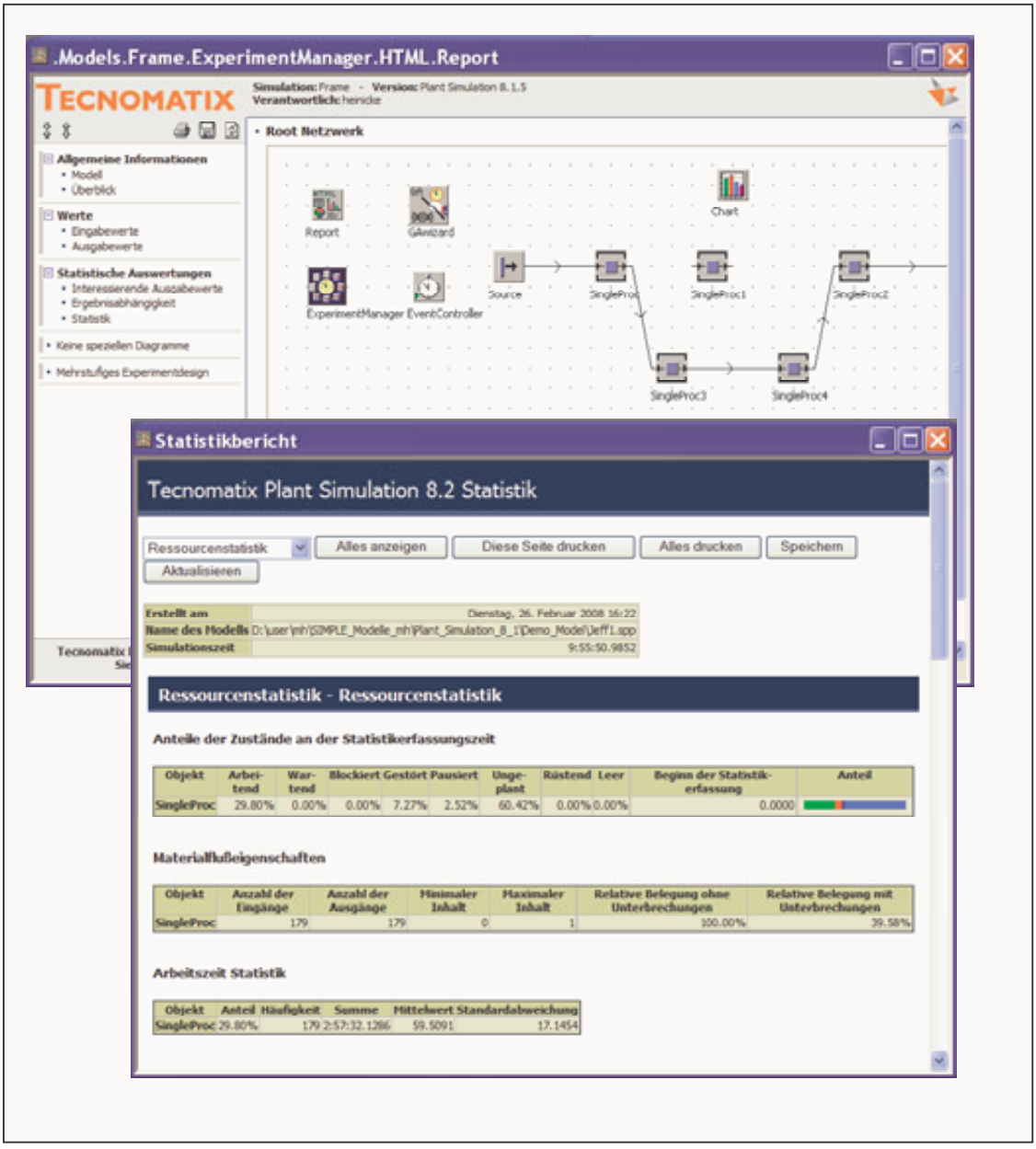


Abbildung 14: Plant Simulation HTML Darstellung: Hierarchische Dokumentation von Modellen und Simulationsläufen

2.2.11 Plant Simulation 3D-Visualisierung

Plant Simulation bietet mit seiner 3D-Komponente ein Werkzeug zur dreidimensionalen Visualisierung ganzer Fabriken. Die Darstellung wird online aus den Daten der Simulation berechnet. Simulationszustände wie Maschinenstörungen oder Pausen werden automatisch dargestellt. Zusätzlich sind Interaktionen zur Laufzeit möglich. Durch Mehrfenstertechnik sind gleichzeitig mehrere Modellansichten darstellbar. Beispielsweise kann die Kamera einer vordefinierten Flugbahn oder auf einem Produkt reitend dem Fertigungsfluss folgen. Die 3D-Visualisierung lässt sich über eine eingebaute Schnittstelle als Video aufzeichnen (AVI oder MPEG) und speichern. Mit Plant Simulation wird eine umfangreiche Bibliothek dreidimensionaler Elemente mitgeliefert, die speziell die Belange der Produktion und Materialflusssimulation abdeckt. Das Laufzeitverhalten wird durch konsequente Verwendung der Modellhierarchie auch in der 3D-Visualisierung, der Verwendung der OpenGL Optimizer Grafikbibliothek, blickfeldbezogenem Rendern (Culling), und der Unterstützung von Texturen optimiert. Dabei können die Objekte, abhängig von der Entfernung zum Beobachter, in verschiedenen Detaillierungsstufen dargestellt werden. Hierdurch wird trotz komplexer 3D-Szene eine gute Bildwiederholrate erreicht. Diese verschiedenen Detaillierungsstufen (Levels of Detail) können automatisch erzeugt und/oder manuell bearbeitet werden.

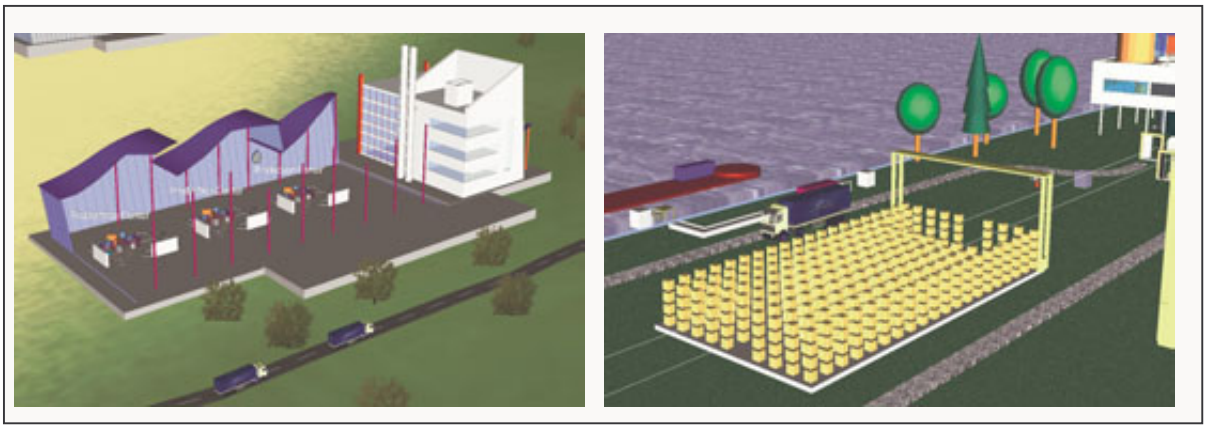


Abbildung 15: Dreidimensionale Darstellungen von Simulationen in Plant Simulation

Mit Texturen lassen sich wirklichkeitsnahe 3D-Szenen bei sehr günstiger Performanz realisieren. Die guten Bildwiederholraten werden durch Hardware-Unterstützung von Texturen bei den meisten OpenGL Grafikkarten erreicht. Plant Simulation 3D erlaubt den Import bestehende 3D-Objekte als JT-Files oder VRML2 Grafiken und deren Nachbearbeitung. Zudem können direkt in Plant Simulation 3D aus einfachen Standartobjekten eigene 3D Geometrien selbst erstellt werden. Direkt über die Oberfläche bietet Plant Simulation 3D zudem eine detaillierte Auswahl über Position, Skalierung und Möglichkeiten aus unterschiedlichen Materialien zu wählen. Beleuchtungseffekte mit farbigen Spotlights erlauben es gezielt bestimmte Bereiche der Simulation in Szene zu setzen.

2.3 Beschreibung der Software

Plant Simulation ist die Standardsoftware zur objektorientierten, grafischen und integrierten Modellierung, Simulation und Animation von Systemen und Geschäftsprozessen. Plant Simulation ist vollständig objektorientiert: Grafische Benutzeroberfläche, Systemarchitektur und Implementierung entsprechend den Kennzeichen der Objektorientierung. Unterschiedlichste und sehr komplexe Systeme und Geschäftsprozesse können realitätsgetreu und in höchster Genauigkeit abgebildet werden. Die hohe Produktivität bei der Modellerstellung und die einfache und schnelle Änderung und Wartung von Modellen sind herausragende Eigenschaften von Plant Simulation. Die hohe Flexibilität bei der Modellierung wird mit Plant Simulation u.a. dadurch erreicht, dass Material- und Informationsfluss unabhängig voneinander modelliert werden können.

Gewünschte Verknüpfungen werden durch ein Sensor-Aktor-Prinzip erreicht: Am Eingang und Ausgang von aktiven Materialflussbausteinen sind Sensoren, die eine Steuerung aktivieren. Diese veranlasst dann frei definierbare lokale und globale Aktionen.

Plant Simulation lässt sich weder nach herkömmlichen Konzepten wie etwa Baustein-, Sprach- und Listenkonzept einteilen, noch nach den jeweiligen Vorteilen bewerten. Durch das Plant Simulation-Bausteinkonzept, der mächtigen eingebauten Sprache SimTalk und der äußerst vielseitigen Nutzung von Listen sind alle Vorteile dieser Konzepte in Plant Simulation vereint. Aufgrund der verwendeten objektorientierten Softwaretechnologie sind die vorteilhaften Eigenschaften der jeweiligen Konzepte sogar in besonders wirkungsvoller Weise nutzbar.

So wenig die Einteilung nach herkömmlichen Konzepten bei Plant Simulation greift, genauso unnötig ist die Aufteilung in Grob- und Feinsimulation oder Unternehmens-, Strategie-, Struktur-, System- und Prozess-Simulation. Mit Plant Simulation werden die meisten Anwendungen abgedeckt. Dies entspricht auch den Anforderungen der Praxis nach durchgängiger Modellierung ganzer Unternehmen. Die oben genannten Ein- und Aufteilungsversuche entspringen dem wissenschaftlichen Umfeld, in dem klassifizierende Ordnungsschemata üblich und nützlich sind. Diese Sachlage rechtfertigt es aus unserer Sicht, bei Plant Simulation von einer neuen Klasse von Simulationssoftware zu sprechen.

Generation	Zeit	Kennzeichen
5. Generation	Ab 2000	3D-Visualisierung, HTML-Auswertungen, Engpass-Analysen, Experiment Management, Integrated Optimization, Global PLM Solution
4. Generation	'90 Jahre	Objektorientierung, Interpretersprachen, Integration, Echtzeit-Kommunikation, Anpassung und Spezialisierung
3. Generation	'80 Jahre	Bausteine, Grafische Modellierung, Animation
2. Generation	'70 Jahre	Spezielle Programmiersprachen
1. Generation	'60 Jahre	Standard Compiler Programmiersprachen

Abbildung 16: Entwicklung von Simulationssystemen in Generationen

Die nachfolgende Darstellung zeigt die Architektur von Plant Simulation. Die einzelnen Elemente werden anschließend beschrieben.

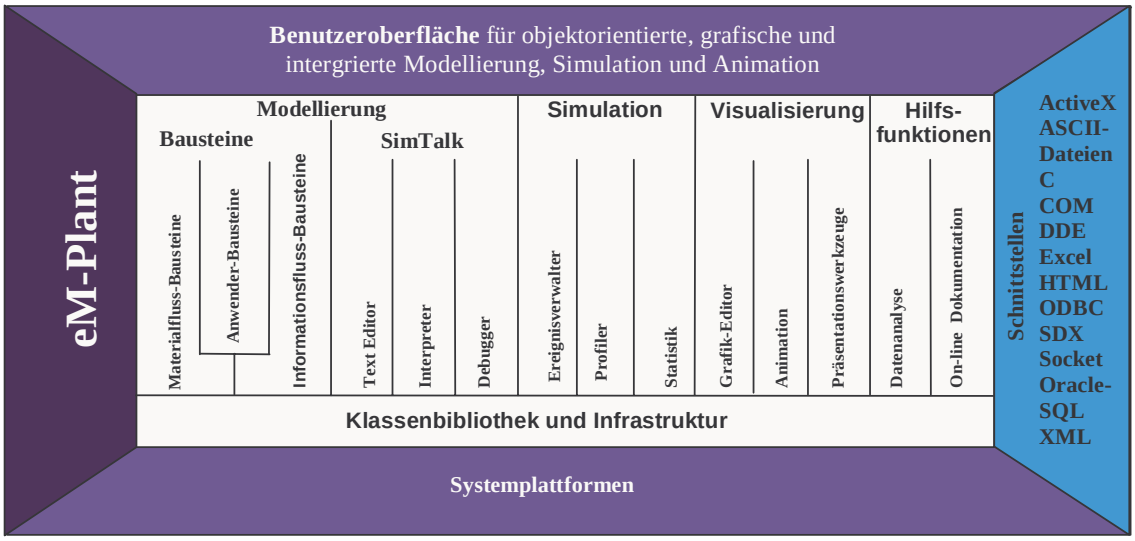


Abbildung 17: Architektur von Plant Simulation

Das Programm Plant Simulation bietet eine sehr benutzerfreundliche, grafische Benutzeroberfläche mit Menü-, Maus- und Fenstertechnik für integriertes und interaktives Arbeiten. Dabei können alle Funktionen jederzeit aufgerufen werden. Plant Simulation ist nicht in separate Programme für Modellierung, Simulation und Animation zerteilt. Wir bezeichnen diese Eigenschaft als "integrierte Arbeitsumgebung".
Die Vorgehensweise bei der Modellerstellung kann der Anwender entsprechend seinem Arbeitsstil selbst bestimmen. Er wird nicht gezwungen, sich an vorgegebene Abläufe zu halten. Insbesondere ist die Vorgehensweise bei der Modellerstellung völlig unabhängig vom späteren Simulationsablauf. Dies ist als "nicht-prozedurale Arbeitsweise" bekannt.
Ferner bietet Plant Simulation eine "inkrementelle Arbeitsweise": Modellteile können jederzeit und schrittweise verfeinert oder vergröbert werden und zwar entsprechend den aktualisierten Anforderungen und dem verfügbaren Informationsstand über das zu simulierende System. Dies ist in der Praxis besonders wichtig, weil im Laufe eines Projektes immer wieder neue Erkenntnisse gewonnen werden, die dann sofort umgesetzt werden sollten. Hierbei sollte das vorhandene Modell insgesamt nicht verändert, oder gar völlig neu erstellt werden.
Durch die "integrierte Arbeitsumgebung" und die "nicht-prozedurale und inkrementelle Arbeitsweise" bei Plant Simulation wird eine Produktivitätssteigerung bei der Modellerstellung erreicht, die im Vergleich zu anderen Systemen häufig den Faktor 3 überschreitet. Diese so genannte prototypische Arbeitsweise ist nach prozedualer und objektorientierter Methodik das modernste Paradigma. Darüber hinaus bietet Plant Simulation dem Benutzer die Möglichkeit, eigene, spezifische Oberflächen zu gestalten und zu nutzen.

Schnittstellen öffnen Plant Simulation nach außen für den Datenaustausch und die Interprozesskommunikation. Dabei ist es für Integrationszwecke mit anderer Software wichtig, dass Daten nicht nur zu Beginn und am Ende, sondern auch während der Simulationslaufzeit ausgetauscht werden können und Plant Simulation vollständig von anderen Programmen gesteuert werden kann. ASCII Dateien (z.B. Arbeitspläne) können von Plant Simulation gelesen werden. Daten, die während der Simulation gewonnen werden, sind als ASCII-Dateien für andere Programme (z.B. Spread sheets) nutzbar. Immer häufiger benutzen mehrere Anwendungen eine gemeinsame Datenbank. Mit der SQL-Schnittstelle von Plant Simulation ist auch während des Simulationslaufes ein Datenaustausch möglich. Die Interprozesskommunikation wird über verschiedene Schnittstellen betrieben: So erlauben Socket und DDE z.B. die Steuerung von Plant Simulation durch andere Programme und die Kommunikation in Echtzeit. Damit kann etwa ein PPS-System direkt Plant Simulation Funktionen aktivieren und Betriebsdaten können unverzüglich von Plant Simulation übernommen werden. Mittels Grafik-Schnittstelle sind vorhandene Bilder oder CAD-Zeichnungen in Plant Simulation zur Gestaltung der Animationsoberfläche verwendbar. Vorhandene Programme wie etwa Berechnungsroutinen sind über die C-Schnittstelle nutzbar. Nicht zuletzt sind Systembefehle per Betriebssystemschnittstelle in der Plant Simulation Umgebung anwendbar. Man darf Plant Simulation wegen dieser Schnittstellen als integrationsfähiges und offenes System bezeichnen.

Die folgende Abbildung zeigt eine Bildschirmdarstellung von Plant Simulation. Links ist eine individuelle Bausteinbibliothek sichtbar. Darüber sieht man die Bausteinpalette, die einen schnellen Zugriff auf die wichtigsten Bausteine ermöglicht. Darunter ist das Modell (Fertigungslinie) dargestellt, das gerade interaktiv und grafisch mit den Elementen zur Eingabe von Bausteinparametern erstellt wird.

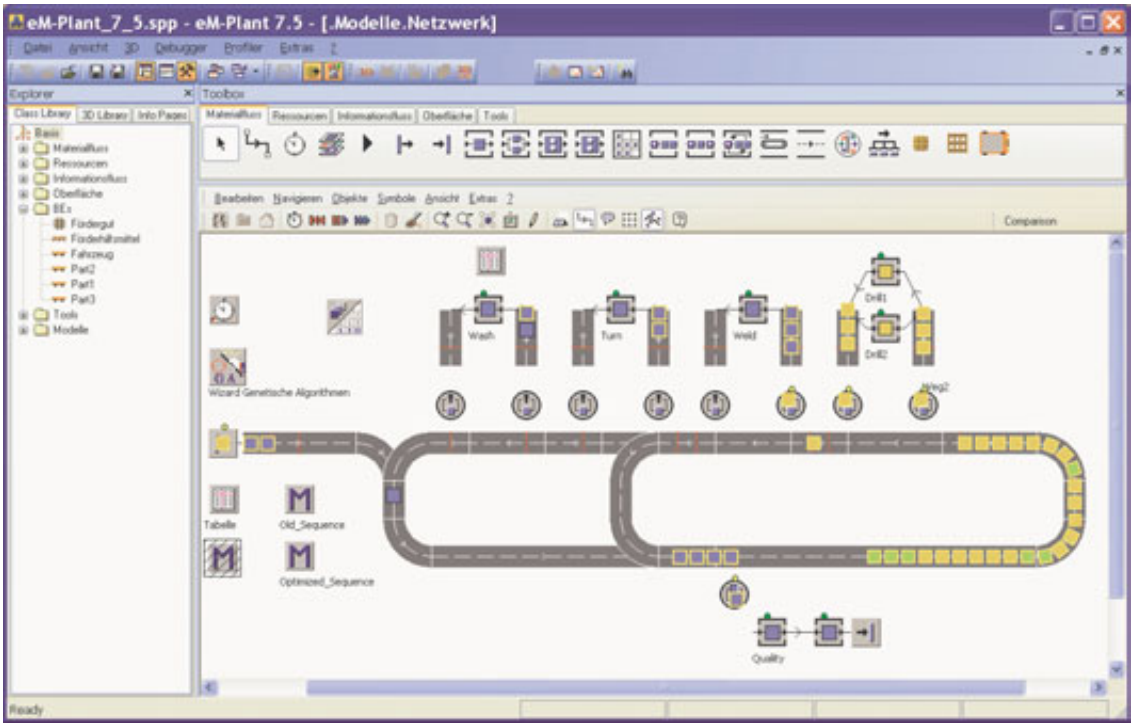


Abbildung 18: Plant Simulation Benutzeroberfläche

Nach dem Start von Plant Simulation steht dem Benutzer eine Bausteinbibliothek und eine Bausteinpalette zur Verfügung. Die Bausteinbibliothek bietet dem Benutzer die Objekte und Funktionen zur Steuerung des Bedienungsablaufs. In der frei gestaltbaren Bausteinpalette befinden sich sichtbar und zugreifbar die Plant Simulation Grund- und Anwenderbausteine.

Die Grundbausteine von Plant Simulation lassen sich in Materialfluss- und Informationsflussbausteine, sowie übergeordnete Bausteine wie etwa der Modellbaustein und Ereignisverwalter gliedern. Alle Grundbausteine sind über feste und frei hinzufügbare Attribute parametrisierbar.

Die unbeweglichen, aktiven Materialflussbausteine dienen dem Transport oder der Bearbeitung (z.B. Bearbeitungsstation, Sortiereinheit) von beweglichen Bausteinen. Sie erbringen aktive Arbeitsleistungen. Die unbeweglichen, passiven Materialflussbausteine (z.B. Lager, Puffer, Flusskontrolle) können dagegen keine eigene Aktivität erbringen. Bewegliche, aktive Bausteine sind Fahrzeuge, Gabelstapler etc. mit eigenem Antrieb und werden als Fördermittel bezeichnet. Bewegliche, passive Bausteine sind Förderhilfsmittel (Paletten, Container) und Fördergüter (Teile, Lose etc.). Sie werden erzeugt, gelagert, transportiert, bearbeitet, umgelagert und vernichtet.

Der Informationsaustausch zwischen allen Bausteinen wird durch die Informationsflussbausteine sichergestellt. Dies sind Steuerung, Trigger, Listen, Tabellen und die Anzeige- und Informationselemente. Die umfassenden Möglichkeiten zur Informationsverarbeitung in Plant Simulation resultieren aus den Eigenschaften der Informationsflussbausteine, der mächtigen Steuerungssprache SimTalk und einer Vielzahl von Funktionen, Datentypen und Operatoren.

Anwenderbausteine werden vom Anwender grafisch und interaktiv aus Grundbausteinen erstellt und in der Bausteinbibliothek zur Wiederverwendung abgelegt. Dadurch entstehen anwendungsspezifische Bibliotheken zur effizienten Modellierung. Alle Bausteine haben bestimmte Eigenschaften und werden durch beliebige Bilder dargestellt. Anwenderbausteine sind sehr wichtig für die produktive Modellerstellung. Ein Anwenderbaustein kann ein Netzwerk von Grundbausteinen (Material- und Informationsfluss), ein ganzes Modell oder Teilmodell und die beliebige Kombination aus Grundbausteinen und Modellen sein.

