

Die digitale Fabrik

SIMULATION IN DER PRODUKTIONSTECHNIK

Die Simulationstechnik wird heute sowohl in der produktionstechnischen Forschung als auch in der industriellen Praxis eingesetzt, um Produktionsprozesse und Produkte zu analysieren und optimal auszulegen. Die Verknüpfung von Simulationswerkzeugen aus unterschiedlichen Themenbereichen der Produktionstechnik mündet in der »Digitalen Fabrik«. Sie ist ein wichtiges Versuchsfeld für Wissenschaft und Industrie, wie Forschungs- und Beratungsprojekte des IPH – Institut für Integrierte Produktion Hannover – zeigen.

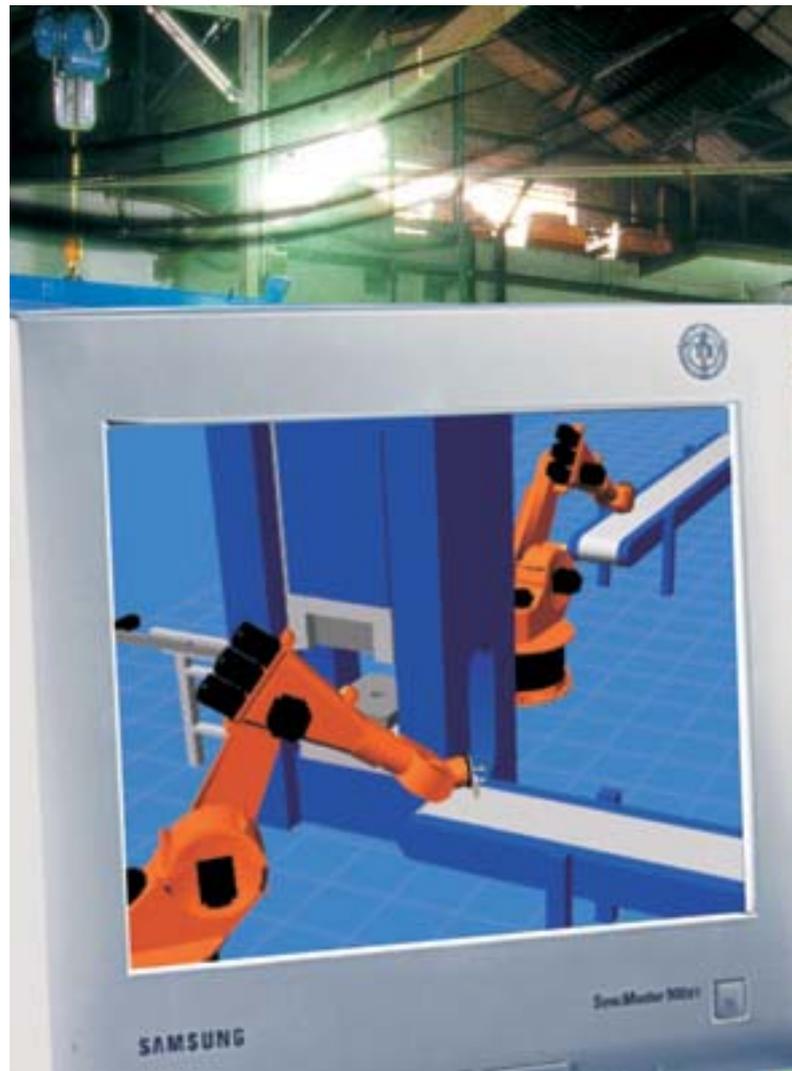
Die Einführung von neuen Produkten und Produktionsverfahren, der Aufbau neuer Fabriken und die Umgestaltung von Produktionsbereichen ist für Industrieunternehmen mit enormen Kosten und Risiken verbunden.

Der Einsatz der Simulationstechnik hilft dabei, diese Kosten und Risiken zu reduzieren. Sowohl bei der Entwicklung von Produkten als auch bei der Planung und Optimierung der Produktion leistet die Simulation einen wertvollen Beitrag wenn es darum geht, Alternativen zu prüfen und auszuwählen, sowie Entscheidungen abzusichern.

Die Verknüpfung unterschiedlicher Simulationswerkzeuge beispielsweise zur Bauteil-, Maschinen-, Anlagen- oder logistischen Materialflusssimulation mündet in der »Digitalen Fabrik«, der durchgängigen Abbildung von Produkt und Produktionsprozess in der Simulation.