Zur beschleunigten Modellerstellung bietet Plant Simulation Bausteinkästen mit Anwenderbausteinen an. Eine besondere Eigenschaft der Plant Simulation Bausteinkästen ist die "Anwenderoffenheit": Der Anwender kann die Anwenderbausteine selbst ändern, da diese aus Grundbausteinen aufgebaut sind. Selbst wenn diese Bausteine also nicht ganz genau den Anforderungen entsprechen, können sie als Basis oder Referenz für individuelle Bausteinkästen dienen. Folgende Bausteinkästen sind für Plant Simulation verfügbar:

- AGVS: Fahrerlose Transportsysteme
- Assembly*: Montageabläufe
- Assistant: Unterstützung komplexer Fördertechnikanlagen
- AssyLine*: Montagelinien
- Carbody*: Automobil Rohbau
- Conveyor 3D 3D Elemente für Stetigförderer
- Conveyor: Stetigförderer
- EOM 3D 3D Elemente der Elektrohängebahn
- EOM: Elektrohängebahn
- Finite State Machine*: Zustandssimulation
- HBW: Lager / Hochregallager
- Kanban: Kanban Lager und Bestellprozess
- Logistics*: Lagermengenverwaltung
- Machines 3D 3D Maschinenbibliothek
- Personnel*: Personalmanagement
- Shop*: Werkstattsteuerung und Produktionsplanung
- ShopLight: Produktionsmanager und Kundendatenverwaltung
- Transport: Verküpfung von FTS und Stetigförderern

* Erfordert eine Lizenz

Jeder Baustein, egal ob Grundbaustein oder Anwenderbaustein, kann beliebig oft benutzt und vervielfältigt werden. Dabei ist wichtig, dass es sich nicht um das Kopieren im herkömmlichen Sinne handelt (die Kopie weiß nicht von welchem Original sie abstammt), sondern um Vererbung: Die Instanz hat einen steuerbaren Bezug zur Klasse. Meistens wird der Nutzen der Vererbung hinsichtlich Produktivität und Fehlerarmut erst später bei der praktischen Arbeit deutlich. Warum sollte ein Prinzip, das in der Natur seit Jahrtausenden erfolgreich ist, nicht auch bei der Simulationstechnik wirkungsvoll sein?

Durch die Verschachtelung von Modellbausteinen entsteht dynamisch die gewünschte Aufbauhierarchie und die schrittweise Verfeinerung oder Vergröberung von Plant Simulation Modellen. Dadurch lassen sich Modelle aufbauen und strukturieren, die genau den zu simulierenden Systemen entsprechen. Die Reihenfolge der Modellbildung kann sich daher nach den gerade vorhandenen Informationen und Daten richten. Sehr komplexe Systeme lassen sich damit in Plant Simulation überschaubar abbilden.

Standardregeln zur Steuerung von beweglichen Objekten in einem Plant Simulation Modell werden durch die Flusskontrolle bereitgestellt. Zur Realisierung spezieller Steuerungen bietet Plant Simulation eine integrierte, mächtige und bedienerfreundliche

Steuerungssprache. Sie heißt SimTalk und ist als Interpreter ausgeführt. Dies erklärt unter anderem die hohe Bedienerfreundlichkeit.

Der Anwender kann individuelle Steuerungen als Programm mittels eines Texteditors erstellen. Zur Fehlersuche steht ein besonders leistungsfähiger Debugger zur Verfügung. Zusätzlich bietet Plant Simulation einen besonders komfortablen Ereignisdebugger zur Analyse der Simulationsereignisse. Steuerungssprache und Debugger sind in der Praxis außerordentlich wichtig. Denn erst die Steuerungserstellung und die Modellüberprüfung (Validierung) bringen das Simulationssystem der komplexen Realität so nahe, dass praxisrelevante Ergebnisse gewonnen werden.

Die Vorteile der umfangreichen Informationsverarbeitung mit SimTalk sind:

- Integrierte, objektorientierte Sprache
- Änderungen während der Laufzeit möglich
- Interpretersprache: Kein Compiling (Übersetzen) nach Änderung notwendig
- Lokale und globale Steuerungen
- Simulationsstopp wenn benutzerdefinierte Bedingungen erfüllt sind
- Datenhaltung: Benutzerdefinierbare Listen und Tabellen zum Speichern, Abfragen und Manipulieren von Daten
- Attribute:
  - Unbegrenzte Anzahl pro Objekt
  - Freier Zugriff und Änderung
  - Variablen und Listen
- Hierarchische Struktur von Methoden und Listen
- "Debugger": Stoppmarken (Breakpoints), Einzelschrittausführung (Step Mode), Editor, Variableninhalte anzeigen und ändern
- "Profiler" zur Optimierung der Laufzeit
- Modularität durch Methoden pro Objekt

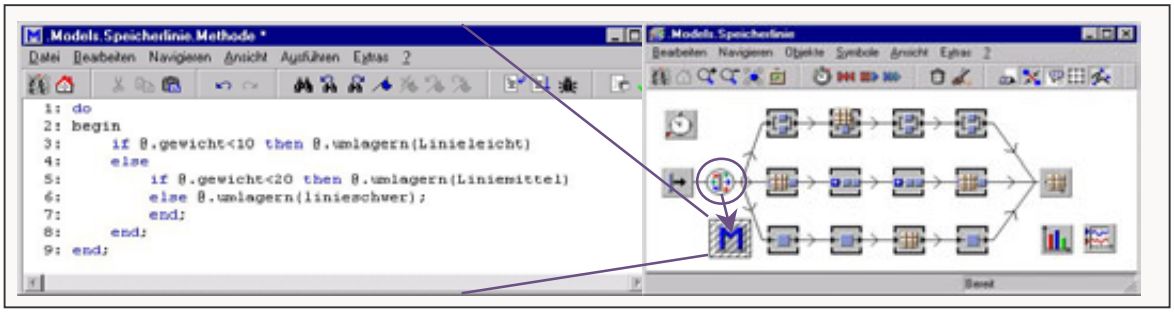


Abbildung 19: SimTalk-Anweisungen eines Steuerungsbausteins

Die Simulation wird vom Ereignisverwalter gesteuert und verwaltet. Zur Simulation können Modelle mit beliebigen Werten und Zuständen vorbelegt werden. Dies ist besonders wichtig, wenn die Simulation im Tagesbetrieb benutzt werden soll, um z.B. den Produktionsplan zu optimieren. Dazu müssen die aktuellen Daten des Betriebsgeschehens als Ausgangsdaten der Simulation dienen. Während der Simulation sind die gewünschten Modellwerte in ihrer Dynamik visualisierbar. Das Abspeichern von Modellzuständen während der Simulation und ein erneutes Starten der Simulation an dieser Stelle ist interaktiv durch den Benutzer oder programmgesteuert möglich. Selbstverständlich ist die Simulationsgeschwindigkeit vom schrittweisen Ablauf über Realzeitsimulation bis hin zur maximalen Computergeschwindigkeit frei wählbar.

Zur Analyse und Optimierung des Laufzeitverhaltens eines Modells dient der Profiler. Er ermittelt, welche Objekte wie viel Zeit verbrauchen und wie häufig sie während eines Simulationslaufes aufgerufen werden.

Statistische Werte zu den Bausteinen werden während der Simulation erfasst und berechnet. Plant Simulation bietet umfangreiche Statistiken**.** Intervall-, Gesamt- und Momentanstatistik werden u.a. für folgende Größen berechnet:

- Auslastung von Ressourcen
- Anzahl der ein- und ausgegangenen beweglichen Objekte
- Anzahl beweglicher Objekte im Baustein
- Maximale und minimale Anzahl beweglicher Objekte im Baustein
- Prozentuale Warte-, Stör-, Blockiert-, Leerlauf- und Belegtzeiten
- Durchlaufzeiten

Die Visualisierung von Modellen, der Abläufe und der Ergebnisse ist wichtig für den Benutzer.

Zur Animation**,** die online zur Simulation abläuft, werden den Bausteinen eines Modells beliebig viele und individuelle Bilder zugeordnet. Die Umschaltung der Bilder erfolgt zustands- oder ereignisabhängig nach den Vorgaben des Anwenders. Zustandsänderungen, die sich dynamisch während der Simulation ergeben, sind so visualisierbar. Diese Eigenschaft ist für Präsentationszwecke und zur Verifikation gleichermaßen wichtig.

Die Bilder erstellt der Benutzer selbst mit Hilfe des Grafikeditors, oder er wählt eines der Bilder aus der mitgelieferten Bilderbibliothek. Für die grafische Darstellung von Simulationsergebnissen bietet Plant Simulation eine Reihe von Präsentationswerkzeugen: Digitalanzeige, Analoganzeige, Kuchen-, Balken- und Kurvendiagramm. Mit Digitalanzeigen lassen sich einzelne Modellwerte digital als Zahlenwert oder grafisch als Säulen/Balken darstellen. Mittels Analoganzeige werden beliebige Modellwerte gleichzeitig als Kurve über der Simulationszeit aufgetragen. Diese Aufzeichnung kann während der Simulation/Animation oder auch nach deren Ablauf angesehen und analysiert werden. Mittels Diagrammbaustein, lassen sich beliebige Werte des Simulationsmodells als Balken-, Kuchen- oder Kurvendiagramme darstellen: Dynamisch während der Simulation und statisch nach Ablauf der vorgegebenen Simulationszeit. Darüber hinaus bietet Plant Simulation als optionales Produkt Plant Simulation Gantt zur Darstellung und interaktiven Manipulation von Gantt-Diagrammen.

Mittels Hilfefunktionen kann sich der Bediener von Plant Simulation z.B. die Online-Dokumentation zum aktuellen Bedienungsumfeld anzeigen lassen. Damit wird zwar ein gutes Referenzhandbuch nicht überflüssig, aber hilfreiche Bedienungshinweise und Informationen sind sofort und "umfeldbezogen" zur Stelle. Die Datenanalyse in Plant Simulation berechnet aus Datenreihen die geeignete statistische Verteilung, so dass im Simulationsmodell ein entsprechender Parameter samt statistischer Verteilung, anstatt der Datenreihe, benutzbar ist.Wichtige Eigenschaften auf dem Prüfstand

Plant Simulation ist nicht nur als Produkt durch Schnittstellen nach außen offen, sondern auch offen für jede Art von Leistungsvergleich mit anderen Produkten. Vergleichen Sie ruhig besonders kritisch alle wichtigen Aspekte einer zukunftsorientierten Simulationssoftware. Wir stellen Ihnen an dieser Stelle gerne eine ausführliche Checkliste zur Auswahl von Simulationssoftware zur Verfügung:

Produkteigenschaften	Anwendungsnutzen	Plant Simulation	andere
Automatisches Optimierungstool	Selbständige Problemlösung komplexer Sachverhalte durch den Computer mit Hilfe genetischer Algorithmen	✓	
Plant Simulation Bausteinbibliotheken	Übersichtliche Modellgenerierung und Wartung; Benutzung von Erfahrungswissen aus vorangegangenen Projekten. Plant Simulation stellt das gesammelte Wissen aus Hunderten Projekten zur Verfügung. Die getesteten Objekte erlauben die Modellierung standardisierter Anlagen in ca. 20% der Zeit. Dennoch sind die Objekte offen und jederzeit modifizierbar.	✓	
Bausteinkästen der Benutzer	schneller Modellaufbau, Produktivitätssteigerung um Faktor 3-5	✓	
Bottleneck-Analyzer	Automatische Engpaßanalyse nach Auslastungsgraden	✓	
Concurrent engineering	Gleichzeitiges Arbeiten mehrerer Ingenieure an einem Projekt	✓	
Dialogmasken die durch den Benutzer definiert werden	Leichtes Arbeiten für den Laien; ergonomische benutzerfreundliche Dialoge	✓	
Echtzeitintegration anderer Software	ERP (Enterprise Resource Planning) VR (Virtual Reality) DCS (Data Collection Systems) DBMS (Data Base Management Systems) SPS (Speicher Programierbare Steuerung) Testen über Socket Interface	✓	
Einfache Änderung und Wartung von Modellen	Aktuelle Modelle und niedrige Kosten	✓	
Experiment Manager	Definition von Experimenten, statistische Varianzauswertung, Analyse der Einflussfaktoren	✓	
Gantt-Chart	graphische Darstellung von Ressourcenauslastungen im Zeitverlauf, unterschieden nach aktiver Arbeit, Pausen und Störzuständen	✓	
Hierarchie	Realitätstreue, übersichtliche Strukturierung auch mehrerer Abteilungen in einem Modell	✓	
Inkrementelle Arbeitsumgebung	Top-down und Bottom-up Technik, Prototyping	✓	

Produkteigenschaften	Anwendungsnutzen	Plant Simulation	andere
Interpretersprache	Änderung der Modelle während der Laufzeit, kein Compiling, besonders schnelle Modelle	✓	
Windows look and feel, ActiveX Integration	gewohnter PC Standart: Copy & Paste, Drag & Drop	✓	
Logikbausteine	schnelles, korrektes Aufbauen komplexer Sachverhalte	✓	
Mehrsprachigkeit	Simulationen lassen sich zwischen Deutsch, Englisch, Chinesisch und Japanisch umschalten.	✓	
Multi-Produkt-Fähigkeit	Beliebig viele verschiedene Produkte können gleichzeitig die Anlage durchlaufen und einzeln statistisch überwacht werden. Die Daten werden dazu aus vorhandenen Tabellenstrukturen, Arbeitsplänen und Rezepten entnommen!	✓	
Neuronales Netz	Ableiten einer Prognosefunktion aus dem Simulationsmodell. Unmittelbare Berechnung von Vorhersagewerten ohne langwierige Simulationsläufe	✓	
Objektorientierte, graphische Benutzeroberfläche	Benutzerakzeptanz und Produktivität	✓	
Referenzmodelle	Musterlösungen und modulare Wiederverwendung von Systemblöcken	✓	
Sankey Diagramme	Darstellung der aggregierten Materialflüsse durch die Fertigung	✓	
Schnittstellen: ASCII, ActiveX, C, COM, DDE, Excel, FactoryCAD-SDX, HTML, JT, ODBC, Oracle SQL, Socket, Text, VRML2, XML	Integration, Remote Control, Echtzeitdatenaustausch, exportieren in Tabellen, importieren bestehender Daten und Zeichnungen, Online-Datenbankanbindung: Plant Simulation wurde von Anfang an als Integrationssoftware geplant. Fertige Schnittstellen machen die Übernahme von bestehenden Unternehmensdaten leicht!	✓	
Separate und integrierte 3D-Animation	freie Wahl der sinnvollsten Darstellungsform	✓	
Steuerungssprache SimTalk, Debugger und Profiler	Umfassende, flexible Informationsverarbeitung, komfortable Fehlerbeseitigung, realitätsgetreue Darstellung aller Abläufe	✓	
Tabellen	strukturiertes Speichern aller anfallenden Informationen ohne das Programm zu verlassen	✓	
unbegrenzte Anzahl an Objekten	völlige Freiheit in der Modellierung	✓	
unbegrenzte Tabellengröße	Zukunftssicherheit, zentrale Wertedefinition aller relevanten Parameter in einer Tabelle möglich (sehr wichtig für Experimente)	✓	
Vererbung	Effizienz und Fehlerarmut	✓	
Verteilte Simulation	Durchführen von Simulationsstudien auf verteilten Rechnern	✓	
Wiederverwendung von Modellen im Tagesbetrieb mit Tagesdaten	Ausfallanalyse, Reaktionsoptimierung, Sequencing	✓	
zufriedene Anwender	**Weiterentwicklung und Erfahrungsaustausch, Benutzertreffen**	✓	

Abbildung 20: Wichtige Produkteigenschaften von Plant Simulation

2.4 Spezifikationen

Benutzeroberfläche

- Objektorientierte, grafische Benutzeroberfläche basierend auf Windows Standards
- Alle Modellinformationen sind grafisch repräsentiert und zugreifbar
- Anwendungsorientierte Dialogführung mit Plausibilitätsprüfung der Eingaben
- Vom Anwender definierbare Dialogboxen
- Steuerung der Bildschirmdarstellung: vergrößern, verkleinern und verschieben
- "Integrierte Arbeitsumgebung": Alle Funktionen für Modellierung, Simulation und Animation sind jederzeit aufrufbar
- "Inkrementelle Arbeitsweise": Stufenweise Verfeinerung oder Vergröberung von Modellen
- "Nicht-prozedurale Arbeitsweise": z.B. ist die Vorgehensweise beim Modellaufbau unabhängig vom späteren Simulationsablauf
- Online-Dokumentation und Hilfe-Funktionen

Modellierung

Allgemeine Eigenschaften

- Keine Begrenzung der Modellgröße
- "Top-Down" und "Bottom-Up" Modellierung
- Vererbungstechnik bis auf Parameterebene dynamisch steuerbar
- Beliebige Modellhierarchien und Ablaufstruktur
- Programmgesteuerter Aufbau von Plant Simulation Modellen einschließlich Animationsbildern
- Multiplicative Linear Congruential Zufallszahlengenerator; Die Periodenlänge eines Zufallszahlenstroms in Plant Simulation beträgt $2{,}3*10^{18}$. Wenn pro Sekunde Simulationszeit 1000 Zufallswerte benötigt werden, so können Sie 1,5 Milliarden Jahre simulieren, bis sich die Zahlen wiederholen. Plant Simulation erlaubt die Definition beliebig vieler Zufallszahlenströme.
- Diverse Hilfsfunktionen: automatische Verbindung von Bausteinen, aktives Positionierungsraster, Ausblenden von Verbindungslinien etc.
- Bestimmung der statistischen Verteilung von Datenreihen
- Externe Manipulation von Plant Simulation Modellen durch andere Programme

Bausteine (Bibliothek mit Grundbausteinen)

- Materialfluss: Quelle, Senke, Einzelplatz, Parallelplatz, Montage-, Demontageplatz, Puffer, Sortierpuffer, Staustrecke, Linie, Lager, Weg, Fahrzeug, Fördergut, Förderhilfsmittel Taktbaustein
- Informationsfluss: Flusssteuerung, Kartei, Methode, Stapel, Schichtkalender, Tabelle, Trigger, Attribut Explorer, File Interface
- Warteschlange und Zeitleiste
- Weitere Bausteine: Ereignisverwalter, Netzwerk, Verbindung, Analoganzeige,
- Digitalanzeige, Diagramme und Text

Den Attributen der Bausteine können folgende statistische Verteilungen zugeordnet werden: Konstant, gleich, normal, logarithmisch, exponentiell, geometrisch, hypergeometrisch, Erlang, Weibull, Dreieck und benutzerdefinierbare Datenreihen und Formeln.

- Feste und freie Attribute pro Baustein, zu dessen Charakterisierung und zur Informationsverarbeitung
- Störgenerator bei Grundbausteinen
- Beliebige Anwenderbausteine erstellt der Anwender selbst aus Grundbausteinen für anwendungsspezifische Bibliotheken
- Einfache und unveränderte Wiederverwendung von „gekapselten“ Anwenderbausteinen und Teilmodellen

Bilder / Grafik

- Bild-Editor zur Erstellung und Änderung von beliebig vielen Bildern pro Baustein
- ereignisgesteuerte oder zustandsabhängige Bildumschaltung während der Simulation
- Bilderbibliothek mit einer Vielzahl verschiedener Bilder
- Analoganzeige zur gleichzeitigen Darstellung mehrerer Modellwerte im Zeitablauf
- Digitalanzeige zur Anzeige einzelner Modellwerte
- steuerbare Breite und Farbe von Verbindungspfeilen zwischen Bausteinen
- Dynamische Darstellung von Modellwerten während der Simulation von Simulationsergebnissen als Balken-, Kuchen- und Liniendiagramm.

Informationsverarbeitung

- Flexible und leistungsfähige Informationsverarbeitung durch SimTalk, Informationsflussbausteine und über 100 mathematische, textuelle und logische Funktionen
- SimTalk: Objektorientierte Sprache zur Erstellung spezieller Steuerungen mit umgangssprachlichen Anweisungen und Konstrukten
- Interaktives Testen von Steuerungen während der Modellierung ohne Simulationslauf
- Globale und lokale Steuerungen, die von mehreren Bausteinen benutzbar sind
- Gegenseitiger Aufruf von Steuerungen
- Unabhängige Modellierung von Material- und Informationsfluss
- Standardstrategien zur Steuerung des Material- und Auftragsflusses
- Zeitabhängige Änderung von Attributen und Variablen während der Simulation mittels Trigger-Baustein
- Gezielte Speicherung zeitabhängiger Daten zur späteren Auswertung

Debugger

- Debugger zur Fehlersuche und -korrektur bei Steuerungen mit frei setzbaren Stoppmarken
- Ereignisdebugger zur Analyse, Fehlersuche und -korrektur aller Ereignisse eines Simulationslaufes

Simulation

- Beliebige Vorbelegung von Modellen zu Beginn einer Simulation
- Abspeicherung von Modellzuständen während der Simulation zur späteren Nutzung
- Modell- und Parameteränderung während Simulation/Animation
- Ablaufgeschwindigkeit frei einstellbar. Einstellung des realen Zeitablaufs
- Trace-Mode: Schrittweiser Simulations-/Animationsablauf
- Datenaustausch während der Simulation
- Auswertung und grafische Darstellung von Modellgrössen während und nach der Simulation
- Statistiken: Laufzeit, Intervall, Gesamtzeit für Bearbeiten, Rüsten, Störung, Blockierung, Durchlaufmenge, Belegung min/max, Auslastung, Durchlaufzeit u.a.
- Profiler zur Analyse des Laufzeitverhaltens, Zeitverbrauch und Häufigkeit des Aufrufs von Objekten während der Simulation

Animation

- Freie Gestaltung der grafischen Animationsoberfläche
- Externe Bilder als Animationshintergrund
- Ereignisgesteuerte und interaktive Änderung der Bausteinbilder
- Visualisierung von Hierarchieebenen
- Animation online zur Simulation
- Animation ein-/ausschaltbar
- 3D-Animation voll integriert, ein-/ausschaltbar

Systemvoraussetzungen

Microsoft Windows 2000 mit SP 4 oder Windows XP mit SP 1
Microsoft Internet Explorer 6.1 oder höher
INTEL Pentium IV Prozessor mit mind. 2,4 GHz oder vergleichbares Produkt
500 MB verfügbarer Speicherplatz auf der Festplatte für Plant Simulation inkl. Plant Simulation 3D
1 GB RAM
Grafikauflösung von 1400 x 1050 Pixel
State-of-the-art Grafikkarte mit mindestens 128 MB RAM und OpenGL-Support für 3D
Zur Ausgabe von Listen und Graphiken wird ein postscriptfähiger Drucker empfohlen.
Die empfehlenswerte Prozessorleistung und Hauptspeichergröße ist abhängig von der Modellkomplexität und der damit zusammenhängenden Laufzeitanforderung.

Freigegebene Plattformen

MS® / Windows 2000
MS® / Windows XP

2.4.1 Plant Simulation Optimierung

Plant Simulation Genetische Algorithmen ist das Werkzeug zur automatischen Optimierung mit Plant Simulation. Es errechnet Lösungsvorschläge deren Güte als Kurve dargestellt und per Simulation bewertet wird. Die Grundlage ist das aus der Natur entlehnte Verfahren, aus guten Lösungen bessere zu kombinieren. Plant Simulation Genetische Algorithmen wird z.B. eingesetzt zur

- Losgrößen- & Reihenfolgeplanung
- Layoutoptimierung
- Personal- und Ressourcenbelegung
- Kapazitätsbestimmung
- Rüstzeitminimierung

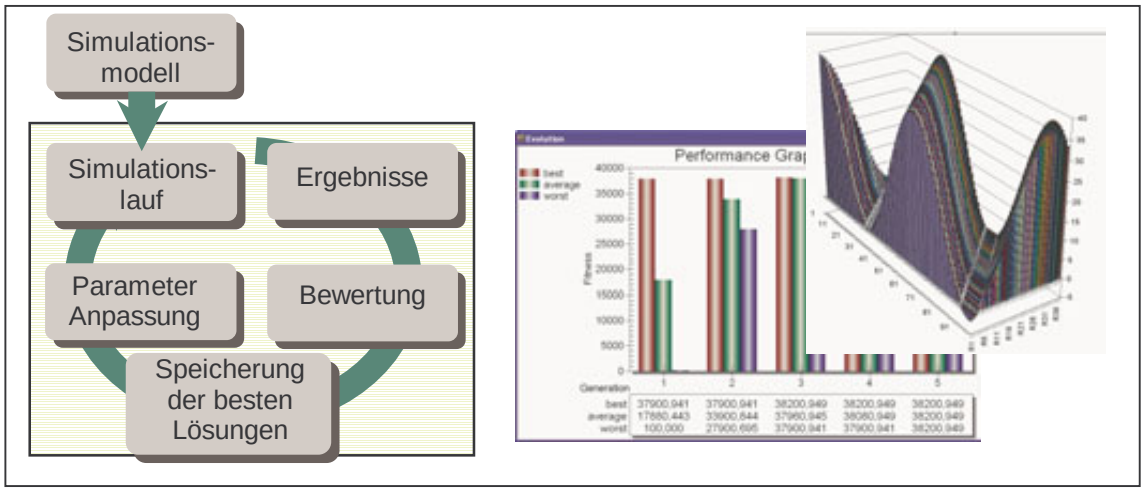


Abbildung 21: Plant Simulation Genetische Algorithmen: Ablauf der automatischen Optimierung

Die iterative Suche nach einer optimalen Lösung endet, wenn eine festgelegte Lösungsqualität erreicht oder die vorgegebene Zeit abgelaufen ist. Die Anbindung der Optimierung an bestehende Simulationswerkzeuge erfolgt über die Dialogmasken des Assistenten (GA Wizard). Mit genetischen Algorithmen lassen sich Lösungen finden, an denen klassische Verfahren aufgrund der Komplexität des Problems scheitern. Sie eignen sich besonders gut für die Auftragsplanung in der Produktion. Ohne Probleme können mehrere Zuordnungs-, Reihenfolge- und Auswahlaufgaben unter Berücksichtigung umfangreicher Restriktionen gelöst werden.
Genetische Algorithmen sind zugleich effizient, da sie alle Ergebnisse zur stetigen Anpassung des Suchverhaltens nutzen. Ferner sind sie robust, da sie außer einer globalen Zielfunktion keine zusätzlichen Informationen über den Lösungsweg benötigen.

Funktionalität

- Problemlösung ohne Linearisierung unter Berücksichtigung aller Restriktionen
- Sichere Lösungsbewertung durch realitätsgetreue Plant Simulation Modelle
- Robuste und effiziente Lösungssuche bei komplexen Planungsaufgaben
- Parallele Lösung mehrerer Zuordnungs-, Reihenfolge- und Auswahlprobleme
- Flexible Gewichtung gegenläufiger Randbedingungen über eine globale Zielfunktion.

2.4.2 Verteilte Simulation

Der Experimentmanager in Plant Simulation unterstützt standardmäßig die Verteilung von Simulationsexperimenten auf mehrere in einem Netzwerk zusammengeschlossene Computer.

Ablauf:

- Leitrechner verteilt zentral das Plant Simulation Model
- verteilt die Parameter der Experimente pro Simulationslauf
- sammelt Ergebnisse wieder ein

Remote Rechner

- rechnen jeweils einen Simulationslauf
- senden Ergebnisse zurück

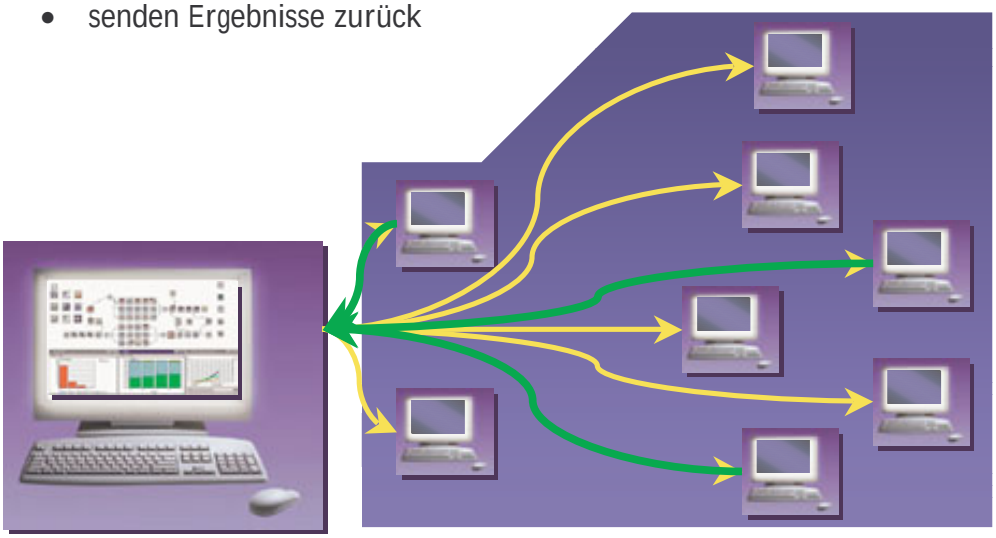


Abbildung 22: Verteilte Simulationsexperimente in Plant Simulation

Voraussetzung

- Rechner über Internet oder Intranet ansprechbar
- Alle Rechner mit Plant Simulation Installation (mind. Runtime Version, alle gleiche Lizenzform)
- Zugriffsrechte auf den verwendeten Rechnern notwendig
- DCOM Interface (MS Standard) verwendet
- Time Out für die Einzelläufe einstellbar, danach wird der Simulationslauf als gescheitert betrachtet
- Priorität auf den Remote Rechnern ist wählbar

2.4.3 Neuronales Netz

Der Experimentmanager in Plant Simulation stellt ein anwendungsfertiges System zum Training und Einsatz Neuronaler Netze zur Verfügung. Neuronale Netze in Plant Simulation sind leicht und schnell einsetzbar und eine sinnvolle Ergänzung zur Simulation wenn diese häufig zur Berechnung herangezogen werden soll.

Bei einem System mit 6 Puffern mit einer jeweiligen maximalen Größe von 10 Plätzen bedeutet das 10^6 = 1000000 Möglichkeiten. Bei einer angenommenen Simulationsdauer von 1 min bräuchte man hierzu ca. 694 Tage um alle Möglichkeiten per Simulation zu untersuchen.

Mit Hilfe eines neuronalen Netzes wird die Untersuchung deutlich beschleunigt. Das neuronale Netz stellt einen mathematischen Zusammenhang zwischen Eingabegrößen und Ergebnisgrößen der Simulation her. Dazu muss das Neuronale Netz mit Werten trainiert werden die die Simulation liefert. Das Neuronales Netz „lernt“ durch Training den Zusammenhang der Ein- und Ausgabegrößen und Berechnet aus einem Satz von Eingabewerten einen Satz von Ausgabewerten. Zu dieser Berechnung ist keine weitere Simulation erforderlich.

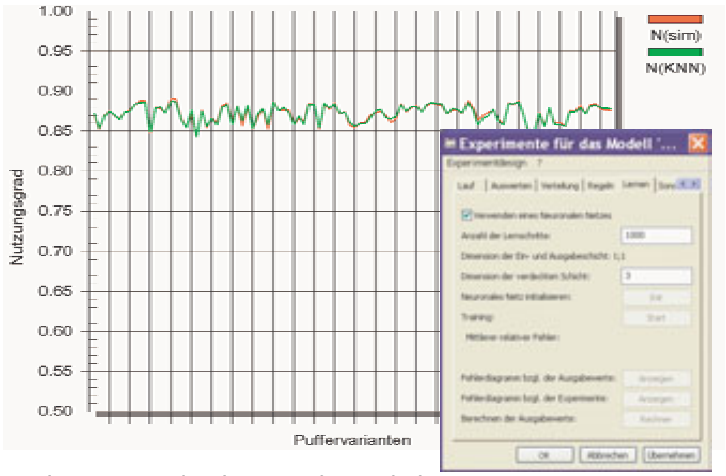


Abbildung 23: Übereinstimmung Neuronales Netzwerk mit Versuchsergebnissen

Bsp.:
Die Untersuchung von 100 Puffervarianten mittels Simulation dauert 100 min
Die Untersuchung von 100 Puffervarianten mittels neuronalem Netzwerk dauert weniger als 0,1 sec
Beschleunigung: Faktor 60000
Ergebnisqualität: Nach 100000 Trainingsläufen stimmen die Ergebnisse des neuronalen Netzwerkes mit denen der Simulation auf ± 0,5% überein!

2.4.4 Kürzeste Wegefindung für Fahrzeuge und Mitarbeiter

Plant Simulation verwendet den Dijkstra Algorithmus zur Berechnung kürzester Wege über lange verzweigte Strecken. Nach einmaligem Durchlaufen des Algorithmus ist der kürzeste Weg von jedem Punkt zu jedem Punkt bekannt.

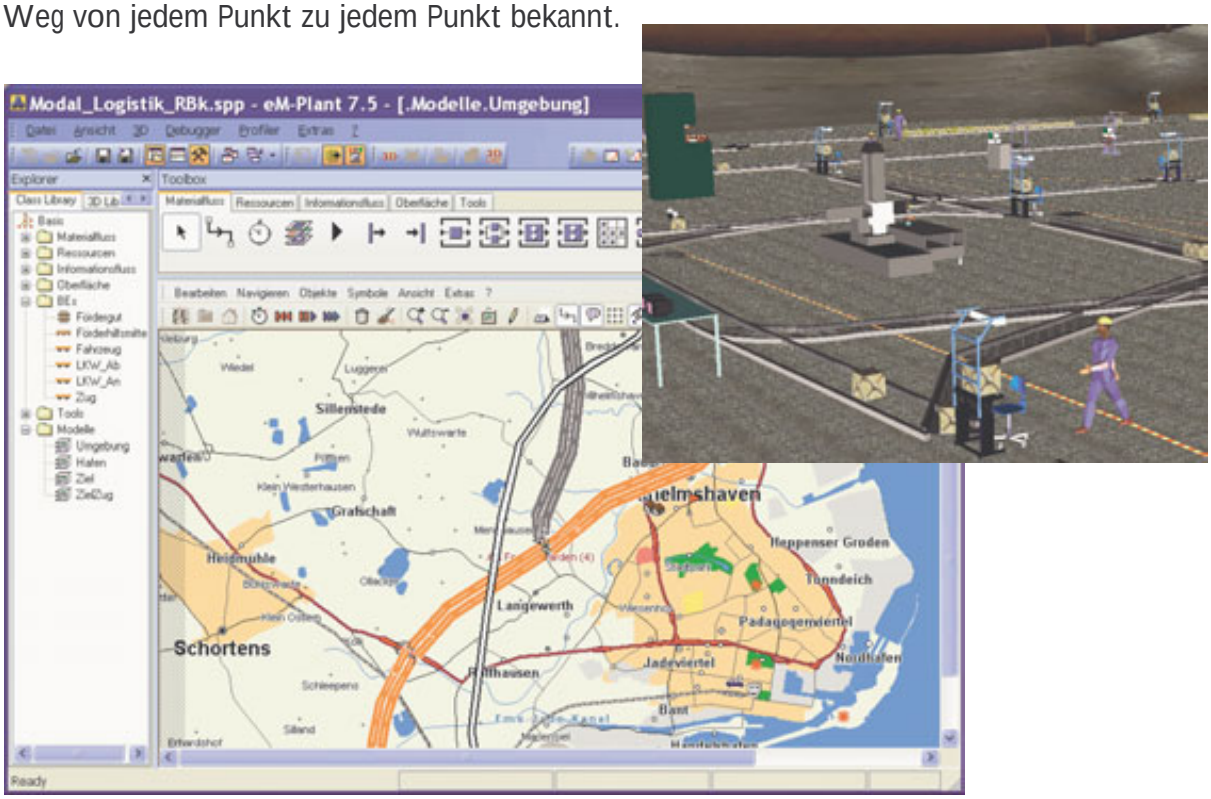


Abbildung 24: kürzeste Wegefindung

Der Algorithmus ist schnell und findet das mathematische Optimum. In Plant Simulation werden die kürzesten Wege für Fahrzeuge und Personen auf Wegen gefunden.

2.4.5 Plant Simulation DDE

Plant Simulation DDE ist die Dynamic Data Exchange Schnittstelle für Plant Simulation. Sie erlaubt die Kommunikation mit anderen Programmen während der Programmlaufzeit. Plant Simulation kann sowohl DDE-Server als auch DDE-Client sein. Die DDE Schnittstelle ist
standardmäßig in Plant Simulation integriert.
Die Kommunikation ist nicht auf den dynamischen Austausch von Zahlen beschränkt, sondern ermöglicht auch, dass Plant Simulation Anweisungen entgegennimmt und ausführt. Dadurch ist Plant Simulation durch externe Software steuerbar. Plant Simulation kann somit z.B. aus Excel heraus gestartet, parametrisiert und beendet werden. Ergebnisse der Simulation werden dynamisch aktualisiert über die DDE Schnittstelle in Excel dargestellt.

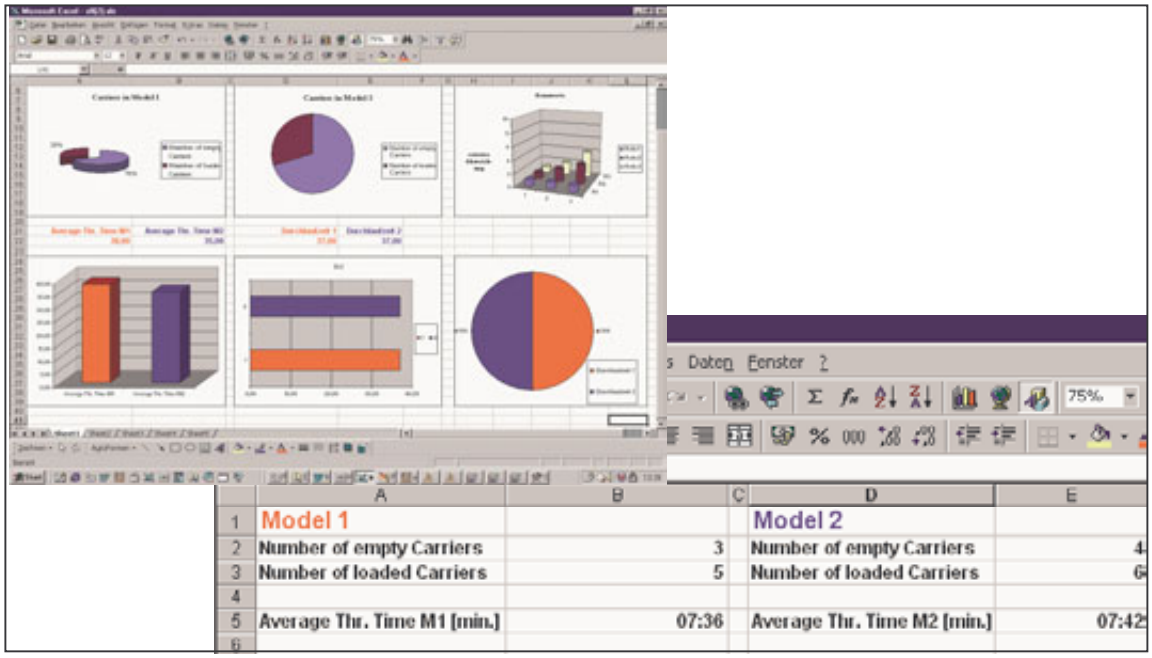


Abbildung 25: Kommunikation per DDE mit anderer Software

2.5 In Plant Simulation frei verfügbare Bibliotheken

• Plant Simulation AGVS	Automated Guided Vehicle System (= Fahrerloses Transportsystem, FTS)
• Plant Simulation Conveyor	Stetigförderer
• Plant Simulation EOM	Electro Overhead Monorail (Elektrohängebahn)
• Plant Simulation HBW	High Bay Warehouse (Hochregallager)

2.6 Optionale Produkte

Plant Simulation Optionen

• Plant Simulation 3D	Integrierte 3D Visualisierung
• Plant Simulation Aris	eEPK Funktionalität
• Plant Simulation Gantt	Gantt-Diagramm
• Plant Simulation Interface Paket	Datenbankschnittstellen (ActiveX, C, ODBC, Socket, Oracle SQL)
• Plant Simulation SDX	AutoCad / FactoryCAD Integration
• Process Designer Interface	Datenaustausch “Digitale Fabrik”

Plant Simulation Bausteinkästen

• Plant Simulation Assembly	Montagesysteme inkl. Plant Simulation Carbody
• Plant Simulation Shop	Werkstattfertigung und Produktionsplanung

2.6.1 Plant Simulation Optionen

2.6.1.1 Plant Simulation Geschäftsprozess Modellierung mit Aris

Plant Simulation-Aris stellt die eEPK-Bausteine (erweiterte Ereignisgesteuerte Prozess-Kette) von ARIS zur Modellierung von Geschäftsprozessen in Plant Simulation bereit. Mit diesem Satz von Bausteinen sind die Grundbausteine von Plant Simulation optional erweiterbar. ARIS ist das führende Toolset zur Modellierung, Analyse und Simulation von Geschäftsprozessen und wird von der IDS Scheer AG, Saarbrücken, entwickelt. Die Bausteine von Plant Simulation sind besonders zur Abbildung von administrativen Prozessen geeignet. Mit den eEPK-Bausteinen von ARIS ist beispielsweise die Abbildung von Banken, Versicherungen und Verwaltungen in einfacher Weise möglich. Ganze Unternehmen können so mit Plant Simulation modelliert, simuliert und visualisiert werden.

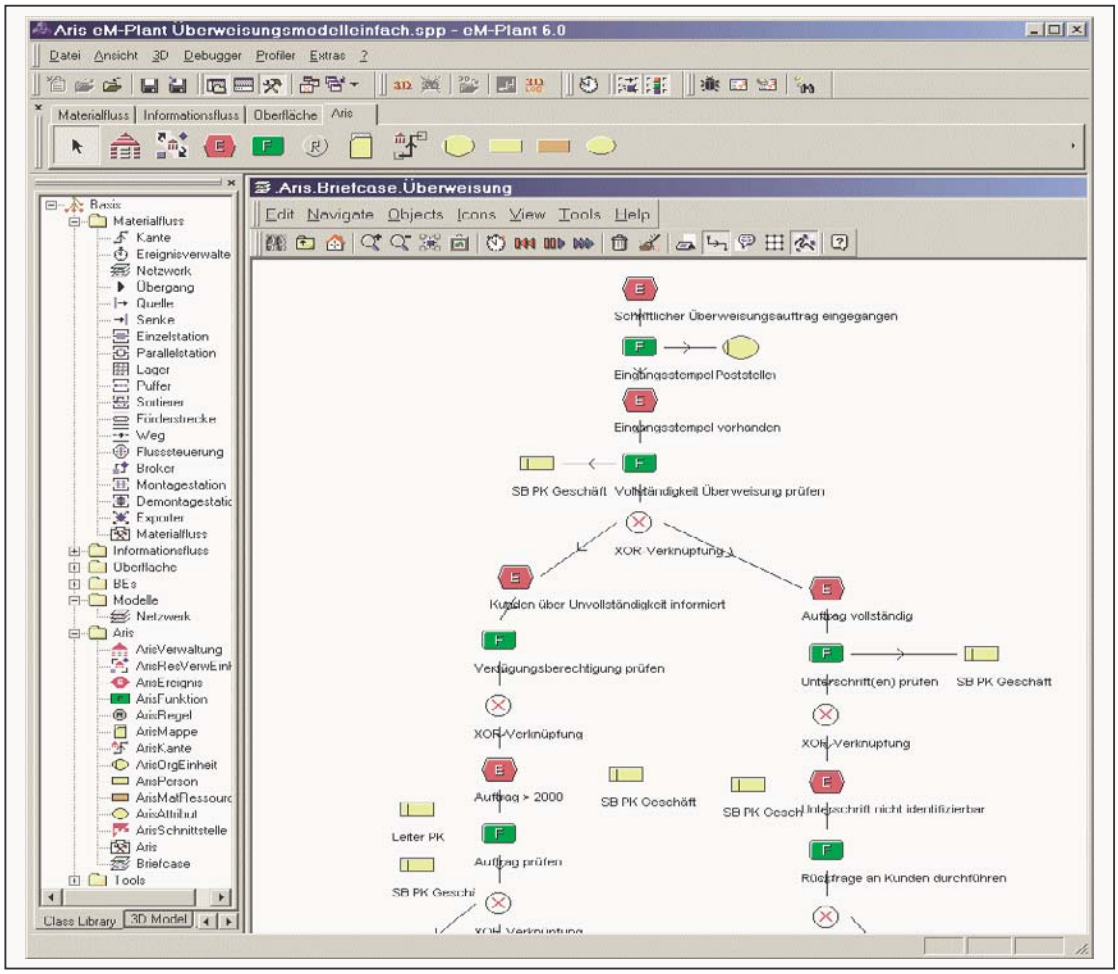


Abbildung 26: ARIS-eEPK in Plant Simulation

So setzten Banken, Versicherungen und Unternehmensberatungen Plant Simulation ARIS erfolgreich zur Geschäftsprozessoptimierung ein. Auch das Laden vorhandener ARIS-Prozessketten in Plant Simulation zur weiteren Detaillierung bzw. Ergänzung ist möglich, so dass vorhandene ARIS-Modelle zur umfassenden Unternehmenssimulation herangezogen werden können.

2.6.2 Plant Simulation Interface Paket

Der Nutzen eines modernen Simulationssystems kann durch die Einbindung vorhandener Daten und Programme erheblich gesteigert werden. So lassen sich die Einsatzgebiete von Plant Simulation durch Anbindung von Datenbanken, anderer Software oder numerischen Bewertungs- und Optimierungsverfahren erheblich erweitern. Das Plant Simulation Interface Paket enthält folgende Module:

- Plant Simulation ActiveX®
- Plant Simulation C-Programming
- Plant Simulation ODBC
- Plant Simulation OPC
- Plant Simulation Socket
- Plant Simulation Oracle® SQL

2.6.2.1 Plant Simulation ActiveX®

Plant Simulation ActiveX ist die Schnittstelle zu ActiveX-Controls und erlaubt das Einbetten von ActiveX-Controls in das Plant Simulation Netzwerk. Methoden und Attribute der ActiveX-Controls sind auch über den Informationsfluss zugänglich. Mit dieser Schnittstelle können ActiveX-Controls der MS Windows Welt in Plant Simulation Modelle eingebettet und genutzt werden.
ActiveX-Controls stehen in großer Vielfalt zur Verfügung oder können mit Hilfe geeigneter Entwicklungswerkzeuge (z.B. MS Visual C++ oder Visual Basic) erzeugt werden. Beispiele für ActiveX-Controls sind der MS Internet Explorer oder die Medienwiedergabe.

Eigenschaften

- Bidirektionaler Datenaustausch zwischen ActiveX-Controls und Plant Simulation
- Einfaches Einbinden von ActiveX- Controls über den ActiveX Baustein
- Einbinden eigener Visual Basic oder Visual C++ Controls möglich
- Grosse Anzahl von ActiveXControls verfügbar, z.B.: Video- und Sound-Wiedergabe, Präsentationswerkzeuge, Internetwerkzeuge, Textverarbeitung und Tabellenkalkulationen

2.6.2.2 Plant Simulation C-Programming

Plant Simulation C-Programming ist ein Interface, das den Zugriff auf externe C-Programme ermöglicht. So erlaubt Plant Simulation C-Programming den Aufruf von C-Funktionen in SimTALK, der Informationsflusssprache von Plant Simulation. Die Zugriffsfunktionen werden als C-Bibliothek mit Plant Simulation C-Programming ausgeliefert.

Eigenschaften:

- In der Programmiersprache „C“ geschriebene Programme (DLLs) können direkt in Plant Simulation geladen und verwendet werden.
- Funktionszugriff auf C-Programme sowie Übergabe von Parametern und Rücklesen von Ergebnissen
- Ermöglicht den komfortablen Zugriff auf Listen, Objekte und Methoden in Plant Simulation durch externe C-Programme

2.6.2.3 Plant Simulation ODBC

Plant Simulation ODBC (Open Data Base Connectivity) ermöglicht den bidirektionalen Datenaustausch zwischen Plant Simulation und unterschiedlichen Datenquellen wie Tabellenkalkulation, Datenbank etc.
In der Plant Simulation Bausteinbibliothek wird ein spezieller ODBC-Baustein bereitgestellt, über den eine Verbindung zur Datenquelle hergestellt wird. Um mehrere unterschiedliche Verbindungen gleichzeitig herzustellen, wird der ODBC-Baustein entsprechend oft verwendet.
Die Kommunikation erfolgt mit Hilfe von SQL-Anweisungen, die aus Plant Simulation heraus gesendet werden und automatisch generierten Tabellen, die Daten aus der Datenbank aufnehmen.

Eigenschaften:

- Kommunikation zwischen Plant Simulation und unterschiedlichsten ODBC-Servern unter Windows 2000® und Windows XP®
- Einfacher Zugriff auf Datenquellen wie Tabellenkalkulations-, Text- und dBase®-Programme oder auch auf Datenbank Management Systeme wie Access®, Fox®, Microsoft SQL Server® und Oracle®
- Mit Hilfe von SQL-Anweisungen kann auf den gewünschten ODBC-Server zugegriffen werden

2.6.2.4 Plant Simulation Socket

Plant Simulation Socket ist ein Interface zur Nutzung der TCP/IP-Schnittstelle in Plant Simulation.

Plant Simulation Socket ermöglicht die Online-Kommunikation zwischen Plant Simulation und anderen Anwendungen, die ebenfalls eine Socketschnittstelle besitzen.
In der Plant Simulation Bausteinbibliothek wird ein spezieller Socket-Baustein bereitgestellt, in dem die Verbindung zu anderen Anwendungen definiert wird. Mit dem Socket-Baustein können in Plant Simulation bis zu 20 Verbindungen gleichzeitig verwaltet werden, wobei Plant Simulation sowohl als Client, als auch als Server fungieren kann. Dadurch besteht z.B. die Möglichkeit Plant Simulation Modelle zur Überprüfung von realen Anlagensteuerungen zu benutzen.

Eigenschaften:

- Kommunikation erfolgt auf Basis des Standard TCP/IP-Protokolls
- Mit einfachen Befehlen können aus der Plant Simulation-Programmiersprache SimTALK heraus Nachrichten an andere Anwendungen geschickt bzw. von Plant Simulation empfangen werden

2.6.2.5 Plant Simulation Oracle® SQL

Plant Simulation Oracle SQL ist ein Interface für die SQL-Datenbankschnittstelle in Plant Simulation.
Plant Simulation Oracle SQL ermöglicht den bidirektionalen Datenaustausch zwischen Plant Simulation und Oracle-Datenbanken. Der gesamte SQL-Sprachumfang ist verfügbar. In der Plant Simulation Bausteinbibliothek wird ein spezieller SQL-Baustein bereitgestellt, über den eine Verbindung zu einem beliebigen Oracle-Server innerhalb eines Netzes hergestellt wird. Um mehrere unterschiedliche Datenbankverbindungen gleichzeitig herzustellen, wird der Plant Simulation Oracle SQL-Baustein entsprechend oft verwendet.
Plant Simulation Oracle SQL setzt zur Nutzung eine TCP/IP Netzwerkverbindung voraus.
Der Plant Simulation Oracle SQL Baustein erlaubt über die Oracle Netclients der Versionen 8.0 und 8.1 bzw. 8.i den Zugriff auf Oracle Datenbanken. Der Netclient muss auf dem Rechner, auf dem Plant Simulation betrieben wird, installiert sein. Der Netclient muss konfiguriert werden damit auf eine bestimmte Datenbank zugegriffen werden kann.

Eigenschaften:

- SQL-Anweisungen samt Daten werden innerhalb des Plant Simulation Informationsflusses an eine Oracle Datenbank gesendet
- Informationen aus der Datenbank stehen in Plant Simulation in automatisch generierten Tabellen zur Verfügung
- Lesen und Schreiben innerhalb von Oracle Datenbanken

2.6.3 Plant Simulation Gantt

Plant Simulation Gantt ist ein Modul zur grafischen Darstellung und interaktiven Änderung von Produktionsplänen. Die Daten werden als Ergebnis eines Simulationslaufes in Form eines Gantt-Diagrammes dargestellt und bei Bedarf geändert. Nach der Dateneingabe ist es möglich die Daten auf Plausibilität zu prüfen. Die Änderungen stehen als Eingangsdaten für den nächsten Simulationslauf zur Verfügung.
Es gibt zwei Darstellungsformen: Ressourcen- und Auftragssicht. Bei der Ressourcensicht sind in der Vertikalen die Ressourcen aufgeführt und im horizontalen Zeitverlauf deren Belegung mit Aufträgen. Bei der Auftragssicht sind in der Vertikalen die Aufträge aufgeführt und im horizontalen Zeitverlauf die durch diesen Auftrag belegten Ressourcen.

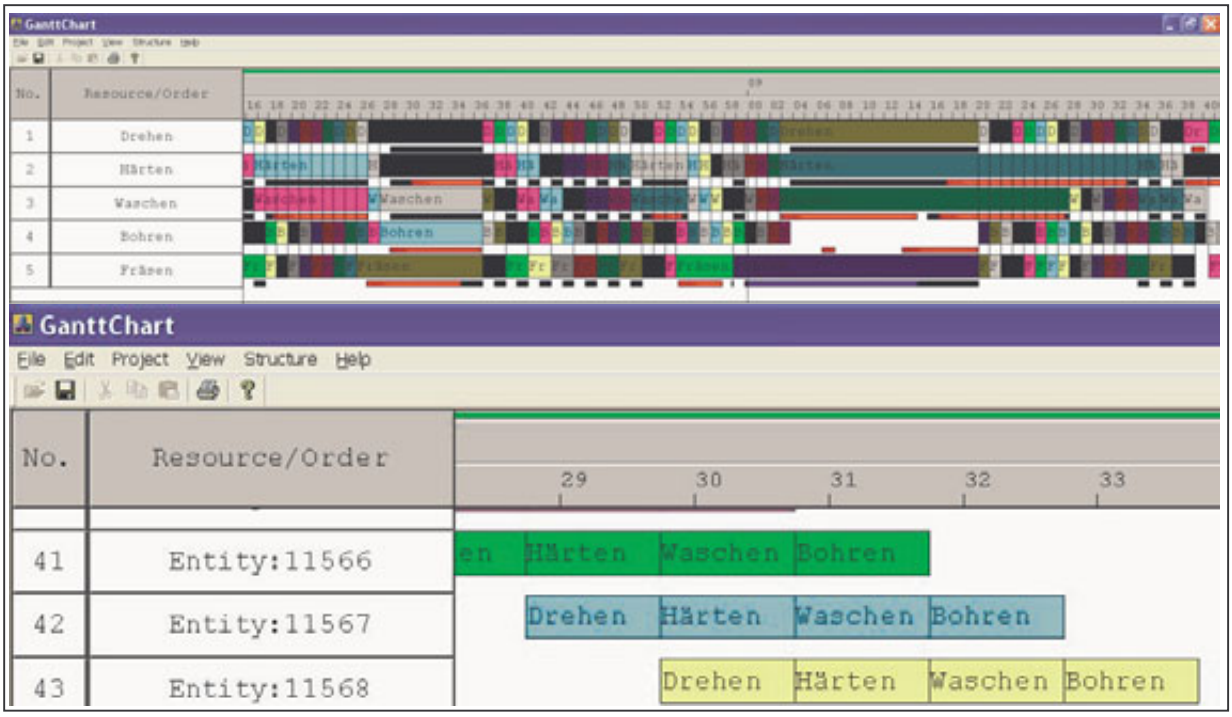


Abbildung 27: Plant Simulation Gantt Darstellungen

Die Balken eines Gantt-Diagramms sind interaktiv verschiebbar und können gruppiert und umgruppiert werden, um etwa die Arbeitsgänge eines Auftrags zu verknüpfen. Durch einen Doppelklick auf einen Gantt-Balken erscheinen folgende Daten, die an dieser Stelle auch änderbar sind:

- Vorgangsbeginn, Vorgangsende, Vorgangsdauer
- Arbeitsgang mit einer Liste von Operationen
- Funktionalität
- Farbe und Muster

2.6.4 Plant Simulation SDX - Layoutbasierte Simulation mit der Factory CAD – Plant Simulation Integration

Fabriklayoutplanung bedingt nicht nur das Layout, sondern auch Materialfluss & Logistik, Kosten für Ressourcen, Kosten für Anlagen & Fördertechnik, Kapazitäten & Durchsatz und die Flexibilität auf Änderungen im Produktionsplan zu reagieren. Fabriklayoutplanung bestimmt daher auch Kosten, Rentabilität, Stabilität und Flexibilität des zu planenden Transport- bzw. Produktionssystems. Das Ziel layoutbasierter Simulation ist es, die Layoutinformationen zusammen mit einer Definition der Wege bzw. des Produktionsprozesses und einem realistischen Produktionsprogramm zu verwenden, um unterschiedliche Layoutkonzepte zu bewerten.
Layoutbasierte Simulation ermöglicht damit ein System zu optimieren im Hinblick auf Kosten, Durchsatz & Flexibilität und ermöglicht ein Minimieren der Risiken in der Anlaufphase und im Betrieb. Anwendungsgebiete sind sowohl die Planung neuer Systeme, die Optimierung existierender Systeme als auch Vermarktung und Vertrieb von Systemen. Letzteres zeigt dem Kunden bereits vorab, wie sein System im realen Betrieb funktioniert.

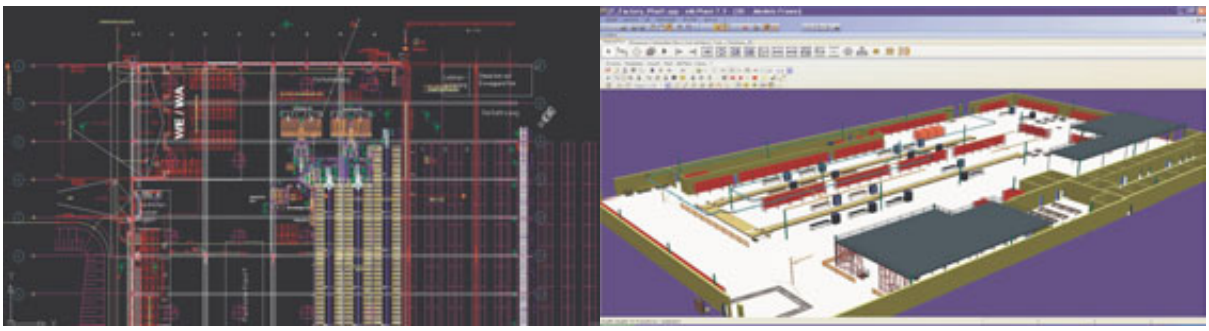


Abbildung 28: Plant Simulation SDX Integration von CAD Layoutfile und Plant Simulation 3D

Die layoutbasierte Simulation mit der Factory CAD – Plant Simulation Integration verwendet zum Datenaustausch zwischen den Werkzeugen das „SDX“-Format. „SDX“ steht für „Simulation Data Exchange“ und ist ein Standard zum Austausch von Layoutinformationen zusammen mit simulationsrelevanten Daten zwischen CAD Layoutwerkzeugen und Simulationswerkzeugen. Eine SDX-Datei beinhaltet Informationen über die Position, Größe & Verlauf von Objekten, simulationsrelevante Attribute (z.B. Bearbeitungszeiten, Förderergeschwindigkeiten, Störungsverhalten etc.), Links zu Grafikdateien und eine Beschreibung des Prozessablaufs.
Die Integration der Werkzeuge Factory CAD und Plant Simulation bietet zwei Lösungen an. Eine Lösung ist für den Planungsexperten. Sie ermöglicht direkt die automatische Erzeugung eines Simulationsmodells aus Factory CAD heraus per Mausklick. Planungsexperten können so Simulation anwenden, ohne Kenntnisse über das Simulationssystem zu haben. Weiterhin kann Simulation damit bereits in einer frühen Planungsphase eingesetzt werden.
Die zweite Lösung ermöglicht dem Simulationsexperten, in Plant Simulation automatisch ein Simulationsmodell zu erzeugen und mit dem Modell zu arbeiten (z.B. durch Implementierung zusätzlicher Steuerungsstrategien). Von besonderer Bedeutung ist dabei die Möglichkeit, existierende Simulationsmodelle mit einem neueren Stand der Planungsdaten automatisch zu aktualisieren.

2.6.5 Plant Simulation Process Designer Integration und automatische Modellgenerierung: Auslegung neuer Planungskonzepte in Produktion und Logistik

Mit dem Plant Simulation Process Designer Interface werden Simulationsmodelle in Plant Simulation automatisiert aufgebaut und parametrisiert. Grundlage dafür sind Daten die zuvor aus Process Designer exportiert wurden. Damit wird die Zeit zur Erstellung und Parametrisierung von Plant Simulation Modellen deutlich verkürzt und Doppelarbeit vermieden. Zusätzlich können Daten in bestehenden Plant Simulation Modellen mit dem Plant Simulation Process Designer Interface aktualisiert werden, ohne dass bestehende Modellierungen verloren gehen. Dies erlaubt die parallele Arbeit in der Process Designer und Plant Simulation Umgebung mit den jeweiligen spezifischen Vorteilen ohne Zeitverlust durch sequenzielle Abläufe. Entwicklungszeiten können so drastisch reduziert und Planungsvorgänge bereits frühzeitig qualitativ unterstützt werden. Sowohl auf Process Designer – als auch auf Plant Simulation Seite werden nur die jeweils benötigten Daten gehalten, d.h. rein simulationsrelevante Steuerungslogiken in Plant Simulation, planungstechnische Geometriedaten in Process Designer.

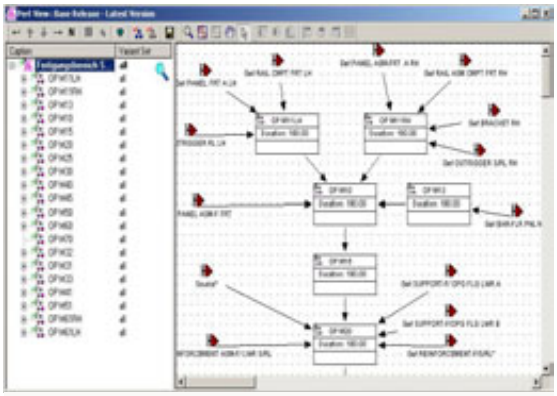


Abbildung 29: Planungsumgebung der Digitalen Fabrik

Zusätzlich zum Modellaufbau stellt das Plant Simulation Process Designer Interface dem Anwender fertige Modellanalysen zur Verfügung. Diese sind bereits im Modell integriert und stellen die Auslastung der einzelnen Ressourcen in einer dynamischen Grafik während des Simulationslaufes dar, so dass Engpässe und Ressourcenüberdimensionierungen unmittelbar zu erkennen sind. Ebenso wird die Auslastung der Mitarbeiter dargestellt. Wichtige Kennzahlen wie Durchsatzmenge und mittlere Durchlaufzeit werden numerisch zur Verfügung gestellt.

Eigenschaften:

- Keine doppelte Datenhaltung
- Schneller und einfacher Aufbau von Modellen aus bestehenden Process Designer Daten unter Einbeziehung der in Pert Diagrammen hinterlegten Ablaufregeln
- Update bestehender Plant Simulation Modelle mit Process Designer Daten
- Reduktion des manuellen Modellierungsaufwandes
- Verkürzung der Planungszeiten
- Modellaufbau mit 2D und 3D Grafiken (optionale Plant Simulation 3D Lizenz erforderlich) und Platzierung im Layout wenn diese Daten in Process Designer hinterlegt wurden
- Verwendung der Process Designer Daten an einem Plant Simulation Arbeitsplatz ohne Process Designer Installation
- Dynamische, interaktive Analyse von Process Designer Daten mit den komplexen hierarchischen Darstellungen und Analysefunktionen die Plant Simulation zur Verfügung stellt.

- Visualisierung wichtiger Kennziffern in dynamischen Zustandsdiagrammen während des Simulationslaufes
- Automatische Bereitstellung zusätzlicher Kennzahlen

2.6.6 Bausteinkästen

Ein Bausteinkasten ist ein Satz von Anwenderbausteinen zur sehr effizienten Modellierung ausgewählter und häufig vorkommender Anwendungen. Die Nutzung von Bausteinkästen in Plant Simulation hat eine deutliche Beschleunigung bei der Erstellung von entsprechenden Modellen zur Folge. Darüber hinaus können die einzelnen Bausteine des Bausteinkastens als Referenzbausteine herangezogen werden.

Alle Bausteine bieten eine Benutzerschnittstelle in Form von Dialogboxen, Pop-up-Menüs und Listen zur Eingabe von Daten. Alle Bausteine sind offen für individuelle Anpassungen. Beispiele zur Anwendung des Bausteinkastens werden mitgeliefert.

2.6.6.1 Plant Simulation AGVS

Plant Simulation AGVS (Automated Guided Vehicle System) ist ein Bausteinkasten zur Modellierung von Unstetigförderern, insbesondere von fahrerlosen Transportsystemen (FTS) mit Plant Simulation.

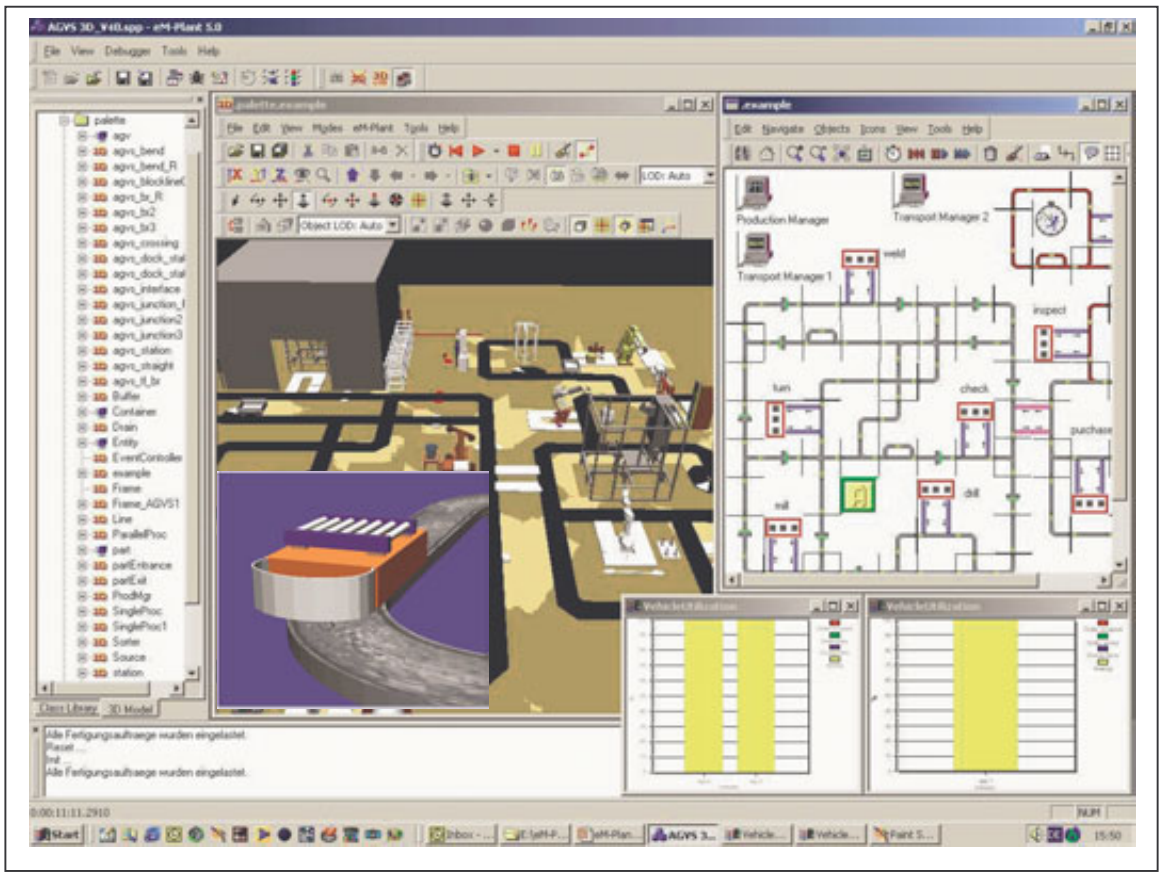


Abbildung 30: Plant Simulation 3D AGVS-Modell und Bausteine von Plant Simulation AGVS

2.6.6.2 Plant Simulation Assembly

Plant Simulation Assembly ist ein Bausteinkasten zur Modellierung, Simulation, Animation und Auswertung der Montage. Der Aufbau der Produktionsstruktur erfolgt grafisch und interaktiv mit den Bausteinen von Plant Simulation Assembly. Zur Abbildung des Materialflusses stehen Bausteine wie etwa ein Montageplatz, verschiedene Puffer, Verteiler und Sortierer zur Verfügung.
Ergänzend zu diesen Materialfluss-Bausteinen gibt es Bausteine zur Organisation und Verwaltung der Montage wie z.B. Montagesteuerung, Stücklistenverwaltung, Materialbereitstellung, Mitarbeiterverwaltung usw.

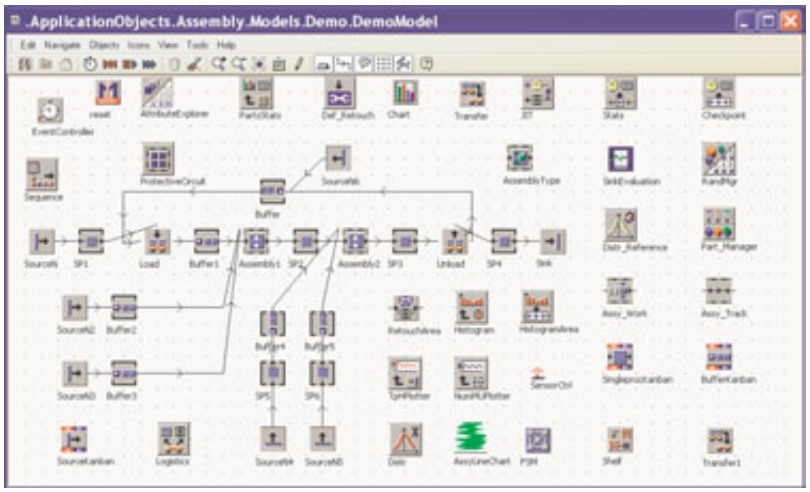


Abbildung 31: Montagemodell der Plant Simulation Assembly-Bibliothek

Die Verfügbarkeit von Mitarbeitern und Maschinen ist in einem Kalender festgelegt und ermöglicht dadurch eine gezielte Planung der Ressourcen. Der Explorer-Baustein erlaubt die einfache und übersichtliche Einstellung von Kapazität, Taktzeit und Verfügbarkeit der Montagebausteine. Die Ergebnisse der Simulation, wie etwa Ressourcenauslastung oder Puffer-Belegung, sind mittels Zustandsdiagrammen und Histogrammen darstellbar oder stehen als Tabellen zum Export zur Verfügung.
Durch die Verwendung von Plant Simulation Assembly erhöht sich die Produktivität bei der Modellierung von Montagesystemen und -prozessen um ein mehrfaches im Vergleich zur Modellierung mit Grundbausteinen. Ein weiterer Vorteil besteht in der einfachen Bedienung. Die Benutzung der hochfunktionalen Bausteine von Plant Simulation Assembly ist einfach zu erlernen und ebenso einfach an aktuelle Aufgaben anpassbar. Die wichtigsten Bausteine von Plant Simulation Assembly sind:

<u>Materialfluss</u>

- Quellen, Senken
- Werkstückträger-Handling, Puffer, Notpuffer
- Montageplatz, Montagelinie, Demontage
- Verzweigung

<u>Organisation und Verwaltung</u>

- Kalender, Materialbereitstellung, Mitarbeiterabbildung
- Protokoll, Stücklistenverwaltung, Transport

<u>Auswertungen</u>

- Histogramme, Zustandsdiagramm, Verwirbelungen

2.6.6.3 Plant Simulation Conveyor

Mit dem Bausteinkasten Plant Simulation Conveyor können Stetigfördersysteme, wie Transportbänder oder Rollenbahnen, abgebildet werden. Um eine Fertigung mit einem Stetigfördersystem zu modellieren, muss mit den bereitgestellten Wegelementen das Layout nachgebildet werden. Notwendige technische Parameter und Steuerungsregeln können einfach in Dialogen festgelegt werden. Alle Bausteine bieten eine Benutzerschnittstelle in Form von Dialogen, Pop-up Menüs und Listen zur Eingabe von Daten. Die Funktionalität jedes Bausteins und das Zusammenwirken der Bausteine ist beschrieben. Hilfefunktionen erleichtern die Bedienung. Alle Bausteine sind offen für individuelle Anpassungen. Beispiele zur Anwendung des Bausteinkastens werden mitgeliefert.

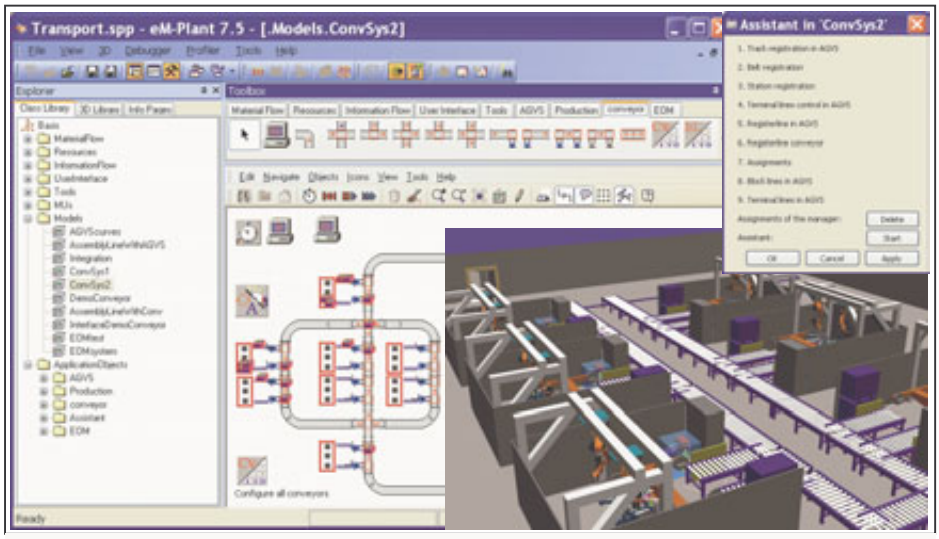


Abbildung 32: Rollenförderer und Bausteinauswahl der Plant Simulation Conveyor-Bibliothek

Folgende Bausteine stehen zur Verfügung

- Conveyor-Steuerung
- Produktions-Manager
- Auftragslisten
- Arbeitspläne
- Bearbeitungsstation
- Docking Station
- Gerade
- Kurve
- Verzweigung
- Zusammenführung
- Pulkstrecke (Batch Line)
- Kreuzung
- Be- und Entladestation

Schnittstellen zu anderen Transportsystemen:

- Assistent zur Registrierung der Bausteine eines Modells, um z.B. in komplexen Conveyorsystemen für die Transportaufträge die kürzesten Wege zu finden.
- Registrierung aller Bausteine

2.6.6.4 Plant Simulation EOM

Der Bausteinkasten Plant Simulation EOM (Electrical Overhead Monorail) ist für die Nachbildung eines Unstetigfördersystems mittels einer Elektrohängebahn (EHB) entwickelt worden. Um ein Transportsystem zu modellieren, muss mit den bereitgestellten Wegelementen das Layout nachgebildet werden. Die einzelnen Bausteine, wie z.B. Gerade, Kurve, Auf- und Abgabestation, Puffer, Weiche bilden das reale Verhalten einer Elektrohängebahn ab. Anlagenspezifische Parameter, die zur Steuerung des Systems erforderlich sind, müssen vom Anwender in Tabellen und globalen Variablen der eingesetzten Bausteine beschrieben werden. Die Anzahl der gewünschten Fahrwerke, die zur Erledigung der Transportaufträge eingesetzt werden sollen, sowie deren Verteilung im System, sind ebenfalls vom Anwender vorzugeben. Eine weitere komfortable Möglichkeit zur Simulation des Anlagendurchsatzes bietet die Transportmatrix, über die der Materialfluss von beliebig vielen Aufnahmestationen an beliebig viele Abgabestationen vorgegeben werden kann.

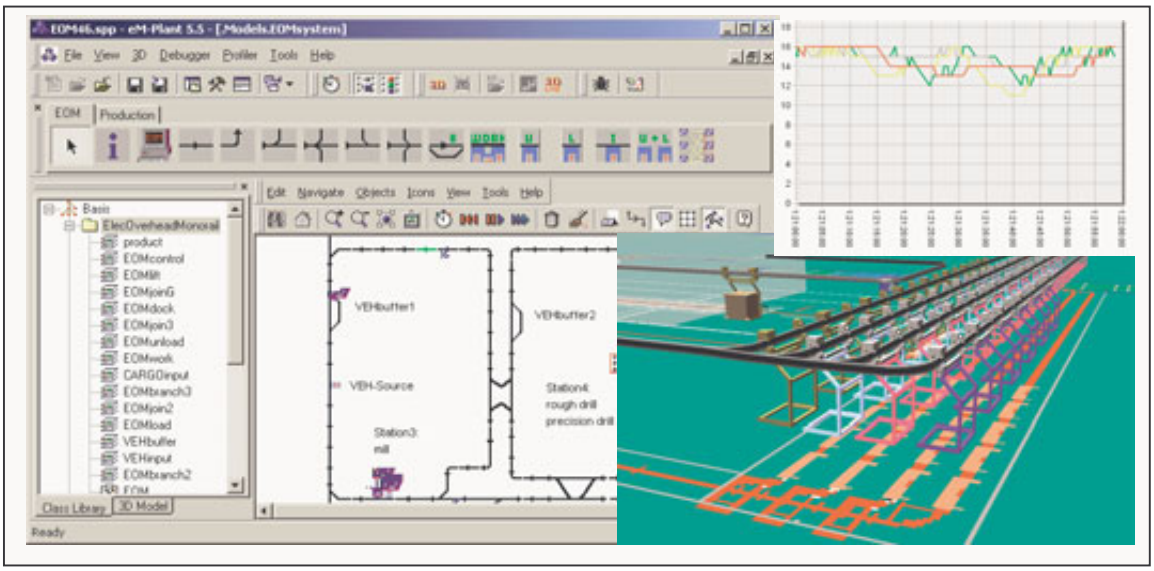


Abbildung 33: Modell einer Elektrohängebahn und Bausteine der Plant Simulation EOM-Bibliothek

EOM Weg-Elemente

- Bearbeitungsstationen
- Geraden und Kurven
- Verzweigungen
- Weichen
- Puffer
- Zusammenführungen
- Beladestationen
- Entladestationen
- Dockstation
- Blockstrecken
- Puffer
- Hubstationen
- Fahrwerkseinspeisung

EOM Logik-Elemente

- Fertigungssteuerung
- Disposition der Fahrwerke
- Räumstrategie
- Verwaltung der Fahrwerke und der Fahrwerkparameter
- Auftragseinlastung
- Zielfindungsassistent
- Zielvergabesteuerung
- Protokollbaustein

2.6.6.5 Plant Simulation HBW

Der Bausteinkasten Plant Simulation HBW (High Bay Warehouse) dient zur Modellierung von Puffer- und Hochregallagern. Plant Simulation HBW stellt drei Varianten zur Verfügung, die sich im Detaillierungsgrad der Abbildung eines Lagers unterscheiden.

Variante 1: Modellierung des Lagers als Black-Box, wobei keine Unterscheidung einzelner Lagergassen oder Artikel erfolgt.

Variante 2: Modellierung des Lagers mit Lagergassen einschließlich Regalbediengeräten (RSU Rack Serving Unit), jedoch ohne Berücksichtigung einzelner Lagerplätze. Zur Berechnung der Spielzeiten des RSU werden Lagerplätze mittels einer Zufallsverteilung ermittelt.

Variante 3: Modellierung des Lagers mit Lagergassen samt Regalbediengeräten und Lagerverwaltung unter Berücksichtigung einzelner Lagerplätze innerhalb der Lagergassen und Lagerbereiche für A-, B- und C-Artikel.

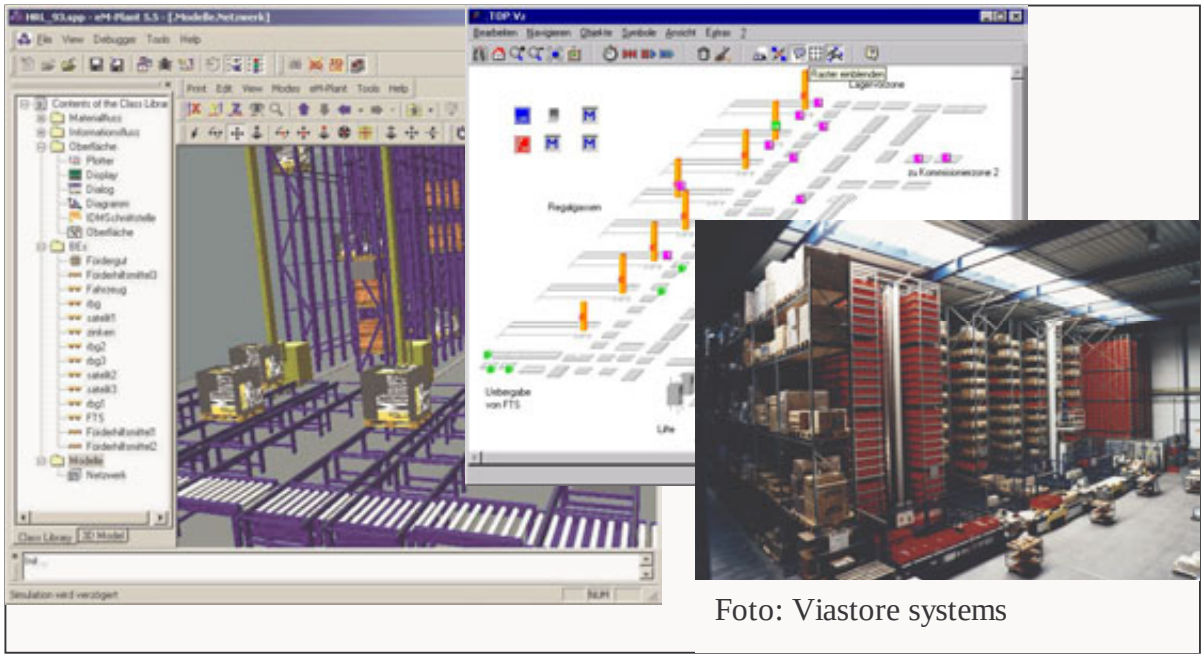


Foto: Viastore systems

Abbildung 34: Hochregallagermodell und Bausteine der Plant Simulation HBW-Bibliothek

Alle Bausteine bieten eine Benutzerschnittstelle in Form von Dialogboxen und Listen zur Eingabe von Daten. Hilfefunktionen erleichtern die Bedienung. Alle Bausteine sind offen für individuelle Anpassungen. Beispiele zur Anwendung des Bausteinkastens werden mitgeliefert.

Warehouse Management für ABC-Artikel

- Liste der eingelagerten Teile
- Statistische Auswertungen
- Gassenbelegung (A, B, C)

Lagergasse für ABC-Artikel

- Lagergasse:
- Anzahl der Ebenen und Spalten
- Ein- und Auslagerposition in x/y Koordinaten
- Lagergebiete für ABC-Artikel
- Regalbediengerät (RSU):
- Geschwindigkeit in x- und y-Richtung
- Beschleunigung in x- und y-Richtung
- Positionier- und Übergabezeit

2.6.6.6 Plant Simulation Process

Inosim –Simulation in der chemischen und pharmazeutischen Industrie

INOSIM entwickelt und vermarktet Lösungen zur Abbildung kontinuierlicher Vorgänge in Plant Simulation. INOSIM Batch wird von der Firma Inosim mit langjährigem Know-how im Bereich der Erstellung von Bausteinkästen in Plant Simulation und der Simulation für die chemische Industrie entwickelt. Flüssige, gas- oder pulverförmige Medien werden so darstellbar. Batchprozesse auch in mehrstufigen Produktionsanlagen beliebig vieler Produkte mit Mehrzweck- und Monoanlagen werden optimiert. Inosim Produkte unterstützen zum einen den Prozessentwickler bei der Optimierung von Rezepten und der logistischen Gestaltung von Produktionsanlagen und zum anderen den Disponenten bei der Optimierung des Anlagenbelegungsplans und der Auftragsreihenfolge für ein gegebenes Auftragsprofil.

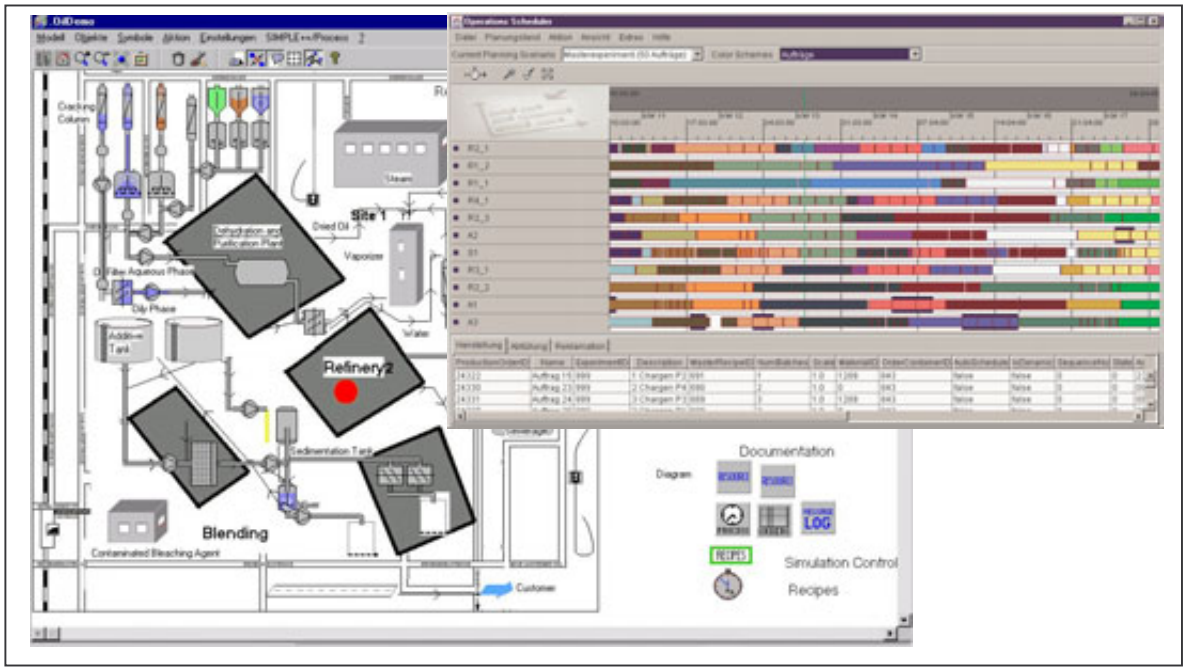


Abbildung 35: Batch Modell und Gantt Chart Auswertung in Inosim Batch / Plan

Mit INOSIM Plant Simulation erzeugen Sie zunächst ein Modell Ihrer Anlage. Die Daten hierfür sind unter anderem die vorhandenen Teilanlagen und Tanks mit ihren Kapazitäten. Außerdem benötigen Sie Rezepte zum Beispiel in Form einer Betriebsvorschrift. Sie geben diese entweder direkt ein oder importieren sie aus einer vorhandenen Datenquelle. Nach dem Modellaufbau versorgen Sie INOSIM Plant Simulation mit Auftragsdaten und führen Simulationsexperimente durch. Während der Simulation visualisiert INOSIM Plan die Vorgänge in Ihrer Anlage. Am Ende der Simulation erhalten Sie einen Belegungsplan in Form eines interaktiven Gantt-Diagramms, Diagramme zur Menge der verbrauchten Hilfsmittel oder zum Personaleinsatz, sowie weitere Auswertungen. Die Simulationsergebnisse geben Ihnen zum Beispiel durch die Anzeige von Wartezeiten Hinweise auf mögliche Überkapazitäten oder Engpässe.

In der operativen Produktionsplanung erzeugen und bewerten Sie mit INOSIM Batch Produktionspläne für die chargenorientierte Produktion in den Prozessindustrien.

Im Anlagendesign unterstützt Sie INOSIM Batch bei der Neuplanung und der Erweiterung bestehender Anlagen. INOSIM Batch hilft mehrfach genutzte Ausrüstung (z.B. Lagertanks), Hilfsmittel (z.B. Elektrizität, Heizdampf) oder Betriebspersonal realistisch zu dimensionieren.

In der strategischen Produktionsplanung hilft INOSIM Batch, die Produktion auf zukünftige Marktentwicklungen vorzubereiten. Durch eine Flexibilitätsanalyse der Anlage werden die Möglichkeiten der Kapazitätserweiterung oder Rationalisierung untersucht. Mit Hilfe der Machbarkeitsanalyse wird geprüft, ob eine Verlagerung von Teilen der Produktion in einen anderen Betrieb möglich und sinnvoll ist. Mit INOSIM Batch spielen Sie am Rechner verschiedene mögliche Szenarien durch, die mögliche Lösungen Ihrer Fragestellung sein können. Die Szenarien unterscheiden sich zum Beispiel durch das Auftragsspektrum, die verfügbaren Teilanlagen, das vorhandene Bedienpersonal oder unterschiedliche Lagerkapazitäten. Anschließend bewerten Sie die Szenarien zum Beispiel bezüglich der Produktionskosten oder der Liefertermintreue.

Der Betrachtungsgegenstand in INOSIM Batch ist :

(1) chargenorientierte und semikontinuierliche Produktion,
(2) Rezeptfahrweise auf Grund- und Steueroperationsebene,
(3) Lagerung und Transport von Edukten, Zwischen- und Endprodukten,
(4) Mischen, Abfüllen und Verpacken von Endprodukten.

INOSIM Batch berücksichtigt dabei den Materialfluss sowie begrenzte Kapazitäten und Ressourcen. INOSIM Batch erhalten Sie zugeschnitten auf Ihre Bedürfnisse als Simulations-, Planungs- oder Entwicklungssystem, als Einzelplatzlösung oder als Mehrbenutzerlösung mit gemeinsamer Datenhaltung. INOSIM Batch läuft auf Windows 2000 und XP mit den Datenbanken SQL Server 7 und Oracle 8. INOSIM Batch ist konform zur Namur-Empfehlung 33 und ISA S.88.

<u>Bausteine</u>

- Rezepte
- Prozesssteuerung
- Auftragssteuerung
- Protokollierung
- Rezeptschnittstelle

- Ressourcen
  - diskret: Personal, Transportmittel,
  - Lagerkapazität u.a.
  - kontinuierlich: Elektrizität, Dampf u.a.

- Anlagen
  - Reaktoren
  - Tanks
  - Trockner
  - Filter
  - Verdampfer
  - Seperatoren
  - Rohrleitungen
  - Pumpen
  - Lager
  - Quellen, Senken, u.a.

2.6.6.7 Process Sequencer

Process Sequencer ist ein Planungswerkzeug basierend auf Plant Simulation, das dem Produktionsplaner erlaubt Fertigungsreihenfolgen und Linienzuordnungen schnell zu generieren, zu optimieren und das Regelwerk einfach zu erstellen und anzupassen. Process Sequencer bietet eine einfache Bedienbarkeit, die den Planungsprozess sehr effektiv gestaltet. Darüber hinaus können Process Sequencer Elemente einfach in Plant Simulation Modelle integriert werden, um Planungsregeln schon in der Designphase einer Linie zu testen und zu verifizieren.

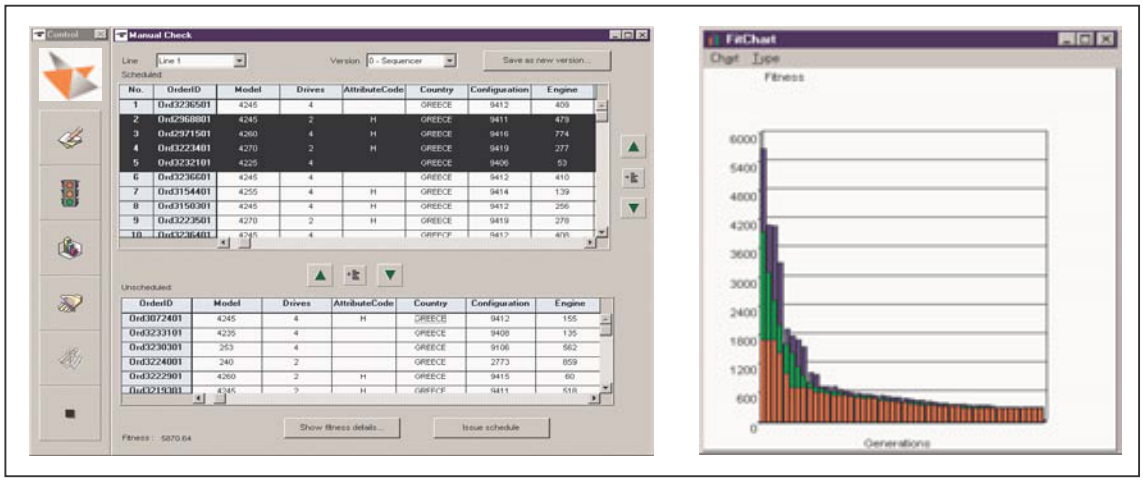


Abbildung 36: Process Sequencer Dialog, Werteverlauf der Optimierung

Optimierungsstrategie

- Regeln können sich widersprechen
- Ein Gewichtungsfaktor definiert die Wichtigkeit einer Regel
- Planungsqualität ist die gewichtete Summe aller Regelverletzungen
- Niedrige Abweichung vom Regelwerk zeigt hohe Planungsqualität
- Ein globales Optimum ist erreicht, wenn viele wichtige Regeln weniger oft verletzt werden

Scheduling Prozess

1. Datenimport, einlesen aus existierenden Datenbanken
2. Filterung (entweder bestehende Filter verwenden oder neue definieren)
3. Regeldefinition und Gewichtungsfaktoren
4. Optimierungsstrategie festlegen
5. Optimierung mit Genetischen Algorithmen
6. Manuelle Nachbearbeitung
7. Verifizieren und optional Verändern des Planungsergebnisses

Pluspunkte

- Optimierte Reihenfolgeplanung in wenigen Minuten, bei deutlich weniger manuellem Aufwand
- Regelbasierte und bewertbare Optimierung
- Optimierungsstrategie einfach über Gewichtungsfaktoren definieren
- Manuelle Nachbearbeitung möglich
- System einfach an Kundenbedürfnisse anpassbar

2.6.6.8 Plant Simulation Shop

Der Bausteinkasten Plant Simulation Shop dient zur Abbildung von Werkstattfertigungen bei denen der Materialfluss unabhängig von Förderelementen frei gewählt wird. Der Einsatz des Bausteinkastens Plant Simulation Shop beschleunigt die Modellierung von Produktionssystemen deutlich. Darüber hinaus können die einzelnen Bausteine als Referenzbausteine herangezogen werden. Plant Simulation Shop unterstützt einerseits den Ingenieur bei der Planung von Produktionssystemen und andererseits den Disponenten und Arbeitsvorbereiter bei der Optimierung des Produktionsplanes im operativen Tagesbetrieb. In der strategischen Unternehmensführung werden Layout, Kapazität und Ablauflogiken von Fertigungsneuplanung oder Erweiterung simuliert und analysiert.

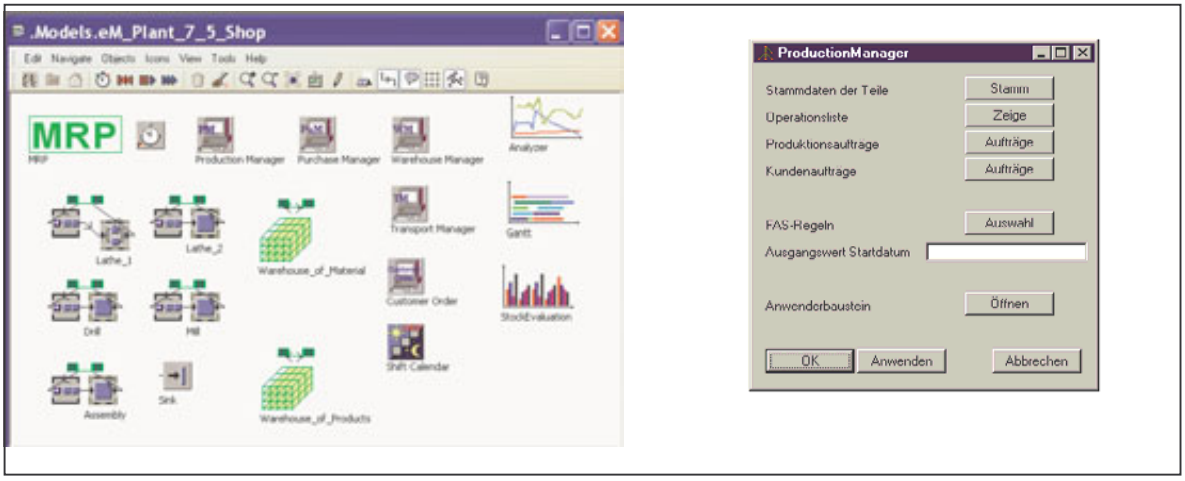


Abbildung 37: Plant Simulation Shop-Modell mit Bausteinen und Dialogmaske

Im Tagesbetrieb eignet sich Plant Simulation Shop als Ergänzung vorhandener PPS-Systeme für folgende Zwecke:

- Optimierung der PPS-Systemparameter
- Prüfung der Machbarkeit von Produktionsplänen des PPS-Systems unter realistischen Bedingungen
- Feinplanung vorgegebener Auftragsprofile auf der Basis aktueller Betriebsdaten

<u>Bausteine</u>

- Stammdaten der zu produzierenden Teile (Arbeitspläne, Stücklisten)
- Verwaltung der Bearbeitungsstationen und Fertigungsaufträge
- Regeln zur Auftragssteuerung
- Bearbeitung von Teilen/Aufträgen:
  - Auftragspriorität
  - Weiterbearbeitung
  - Stationsauswahl
- Balken- oder Listendarstellung
- Auswertungen wie Durchlaufzeiten, Liste verspäteter Aufträge, Kosten mit
  - Kostenstelle und Kostengruppe unterteilt
  - nach Auftrags-, Rüst- und Bearbeitungskosten sowie
  - Stationsstatistik, Auslastung, Rüst- und Bearbeitungszeiten

3 Einsatzgebiete und Praxisbeispiele von Plant Simulation

Plant Simulation wird überwiegend in Produktion, Logistik und Engineering eingesetzt und zwar in nahezu allen Wirtschaftszweigen sowie in Forschung und Lehre. Dabei geht es vorrangig um die Optimierung der Struktur, Dimensionierung und Steuerung von Systemen und Geschäftsprozessen.

Durch die dynamische Analyse trägt Plant Simulation dazu bei, sichere und objektive Entscheidungen zu treffen, um letztlich Kosten einzusparen. Dies ist mit Plant Simulation nicht nur bei der Planung von Systemen möglich (Offline-Anwendungen), sondern auch zur Unterstützung des operativen Tagesbetrieb (Online-Anwendungen). Die folgenden Praxisbeispiele sollen einen Querschnitt des vielseitigen Einsatzes von Plant Simulation zeigen.

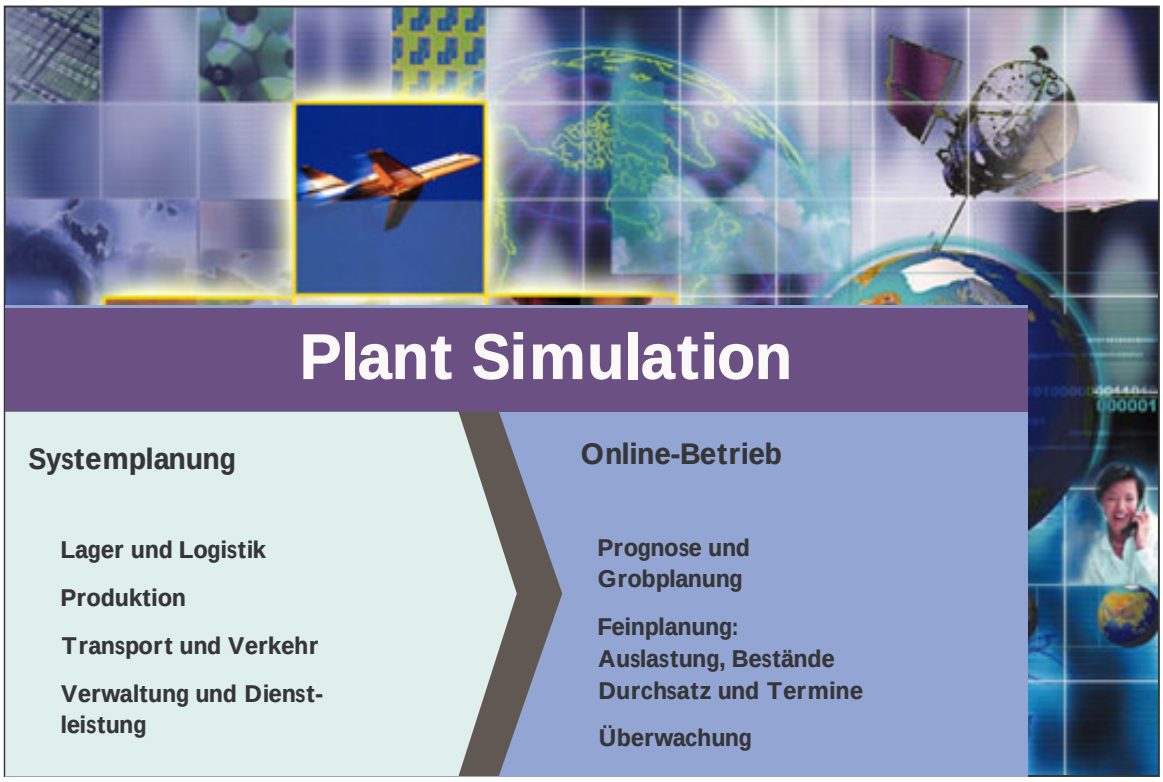


Abbildung 38: Anwendungsbereiche von Plant Simulation

3.1 Achsmontage in der Automobilindustrie

Hier wird Plant Simulation planungsbegleitend eingesetzt, um die Struktur, Dimensionierung und Steuerung der Achsmontage zu optimieren. Unterschiedliche Layoutvarianten werden ebenso einfach modelliert, wie unterschiedliche Steuerungsstrategien getestet werden können. Die Auswirkungen von Maßnahmen bezogen auf den Systemdurchsatz werden direkt grafisch visualisiert.

Die abgebildete Bildschirmdarstellung zeigt zwei Modellalternativen die gleichzeitig und vergleichend simuliert werden. Die Modellvarianten unterscheiden sich durch die Anordnung der 5 manuellen Montagearbeitsplätze. Der Durchsatz beider Alternativen wird über die Zeit mittels Analoganzeige aufgezeichnet. Die Objektorientierung von Plant Simulation erlaubt es, dass die Modellalternativen in einfachster Form voneinander abgeleitet und konkurrierend untersucht werden können.

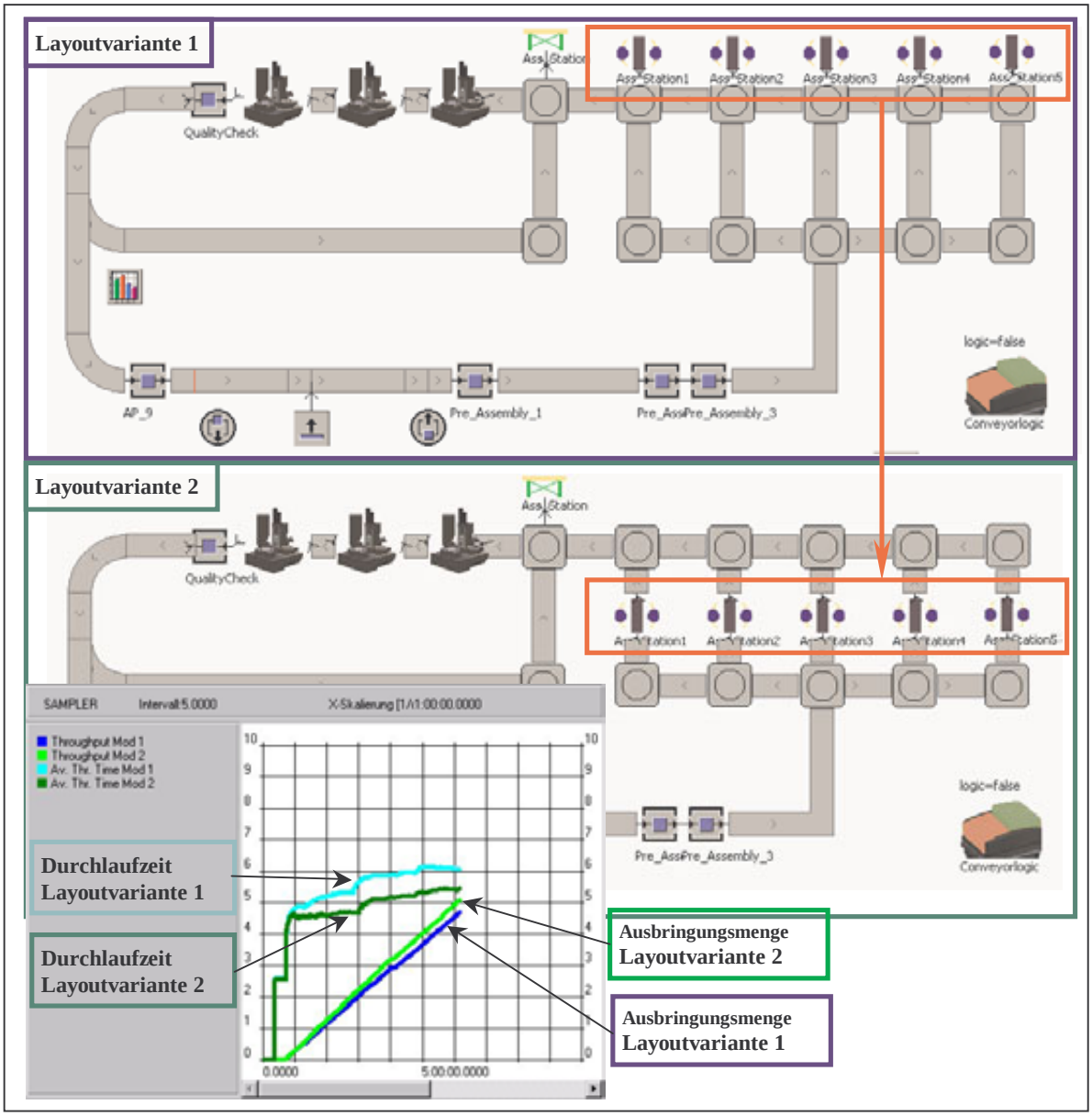


Abbildung 39: Achsmontage Modell mit Alternativen-Bewertung und grafischer Auswertung

3.2 Supply Chain Management Modell mit Aris-Bausteinen

Im SCM-Modell ist die Kunden→Produzenten←Zulieferer-Kette mittels bekannter erweiterter ereignisgesteuerter Prozesskettenbausteine (eEPK, IDS Professor Scheer Saarbrücken) abgebildet. Kunden platzieren Aufträge in der telefonischen Auftragsannahme des Produzenten. Hier wird die Auftragseinlastung gestartet.

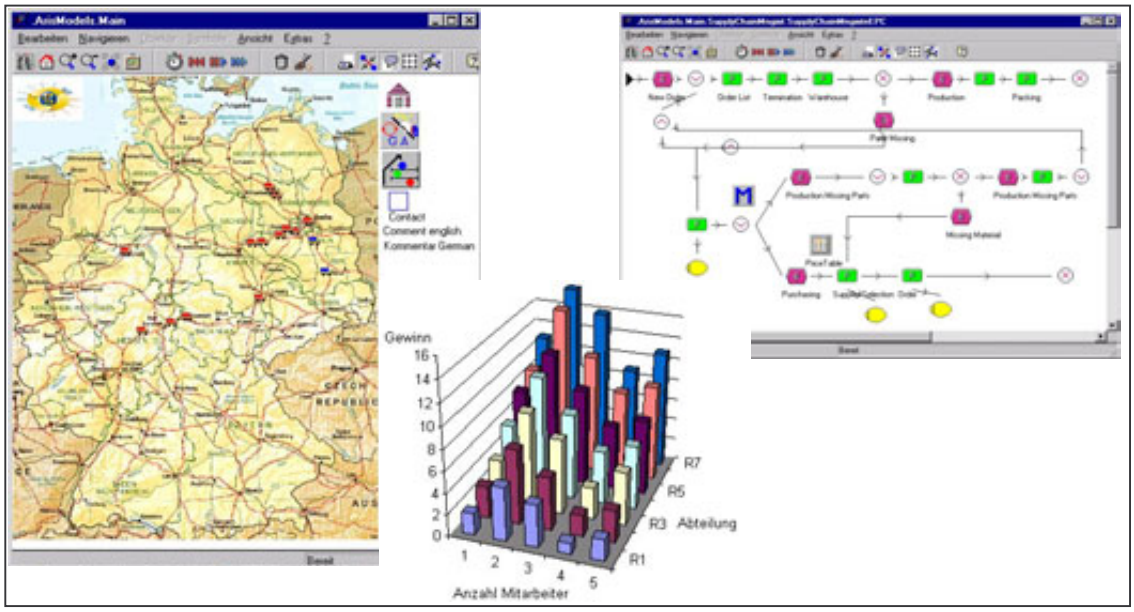


Abbildung 40: Supply Chain Management Modell mit Aris-Bausteinen und grafischer Auswertung

Zunächst wird die Verfügbarkeit der Materialien überprüft. Sind alle Materialien verfügbar wird der Auftrag in der Produktion eingelastet. Fehlt Material, so wird Fremdmaterial vom Einkauf bestellt. Die Warenströme werden auf der Landkarte dargestellt. Sind alle Fremd- und Eigenfertigungsteile verfügbar, so wird der Auftrag abgearbeitet. Ziel der Simulation ist eine fertigungsoptimale Einlastung zur produktivitätsoptimierten Abarbeitung der Kundenaufträge in möglichst kurzer Zeit und mit höchster Transparenz für alle Beteiligten. Mittels der Optimierung mit genetischen Algorithmen wird der Personalbedarf in sieben Abteilungen optimiert. Zielgröße ist die Maximierung des Unternehmensgewinns. Die genetischen Algorithmen weisen den einzelnen Abteilungen Personal zwischen 1 und 20 Personen zu. Dadurch wird die Produktivität gesteigert, die Personalkosten werden jedoch erhöht. Ziel ist die optimale Kombination aus Personen pro Abteilung mit maximalen Kosten/Nutzen Verhältnis, ausgedrückt im maximalen Gewinn in $. Die Optimierungszeit beträgt ca. 9 min für 45 Simulationstage. Dadurch kann das Personal so eingesetzt werden, dass 17% Personalkosten gespart und die Ausbringungsmenge um 32% gegenüber der konservativen manuellen Planung gesteigert werden. Allgemeine Ergebnisse der Fertigungssimulation sind: Steigerung des Flächennutzungsgrades auf 85% - 95%; Senkung der Produktionskosten um 1% - 10%; Steigerung der Ausbringungsmenge um 5% - 10%; Erweiterung des Prognosehorizontes um Faktor 2-10; Senkung der Lieferterminberechnung um Faktor 2-100; Steigerung der Exaktheit der Liefertermineinhaltung um 50% - 70%.

3.3 Maschinenbau Förderanlagen und Transfersysteme

Anlagendemonstrator zum Transport flacher Güter (Glas, Holz, Metall, Kunstoffplatten). Der Preis pro Anlage beträgt 3-6 Mio. EUR, die Angebotserstellungszeiten 2-3 Wochen inklusive Vorkonstruktion und Kalkulation.

Ziel eines solchen Demonstrators ist es:

- Kunden die Anlage vor dem Bau zu demonstrieren
- Engpässe vor der Detailkonstruktion zu ermitteln
- Die Anlagenkennwerte vor der Konstruktion zu ermitteln
- Die Inbetriebnahmezeiten zu verkürzen
- Die Angebotserstellung zu verkürzen und abzusichern

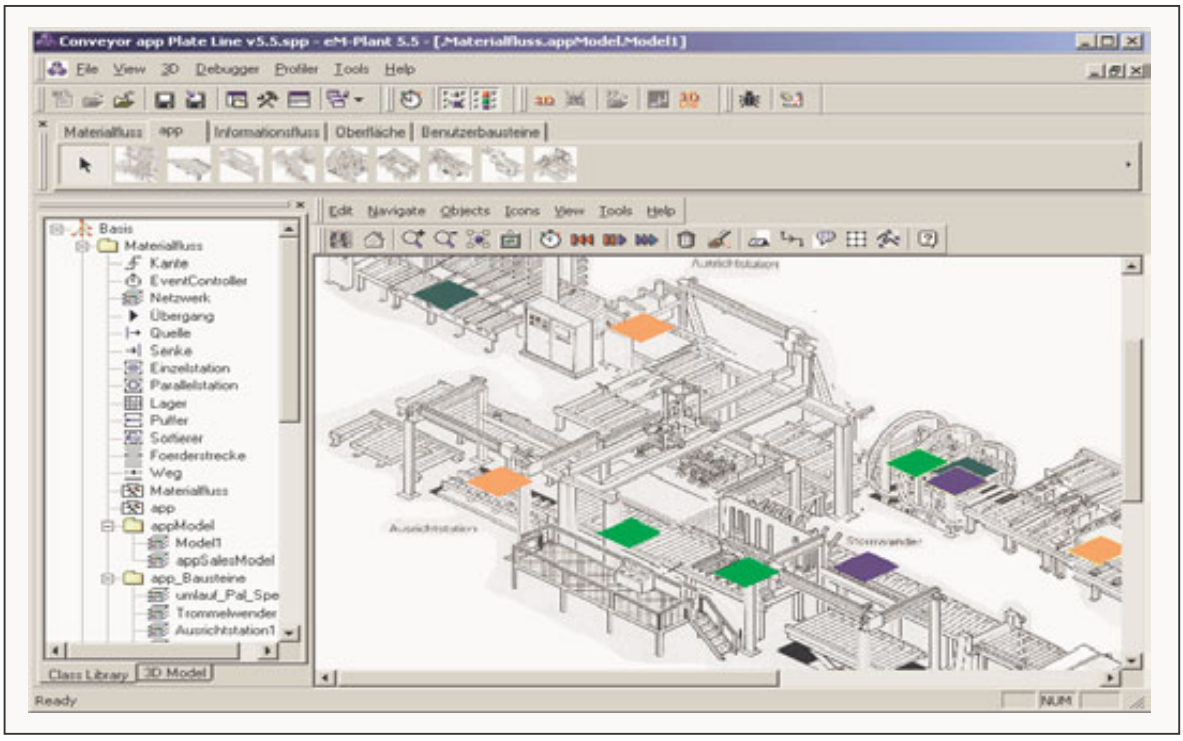


Abbildung 41: Anlage zum Transport flacher Güter und grafische Toolbar

Mithilfe der Bausteinpalette kann vom Vertrieb in Anwesenheit des Kunden ein Modell aus den Grundobjekten (Plattenspeicher, Ausrichtstation, Rollenförderer usw.) vor Ort aufgebaut, online betrieben und ausgewertet werden. Das Modell zeigt eine typische Plattenförderanlage. Die Tabelle "Materialmix" enthält die unterschiedlichen Förderobjekte (hier Glasplatten) die entsprechend der Lieferliste produziert werden. Das Material führt eine Eigenschaftstabelle mit und wird von der Quelle in einem gleichverteilten Intervall zwischen 5 und 10 Sekunden in die Anlage eingelastet. Die anschließende Flusssteuerung verteilt die Platten auf die obere und untere Förderlinie. Kommt es auf einer der beiden Linien zum Stau, wird automatisch solange auf die andere Linie umgelagert, bis die erste Linie wieder frei ist.

Die obere Linie startet mit einem Platten-Umlaufspeicher. Quelle und Förderlinie werden entkoppelt, indem überzählige Platten in den Umlaufspeicher hochgefördert und bei Bedarf wieder abgegeben werden. Die Speicherkapazität beträgt je Seite 5 Platten. Der Füllstand wird innerhalb des Bausteines als Zahl und im Plotter "Speicherfüllstand" als Grafik dargestellt. Hier wird der Nutzen der Simulation zur Kapazitätsbestimmung deutlich. Mit keinem anderen Werkzeug als der zeitdiskreten Simulation ist eine realitätsgerechte Auslegung des Speichers unter Berücksichtigung des Materialmixes und der unterschiedlichen Stau- und Störverhalten der Einzelelemente möglich. Die Platten durchlaufen jeweils in der oberen und unteren Linie eine Ausrichtstation und dann oben einen Trommelwender, unten einen Sternwender, die sich in der Simulationsfunktionalität jedoch nicht unterscheiden. Im Trommelwender oben sind Störungen der zentralen Wendestation im gleichverteilten Intervall zwischen 10 und 85 Sekunden mit einer Dauer von 25 Sekunden hinterlegt. Dadurch wird der temporäre Rückstau auf den Platten-Umlaufspeicher induziert.

Gesamtergebnis der Simulationsstudie ist die Ausbringungsmenge: Anzahl der Platten (online) und der Anlagenkennwert Platten pro Stunde entsprechend der realen Durchsatzleistung, die für Anlagenhersteller das wesentliche Bestimmungsmerkmal für die Anlagenabnahme durch deren Kunden ist. Die Anzahl der Platten pro Stunde wird zusätzlich im Plotter angezeigt.

Mittels der automatischen Engpassanalyse "Bottleneck-Analyzer" lässt sich das Modell nach Schwächen durchscannen. Beide Formen von Engpässen werden erkannt: Erstens: Arbeitsauslastung zu hoch, d.h. die Maschine ist mit Ihrer Kapazität bei 90-100 % am leichtesten in der Rankingliste des "Bottleneck-Analyzer" zu erkennen. Zweitens als Wechsel von Elementen mit (grafisch gelben) Blockieranteilen zu Elementen mit (grafisch grau dargestellten) Warteanteilen.

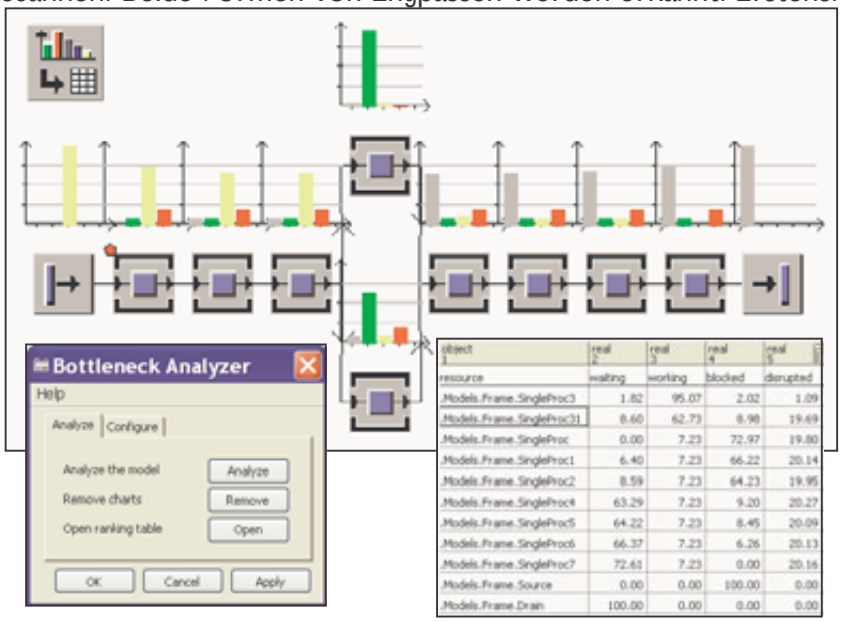


Abbildung 42: Automatische Engpassanalyse mit dem „Bottleneck-Analyzer“

3.4 Automobil-Rohbau

Ziel dieser Anwendung war es, mit Hilfe von Plant Simulation die Parameter der Schweissroboter im Automobil-Rohbau so zu optimieren, dass ein möglichst hoher Durchsatz erreicht wird. Gleichzeitig waren die benötigten Personalkapazitäten, zum Be- und Entladen der Fertigungsstation und die Pausen- und Schichtpläne zu berücksichtigen.

Die Anzahl der benötigten Werker und der Durchsatz von Karossen werden im Zeitablauf dargestellt. Die Optimierung aller relevanten Einflussgrößen brachte eine Steigerung des Durchsatzes von nahezu 30%.

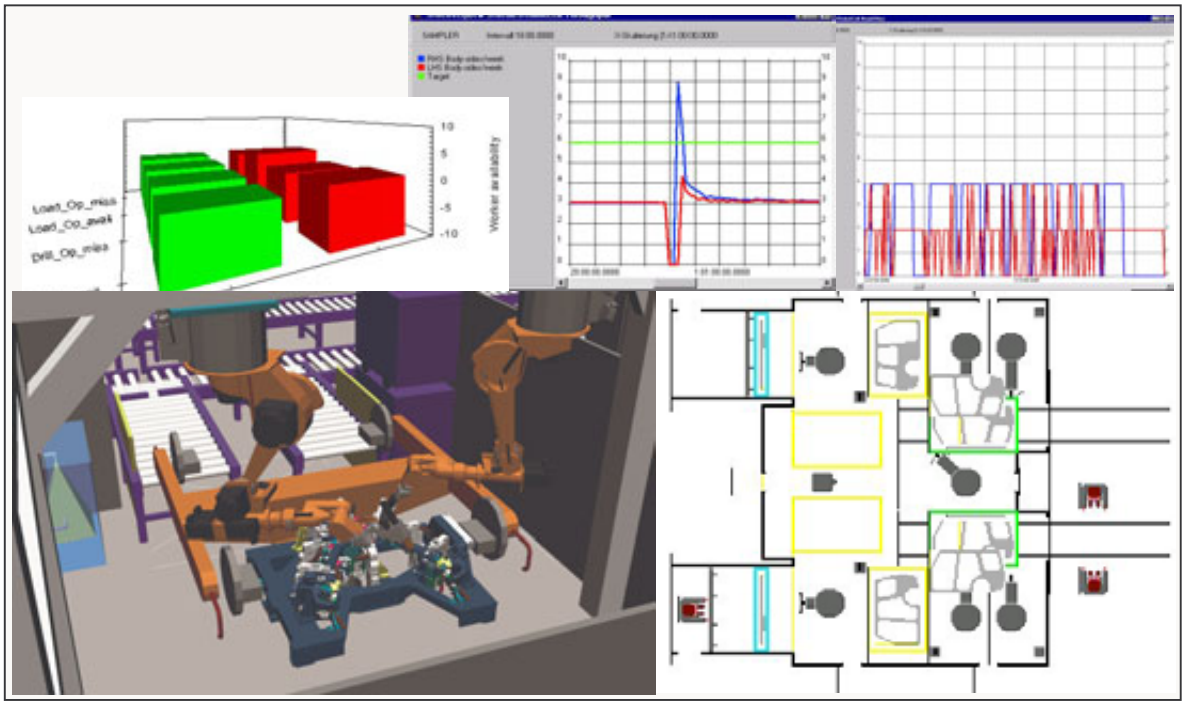


Abbildung 43: Roboter-Zellenoptimierung im Automobil-Rohbau

3.5 ICE Betriebswerk

Dieses Beispiel zeigt das ICE Betriebswerk der Deutschen Bundesbahn in Hamburg. Mit Plant Simulation wird der Wartungsdurchlauf optimiert. Aufgrund vieler Unwägbarkeiten und Randbedingungen ist eine Simulation unverzichtbar, um die Wartungsprozeduren und die Fahrpläne einzuhalten.

Ausgehend von der aktuellen Situation wird per Simulation eine realistische Vorausschau auf den Wartungsdurchlauf ermöglicht und mittels Gantt-Diagramm dargestellt. Der Benutzer kann den Wartungsplan für die ICE-Züge im Gantt-Diagramm interaktiv ändern. Die so festgelegte Reihenfolge für einzelne Wartungsoperationen bildet die Grundlage für den nächsten Simulationslauf. Die Simulation selbst dient zur Bewertung verschiedener Varianten. Dabei muss sichergestellt werden, dass der ICE-Zug das Wartungswerk termingerecht verlässt, nachdem alle erforderlichen Wartungsarbeiten durchgeführt wurden.

Durch die Optimierung der Wartungsläufe und die erhöhte Planungssicherheit mit Plant Simulation konnten ICE-Zugreserven und somit Kosten in Millionenhöhe eingespart werden.

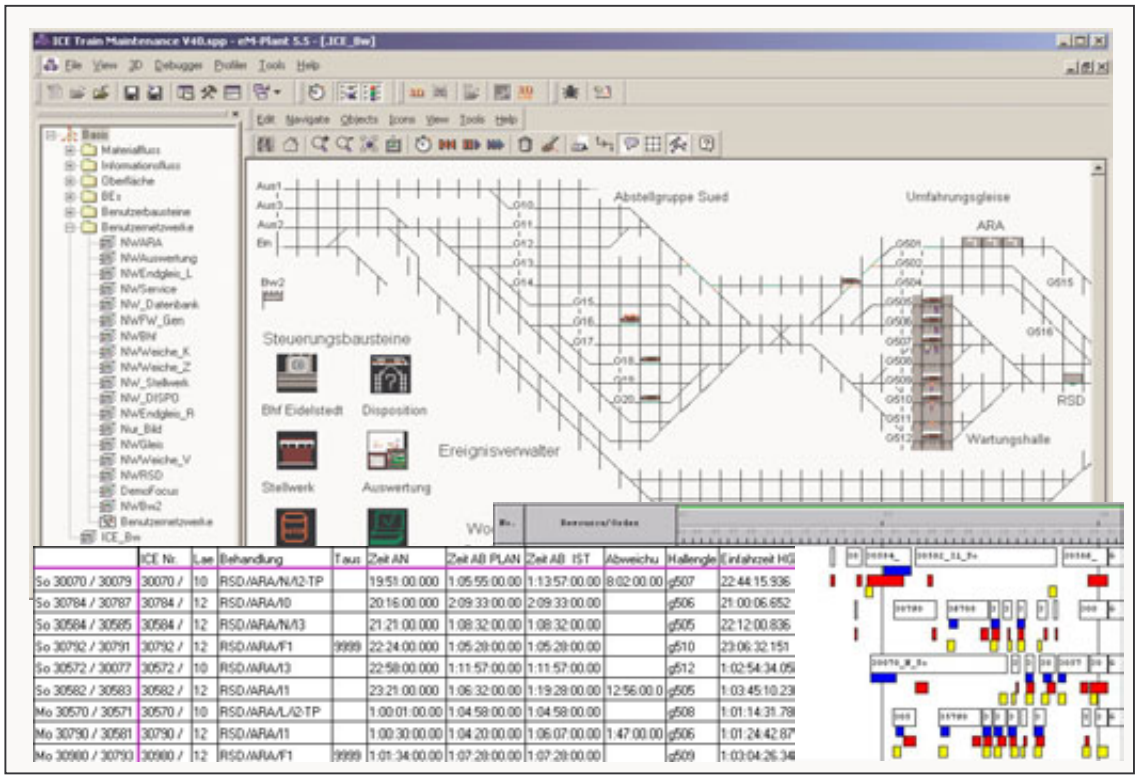


Abbildung 44: ICE Betriebswerk, Gleisbelegungsplan, Gantt Chart und Gleisbelegung

3.6 PC-Montage

Die PC-Montage einschließlich aller wichtigen Ressourcen, wie etwa Personal, Maschinen, Material und Transportsystem, wird mit Plant Simulation simuliert. Der Zweck der Simulation ist die Prüfung der Machbarkeit und die Terminierung von Produktionsplänen, deren Eckwerte ein PPS-System liefert. Die termingerechte Durchsetzung der mit Plant Simulation ermittelten Produktionspläne wird pro Schicht unter Berücksichtigung der aktuellen Randbedingungen realitätsnah optimiert. Maßnahmen sind vor der praktischen Umsetzung am Simulationsmodell überprüfbar. Rund 500 PCs werden pro Tag gefertigt, wobei es 4 Typen und 14 Varianten gibt. Der operative Tagesbetrieb der PC-Montage wird also per Simulation unterstützt.

Zusätzlich zur Unterstützung des Tagesbetriebes dient Plant Simulation zur Entwicklung und Prüfung neuer Schichtmodelle. Darüber hinaus werden die Arbeitsorganisation und die Umrüstvorgänge der Montage simuliert und optimiert. Die Abbildung zeigt das Animationsbild und die Liste fertig gestellter PC's mit Start-, End- und Durchlaufzeiten.

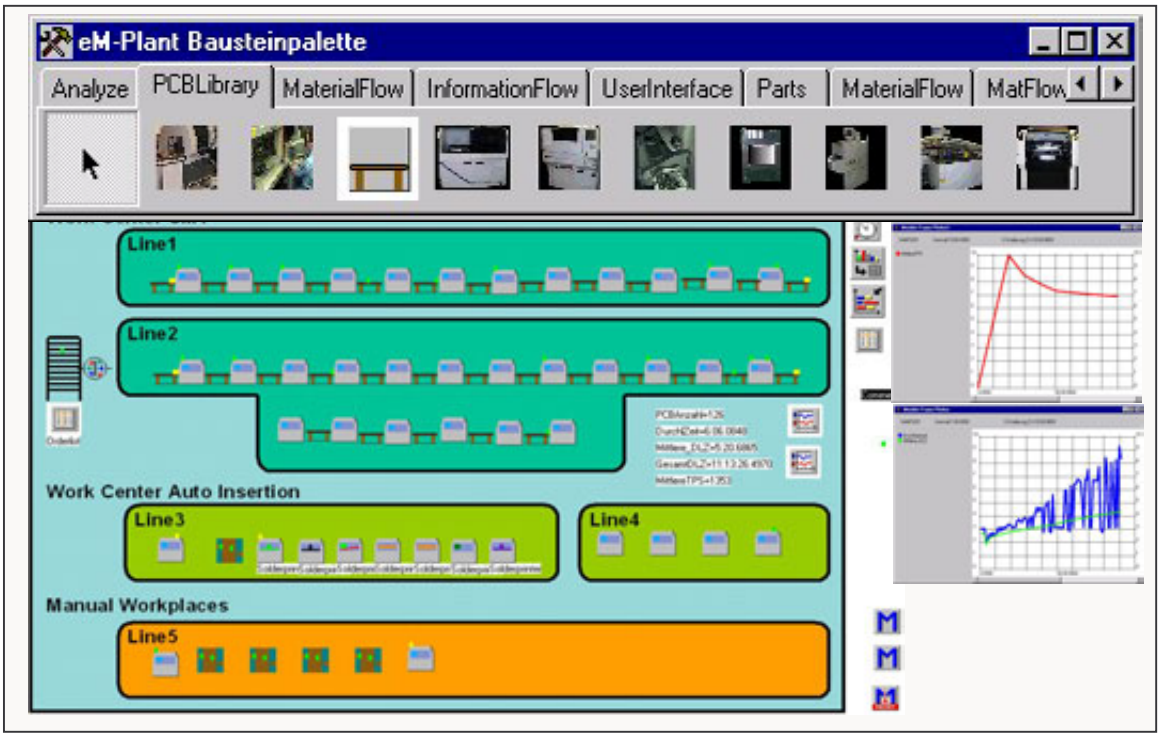


Abbildung 45: SMT Bestückungslinien in einer PC-Montage, Bausteinbibliothek

Wenn Qualität und Kosten auf vergleichbarem Marktniveau liegen, dann wird die Verfügbarkeit und Liefertreue von Produkten zum kritischen Erfolgsfaktor. Mit Plant Simulation ist dieser Erfolgsfaktor steuerbar.

3.7 Warenverteilzentrum

Ein komplettes Warenverteilzentrum im Wert von über 50 Mio. EUR wurde mit Plant Simulation modelliert und simuliert und zwar in allen Phasen der Planung und Inbetriebnahme. Funktionssicherheit, Leistungstest und objektive Kommunikation werden durch den Einsatz von Plant Simulation erreicht.

Um die Planungsdauer nicht durch Simulation zu verlängern, müssen Teilmodelle von mehreren Personen gleichzeitig zu modellieren und zu testen sein. Nach der Optimierung von Teilmodellen ist das Zusammenspiel aller Teilmodelle in einem Gesamtmodell ganzheitlich zu optimieren. Mit Plant Simulation ist das aufgrund der Objektorientierung, besonders gut und elegant möglich.

Allein schon durch das optimierte Zusammenspiel zwischen dem Wareneingang und dem fahrerlosen Transportsystem wurde ein Fahrzeug im Wert von 127.800 Euro eingespart, eines von vielen Einsparungsbeispielen. Ein Höchstmaß an Realitätstreue erreicht man durch einen hierarchischen Modellaufbau. Die Vererbungstechnik steigert die Produktivität der Modellerstellung, da z.B. nur eine der 8 Hochregallagergassen zu modellieren ist und die anderen abgeleitet werden. Gerade bei den häufigen Änderungen in der Planungsphase spart man viel Zeit und verhindert Fehler durch die Nutzung der Objektorientierung bei Plant Simulation.

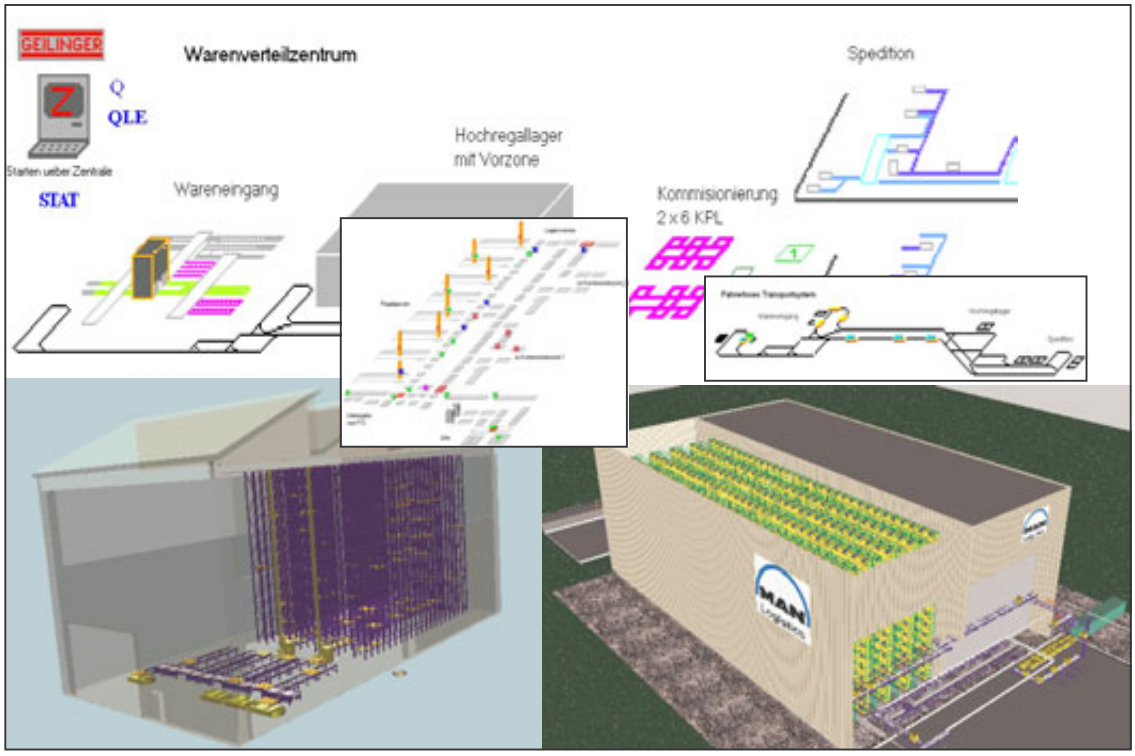


Abbildung 46: Warenverteilzentrum, fahrerloses Transportsystem, Hochregallager, Speditionierzone

3.8 Simulationsbasierte Feinplanung in der Halbleiterindustrie

In der Halbleiterindustrie – insbesondere bei der Produktion von Wafern – ist eine optimale Auslastung der Anlagen aufgrund der hohen Investitionskosten besonders wichtig. Aufgrund der vielfältigen technologischen Bedingungen und der Komplexität der Auftrags- und Lossteuerung ist eine simulationsbasierte Feinplanung der Produktion der am besten geeignete Ansatz. Plant Simulation bietet alle Eigenschaften zur detaillierten Abbildung und Kommunikation mit anderen Systemen wie PPS und BDE.

Zur Erstellung und Optimierung der Produktionspläne setzen führende Halbleiterhersteller Plant Simulation ein. In einem realitätsgetreuen Modell der Produktion gehen aktuelle Maschinenparameter online über DDE, sowie die Vorgaben des PPS-Systems in die Planung ein. Durch eine simulative Vorwärts- und Rückwärtsterminierung werden die Losgrößen, Lossteuerung sowie die Produktions- und Liefertermine optimiert. In der hier vorliegenden Mehrzieloptimierung treten Entscheidungssituationen auf, bei denen widerstrebende Zielsetzungen beachtet werden müssen.

Im vorliegenden Beispiel hat ein Unternehmen Werke in Portland, Burghausen und Singapur. Dem Unternehmen liegen zahlreiche Kundenaufträge mit Lieferterminen vor. Die Zielsetzung der Optimierung ist einerseits die Minimierung der Herstellungskosten und andererseits die Minimierung der Lieferterminüberschreitungen. Die beiden Zielkriterien werden in einer gewichteten Summe aus Herstellkosten und Konventionalstrafen zusammengefasst. Die Optimierungsaufgabe besteht nun in der Minimierung der Gesamtkosten. Beide Zielkriterien sind von der Reihenfolge der Auftragseinlastung und von der Zuordnung von den Aufträgen zu den Werken abhängig. Eine exakte Ermittlung der Kosten ist nur durch eine Simulation des Materialflusses in den Werken möglich. Das Planungssystem auf der Basis von Plant Simulation Genetische Algorithmen leistet die Feinplanung über einen Zeitraum von mehreren Monaten.

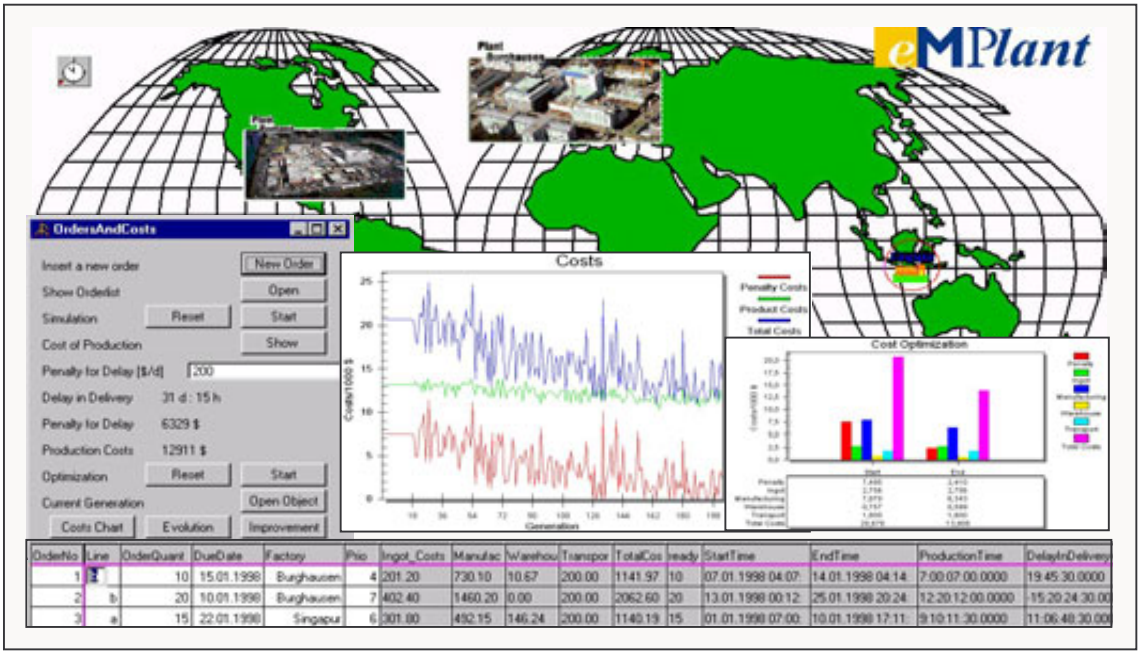


Abbildung 47: Lieferterminoptimierung, Kostenoptimierung, Kostenvergleich und Auftragsliste

3.9 Simulation in der Werftenindustrie: Meyer-Werft, Papenburg

Die "Werft Jos. L. Meyer GmbH" ist Deutschlands größte Werft für Kreuzfahrtschiffe, Fähren und Spezialtanker und besitzt das weltweit größte überdachte Dock. Über 2000 Mitarbeiter arbeiten fest angestellt für die Meyer-Werft. Die Meyer-Werft entschied sich 1998 für den Einsatz von Plant Simulation:

Meyer Werft, Papenburg: „Wir nutzten mehr als vier Jahre andere Simulationswerkzeuge. Wir verglichen und testeten sieben Simulationstools. Plant Simulation ist das mächtigste Werkzeug. Es hilft uns bei der Lösung von Optimierungsaufgaben und trifft die Realität mit einer Genauigkeit von mehr als 95%."

Die Ziele der Werftenoptimierung sind:

- Optimierte Flächenbelegung in der Werft
- Verbesserte Personal- und Ressourcen-Planung
- Verbessertes Material-Management
- Kann das Schiff überhaupt wie geplant gefertigt werden?
- Entscheidung Make or Buy

Dabei sind spezifische Randbedingungen zu beachten:

- Ständige Layout-Änderungen
- Platz ist eine extrem kritische Ressource, die genau zeitlich geplant werden muss
- Ständig wechselndes Produkt-Portfolio: Losgröße 1
- Vergleichsweise wenig Automation mit hohem Grad an manueller Arbeit
- Integration der Daten aus dem bestehenden, ausgereiften Planungs- und Informationssystem

Die Simulation wird eingesetzt als Instrument zur projektübergreifenden Kapazitätsrechnung. Terminliche Engpässe, die sich aufgrund von zu geringen Kapazitäten ergeben, müssen frühzeitig und exakt vorausgesagt werden.

Weitere Unternehmen die Plant Simulation in der Werft- bzw. Anlagen- oder Fertigungsplanung einsetzen, sind Chantier d´Atlantique, Flensburger Schiffsbaugesellschaft, Indonesia Shipyard sowie Appledore International zur Planung eines Docks in China.

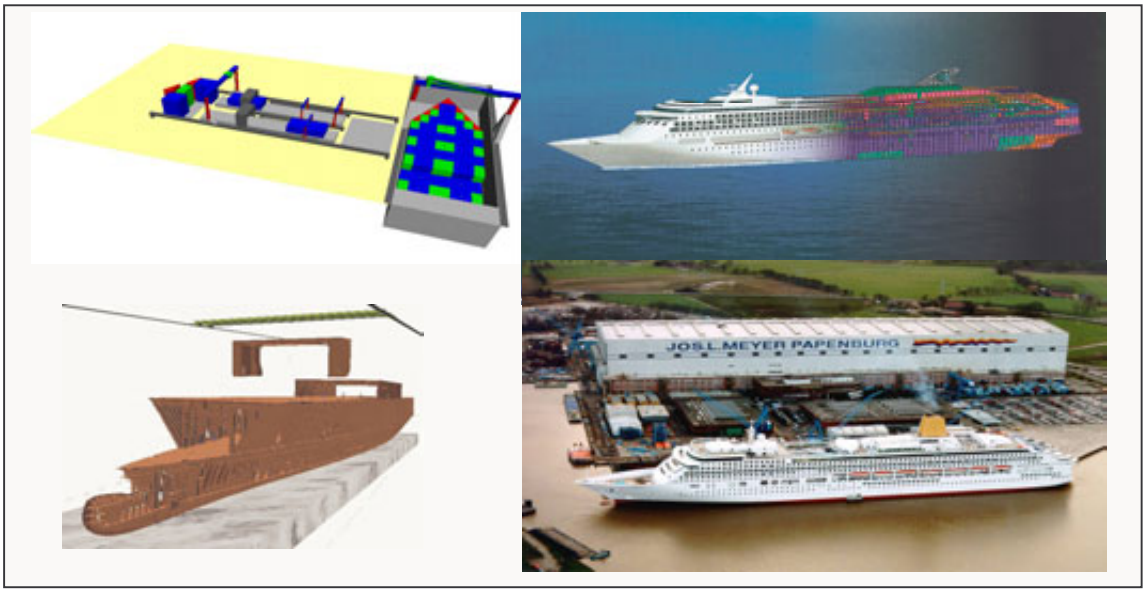


Abbildung 48: Dock-Model, virtuelles Schiff, Meyer-Werft und Flensburger Schiffbau Gesellschaft

3.10 Plant Simulation optimiert die Gepäckabfertigung an einem der verkehrsreichsten Flughäfen Europas

Erwartungsgemäß soll das neue Terminal 2 am Münchner Flughafen jährlich mehr als 25 Million Passagiere aufnehmen können - bei einer Abfertigung von über 15.000 Gepäckstücken pro Stunde. Plant Simulation, simulierte den Einsatz eines ca. 40 km langen Gepäckfördersystems, das in der Lage ist, Gepäckstücke mit einer Geschwindigkeit von bis zu 7 m pro Sekunde zu befördern. Über 17.000 einzelne Elemente (einschließlich Förderanlagen, Gates, Gepäckausgabe, Sicherheitskontrollpunkten, Weiterleitungsstationen und vielen anderen Bestandteilen) spielen zusammen, um das Gepäck durch den Flughafen zu seinem Bestimmungsort zu leiten.

Ein zentraler Transportcomputer steuert die im gesamten Netzwerk gesammelten Informationen und ermittelt den kürzesten Weg zwischen den Gates und der Gepäckausgabe. Um die Feinplanung des Transportsystems so effizient wie möglich zu unterstützen, wurde ein komplettes Model des Systems mit Plant Simulation erstellt. Das Projekt wurde in enger Zusammenarbeit zwischen der PPI-Informatik (Dr. Prautsch and Partner) und dem Team des Terminal 2 am Münchner Flughafen erstellt.

“Wegen der unüberschaubaren Menge einzelner Komponenten und der hohen Komplexität der notwendigen Steuerungsfunktionen ist eine Abschätzung des Systemverhaltens allein mit den üblichen statischen Methoden nicht möglich,” sagte Lothar Nüßle, Geschäftsführer der PPI-Informatik, die die Analysen durchführte und das Transportnetzwerk gestaltete. “Die Plant Simulation-Simulationen helfen, Engpässe aufzuspüren und zu beseitigen, das Layout der Schlüsselförderelemente zu verbessern sowie eine reibungslose Beförderung des Gepäcks zu sichern.”

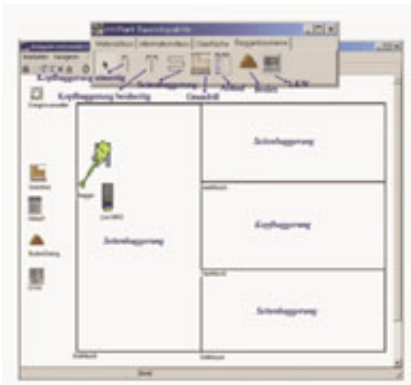
Dipl.-Ing. Stefan Fornasier, Leiter der Gruppe Simulation am Flughafen München, will auch nach der erfolgreichen Inbetriebnahme des Terminals die Simulation der Gepäckförderanlage zur Beantwortung betrieblicher Fragestellungen nutzen: "Ein Aufgabenschwerpunkt in der Zukunft wird die Analyse des Anlagenverhaltens bei Änderungen in der Flugplanstruktur und optimierten Betriebsabläufen sein."

3.11 Computersimulation .... Warum nicht auch im Bauwesen? Von R. Chahrour

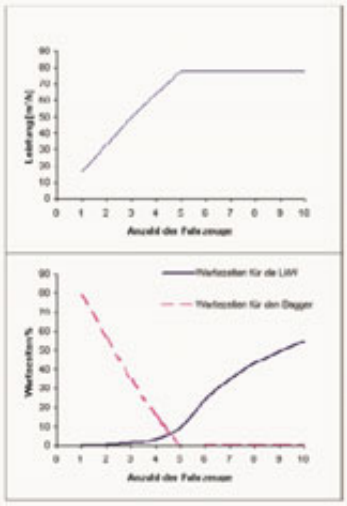
Die Computersimulation bietet eine alternative Methode zu dem in der Praxis betriebenen subjektiven Variantenvergleich. Dabei wird anhand einer dynamischen und stochastischen Analyse der Zeit und Kosten der jeweiligen Varianten, die effektivste Zusammenstellung von Maschinen objektiv ermittelt. Die richtige Zusammenstellung der Arbeitsketten im Erdbau ist angesichts der intensiven Maschineninvestitionen für einen wirtschaftlichen Einsatz von ausschlaggebender Bedeutung. Um einen kontinuierlichen, reibungslosen Erdbaubetrieb zu sichern, muss das Zusammenspiel zwischen den für das Bodenlösen und -laden eingesetzten Maschinen, den Baggern oder Ladern und Transportfahrzeugen sorgfältig geplant werden. Je nach Gegebenheiten der Baustelle sowie Arbeitsausrüstung können typische Abbaumethoden sowohl für den Bagger (Kopf- und Seitenbaggerung) als auch für den Lader (V-, I- oder Pendelbetrieb) beobachtet werden.

Der Bodendialog

Die Funktion der stationären und organisatorischen Elemente wird in Modulen beschrieben, die als Bausteine bezeichnet werden. Dem Anwender wird, neben einem in Bibliotheken gespeicherten Vorrat an Bausteinen die Möglichkeit gegeben, eigene Bausteine zu entwickeln. Diese Bausteine können anwenderfreundlich durch Masken parametriert werden. Simulation im Erdbau Obwohl die Simulation angesichts der vielen Variablen und Abhängigkeiten auf einer Erdbaustelle die einzige, dem heutigen Stand der Technik entsprechende Methode ist, um eine optimale Abstimmung der Arbeitsketten zu erreichen, ist der Erdbau kaum in der Fachliteratur dynamisch und stochastisch betrachtet worden. Im Zuge eines Forschungsprojektes wurden Grundbausteine eines Simulationsmodells mit dem Simulator Plant Simulation in Form von generell ein- setzbaren Modellbausteinen einiger Baumaschinen entwickelt. Die Modellierung wird dabei auf das Einordnen und Parametrieren der Bausteine beschränkt. Die Vorteile dieses Simulators sind einerseits die visuelle dynamische Darstellung. Andererseits erlaubt der Simulator einem Anwender ohne Simulationskenntnisse, seine Baustelle auf einfache Weise zu modellieren.



Diese Vorgehensweise zeigt, wie die Simulation der Variabilität der Baustellen durch strukturierte, bausteinorientierte, verbundene Modellbildung gerecht werden kann. Fazit und Ausblick aus dieser Arbeit wird ersichtlich, dass die bausteinorientierten Simulatoren ein geeignetes Mittel zur Simulation von Bauprozessen darstellen. Das Prinzip der Bausteine unterstützt die strukturierte Denkweise und verleiht diesen Simulatoren einen Großraum an Flexibilität sowie Wiederverwendbarkeit. Gerade bei der Modellierung von Bauprozessen hat Flexibilität einen hohen Stellenwert, weil diese Prozesse sehr variabel sind und sich keineswegs verallgemeinern lassen. Vorprogrammierte Bausteine, die dieser Variabilität, durch die Möglichkeit beliebiger Kombinationen, entgegenkommen, könnten für die komplexen Bauprozesse gute Lösungen darstellen.


Baggerleistung Wartezeiten

4 Ausgewählte Plant Simulation Kunden

ABB
Airport Amsterdam
Airport Research Center
Aisin Seiki
Akzo Nobel
Alcan
Aldipress
Angele
Audi
Autovaz
Aventis
Babkock
BAE
BASF
Baxter
Bayer
Behr
BMW
Boehringer Mannheim
Bosch
Bosch-Siemens-Hausgeräte
British Ministery of Defense
Canon
Carsolution
Caterpillar
Chantiers de l'Atlantique
Chemgineering
Chiron
Ciba Geigy
CIM Centrum
Comau
Commerzbank
Comtek
C-SIM
CTI
Daewoo
DaimlerChrysler
Danzas
Decoma Exterior
Definance
Deutsche Bahn
Deutsche Grove
Dornier
Draexlmaier
DRC
Duerr
Dynamic Research Cooperation
EBZ
EDAG
Eisenmann
Faurecia
Ferrostaal
Fincantieri
Flensburger Schiffbau Gesellschaft
Flexis
Fortum
Fraunhofer Institut
Freightliner
Fuji Xerox
Gate Gourmet Int.
Gebhardt Foerdertechnik
Grenzebach
Grove
Growela
Harman/Becker
Haushahn
Hella
Henkel
Hessenatie
Hitachi
Hoermann
Honda
i+o
IBM
Icarus Consult
IDS Prof. Scheer
Imag
Inesc
Interlatin
ISILOG
Israeli Aircraft Industries
ITT Automotive
John Deere
Johnson Controls
Jungheinrich
Kermi
Kockums
Koegel
Krankenhaus Wien
Kratzer Automatisierung
Krones
Krupp Drauz
Kuka
Kvaerner Warnow Shipyard
Lambda Landis&Gyr
Lear Corporation
Leoni
Life Sciences
Logas
Logplan
Lufthansa
Madhya
Magna
Mahle
MAN Logistic
MAN Truck
Mannesmann
Matsushita
Mazda
MBS
MDRC
MEMC
Merck
Meteor
Meyer-Werft Papenburg
Mitsubishi Corp.
Mitsubishi Kasei
Modine
MTM Associates
MTU
NIS
Nissan
Nissan Shatai
Novartis
NT & T
Omron
Panasonic
Papst
Peguform
Philips
Phoenix
Pitotech
Plasim
PMC
Prautsch & Partner
Profactor
Protema
PSA
psb
Ratiopharm
Recticell
Renault
Rexroth Deutsche Star
Rolls Royce Car
Rolls-Royce Aero- Engines
RSL Logistik
Ryoka Systems
Sasip Beverage
Schierholz
Schneider electric
Seitz
Serra
Severstal
Siemag Transplan
Siemens
SimPlan
Sipoc
SKF
Solvay Automotive
Spoornet
SSI Schaefer Noell
St. Gobin Glass
Steelcase
Steyr Nutzfahrzeuge
Suntory
Suspa
Suzuki
Swissair
Syskron
System Logistics
T&D Automotive
TBA
Tchibo
Temic
Thyssen Nordseewerke
Thyssen Stahl
TMS
Toshiba
Tremec
Unseld&Partner
US-Army
VA-Tech
Vauxhall
VAW
Voest Alpine
Volkswagen
Volvo
Wacker Siltronic
Wiegershaus
Wieland
Xella
Yamaha Motors
Yazaki Parts
ZF Friedrichshafen

4.1 Ausgewählte Hochschulen die mit Plant Simulation arbeiten

Deutschland

Aachen
Aalen
Albstadt
Berlin
Bochum
Braunschweig
Bremen
Bremerhaven
Chemnitz
Clausthal
Cottbus
Darmstadt
Dortmund
Dresden
Duisburg
Erlangen
Essen
Esslingen
Garmisch
Göppingen
Göttingen
Halle
Hamburg
Hannover
Heidelberg
Heilbronn
Hildesheim
Ilmenau
Karlsruhe
Kaiserslautern
Konstanz
Köln
Landshut
Leipzig
Lippe
Lüneburg
Magdeburg
Mainz
Mannheim
Mittweida
Mönchengladbach
München
Neubiberg,
Niederrhein
Nürnberg
Offenburg
Osnabrück
Paderborn
Passau
Pforzheim
Regensburg
Rosenheim
Rostock
Saarbrücken
Ulm
Wiesbaden
Wilhelmshaven
Würzburg
Wuppertal

International

Aberdeen, Great Britain
Alexandria, Egypt
Bangkok, Thailand
Bedford, Great Britain
Belfast, Great Britain
Bologna, Italy
Brno, Tchechia
Brunel, Great Britain
Cambridge (MA), USA
Catania, Italy
Chicago (IL), USA
CIM CBT, Switzerland
Chiba, Japan
Clemson (SC), USA
Coimbra, Portugal
EPFL, Switzerland
Glasgow, Great Britain
Hanoi, Vietnam
Lancaster, Great Britain
Lausanne, Switzerland
Lehigh (PN), USA
Limerick, Irland
Linz, Austria
Lisabon, Portugal
Ljublijana, Slowenia
London, Great Britain
Mailand, Italy
Manchaster, Great Britain
Miskol, Hungary
Moskau, GUS
Nanyang, Singapore
Newcastle, Great Britain
Orange (TX), USA
Oregon (OR), USA
Osaka, Japan
Porto, Portugal
Prag, Tchechia
Pretoria, South Africa
Pusan, South Korea
Runshaw, Great Britain
Saint Etienne, France
Seika, Japan
Seoul, South Korea
Shanghai, China
Sheffield, Great Britain
Silesia, Polen
Sofia, Bulgaria
Split, Croatia
Stanford (CA), USA
Strathclyde, Great Britain
Sunderland, Great Britain
Surrey, Great Britain
Taejon, South Korea
Tempe (AZ), USA
Texas (TX), USA
Tokyo, Japan
Triest, Italy
Udine, Italy
Ulster, Great Britain
Wädenswil,
Switzerland
Warschaw, Polen
Warwick, Great Britain
Vienna, Austria
Zagreb, Croatia
Zilina, Slowakia
Zürich, Switzerland

5 Siemens PLM Software - der Hersteller von Tecnomatix Plant Simulation

Siemens Product Lifecycle Management Software ist weltweit einer der führenden Anbieter von Software und Dienstleistungen für die Optimierung der Geschäftsprozesse in der Fertigungsindustrie. Zu dem Produkt- und Serviceangebot gehören Systementwicklung, Systemintegration sowie System- und Prozessmanagement nach Anforderungen des Kunden. Siemens Product Lifecycle Management Software beschäftigt 6.000 Mitarbeiter, davon 420 in Deutschland, und unterhält Niederlassungen in über 30 Ländern in Amerika, Europa, Asien und Australien, die 42.000 Kunden betreuen.

Plant Simulation ist Bestandteil der Digitalen Fabrik der Siemens Product Lifecycle Management Software GmbH. Die Digitale Fabrik wird mit aufeinander abgestimmten Softwarekomponenten, die unter dem Begriff CAPE (Computer Aided Production Engineering) zusammengefasst werden, unterstützt. Die umfangreiche Palette an CAPE-Tools ermöglicht es, ein komplettes Produktionswerk computergestützt zu visualisieren, sämtliche Abläufe in Fertigungslinien, Werkstätten, in einzelnen Arbeitszellen, bis hin zum Arbeitsschritt zu simulieren und so schnell, einfach und sicher zu den benötigten Erkenntnissen und Ergebnissen zu gelangen.

5.1 PLM im Überblick

PLM ermöglicht es Fertigungsunternehmen, die Entwicklungsprozesse zu beschleunigen und damit Produkte früher auf den Markt zu bringen, innovativere Produkte zu entwickeln, durch Bündelung von Knowhow und schnellere Erzeugung von Varianten und alternativen Produkten, qualitativ höherwertige Produkte anzubieten, durch transparentere Prozesse und vermehrte Nutzung der digitalen Produktdaten in allen relevanten Prozessen, den Änderungsaufwand zu minimieren, die Marktanforderungen direkt in den Entwicklungsprozess zu integrieren, die Kommunikation innerhalb des Unternehmens, mit Zulieferern, Entwicklungspartnern und Kunden wesentlich effizienter und transparenter zu gestalten, die vorhandenen Ressourcen besser zu nutzen und so die Kosten zu reduzieren und die Wettbewerbsfähigkeit zu erhöhen. Product Lifecycle Management stellt integrierte Lösungen und Technologien zur Definition und Verwaltung kompletter digitaler Produktmodelle über den ganzen Produkt-Lebenszyklus bereit. Das Produkt und alle damit zusammenhängenden Aufgaben und Prozesse stehen dabei im Mittelpunkt. Gleichzeitig berührt PLM dadurch andere erfolgkritische Bereiche wie Supply Chain Management (SCM), Customer Relationship Management (CRM) und Enterprise Resource Planning (ERP). Während diese Systeme die Effizienz bestimmter Bereiche des Unternehmens adressieren, ist PLM die Lösung, die den Erfolg der Produkte und Dienstleistungen verbessert und die Effizienz des gesamten Lebenszyklus maximiert. Damit werden die entscheidenden Komponenten zum Wachstum und zur Wertsteigerung eines Unternehmens geliefert. Voraussetzung für die Zielerreichung ist ein integriertes Zusammenspiel und der Austausch zwischen allen unternehmensweiten IT-Anwendungen mit PLM als zentraler Integrationsplattform.
Die Produktfamilie Tecnomatix umfasst die Lösungen für die digitalen Prozesse innerhalb der Fertigungsplanung und Fertigung. Die Module können 'Standalone' oder in einer virtuellen Umgebung gemeinsam genutzt werden. Das umfangreiche Portfolio optimiert unter anderem die Prozessplanung, die Simulation von Fabrik- und Fertigungsabläufen, das Fabrik-Layout, ergonomische Untersuchungen und ermöglicht die nahtlose Verknüpfung mit übergeordneten Planungssystemen.

5.2 Dienstleistungen und Unterstützung

Innovative Software alleine garantiert noch nicht den Erfolg. Dazu gehört auch die Analyse bestehender Prozesse und deren Optimierungsmöglichkeiten sowie die Planung einer möglichst reibungslosen und schnellen Implementierung. Siemens Product Lifecycle Management Software stellt dafür mit seinen Technical-Support- und Professional-Services-Organisationen das erforderliche Know-how und skalierbare Dienstleistungen zur Verfügung, zugeschnitten auf die Anforderungen des Kunden. So bietet Siemens Product Lifecycle Management Software alles, vom kompletten Projekt inklusive Datenerhebung und Ergebnispräsentation bis hin zu Schulungen, Coachingprogrammen und der Analysen optimaler Vorgehensmodelle.

Wenn Sie weitergehende Fragen haben freuen wir uns über Ihren Anruf:

Siemens Product Lifecycle
Management Software (CH) AG
Grossmattstrasse 9
8902 Urdorf
Telefon +41 44 7557222
Telefax +41 44 7557270
www.siemens.com/plm
info.ch.plm@siemens.com

Promasim GmbH
Dorfstrasse 34
8835 Feusisberg
Franzosenhausweg 53
Telefon +41 44 6875015
Telefax +41 44 6875016
www.promasim.ch
info@promasim.ch

PROMASIM GMBH
PROCESS MANAGEMENT AND SIMULATION

Solution Partner
PLM
SIEMENS

SIEMENS