Mit der »Digitalen Fabrik« wird es möglich, einen Großteil der Aktivitäten, die für die Untersuchung und Umsetzung von Innovationen in der Produktion notwendig sind, »virtuell« im Computer erfolgen zu lassen. Erst wenn die Neuerung nach einer Validierung ausgereift ist und mögliche Probleme mit Hilfe der Simulation erkannt und behoben wurden, erfolgt die Umsetzung in der Realität.

So werden durch die Simulation Innovationsprozesse beschleunigt und Fehlerquellen beseitigt.



Denn eines ist klar: lange Inbetriebnahmezeiten und Nachbesserungen kann sich heute kein Produktionsunternehmen mehr leisten. Vielmehr gilt in der Industrie: »First time right!«. Mit der »Digitalen Fabrik« wird diese Vision Wirklichkeit.

Wissenschaftliche Aufgaben lösen

Auch in der produktionstechnischen Forschung hat die Simulationstechnik einen festen Platz. Mit ihr können aufwändige Experimente – beispielsweise im Bereich der Umform-

technik – im Rechner vorbereitet werden. Zum Teil können auch physische Experimente komplett durch Simulationsläufe ersetzt werden.

Auch Experimente, die in realen Produktionsbetrieben aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten ausgeschlossen sind, werden in der Digitalen Fabrik durchführbar. Der Einsatz von Hochleistungsrechnern ermöglicht es beispielsweise, die langfristigen Auswirkungen verschiedener theoretischer

Rückkopplung mit der Realität

Der Einsatz der Simulation in der produktionstechnischen Forschung ist kein Selbstzweck, kein »l'art pour l'art«.

Im Vordergrund steht die Lösung von Problemen, wie sie in der Realität der Produktion auftreten. An dieser Realität müssen sich die Ergebnisse der Simulation auch messen lassen.

Arbeit praxisorientiert in der Industrie umzusetzen.

Praxisprobleme meistern

Ein Beispiel aus der Praxis zeigt, welchen Nutzen eine zielgerichtete Simulationsuntersuchung gerade bei der Projektierung neuer Produktionsanlagen bieten kann.

Bei einem Unternehmen der Automobilzulieferindustrie wurden die geplanten neuen Produktionsanlagen mit Hilfe einer Simulationsuntersuchung durch das IPH – Institut für Integrierte Produktion Hannover – auf eine anforderungerechte Funktion überprüft. Für die in diesem Projekt durchgeführte logistische Materialflusssimulation wurde die Simulationssoftware eM-Plant (vormals Simple++) der Firma Tecnomatix eingesetzt.

Die Realität wirft Fragen auf

Da bei den geplanten Anlagen gänzlich neue Produktionsstrategien realisiert werden sollten, mussten auch neue Produktionssteuerungskonzepte und Hallenlayouts untersucht und bewertet werden.

Folgende wichtige Fragen sollten durch die Simulation beantwortet werden:

- Können die Produkte mit der geplanten Anlagenstruktur sowie der Produktionsorganisation in der jeweils geforderten Menge und Zeit hergestellt werden?
- Wie wirken sich Kapazitätsverluste durch Störungen, Wartung, Rüsten etc. aus, und welche dynamischen Zusammenhänge gibt es?
- Können die geplanten Maschinenkapazitäten auch im dynamischen Betrieb voll genutzt werden? Wo kommt es eventuell zu Engpässen?
- Wie viele Transportmittel sind sinnvoll einzusetzen?

Die Digitale Fabrik muss dem Vergleich mit der Realität nicht nur standhalten, sondern zur Verbesserung der realen Produktionsprozesse beitragen.

Bild: IPH – Institut für Integrierte Produktion Hannover



Annahmen auf die Produktion bereits nach kurzer Rechenzeit zu analysieren.

So wird die Digitale Fabrik zu einem Labor für die Weiterentwicklung produktionstechnischer Theorien und ihrer industriellen Anwendung.

Deshalb ist eine ständige Rückkopplung zwischen dem wissenschaftlichen und industriellen Einsatz der Simulationstechnik notwendig, um zum einen die Simulationswerkzeuge ständig zu verbessern und zum anderen die Ergebnisse wissenschaftlicher

Simulation überzeugt selbst Kritiker

Durch den frühen Einsatz der Simulationstechnik konnten die Schwachstellen der Planung bereits während der Projektierung aufgedeckt werden.

Dadurch wurden erhebliche Folgekosten vermieden, die durch Fehlinvestitionen in technisch unzureichende Maschinen entstanden wären.

Der Projektzeitplan konnte sicher eingehalten werden, da nur Aufwände in erfolgversprechende Planungsvarianten investiert wurden.

Durch die anschauliche, visuelle Darstellung des dynamischen Betriebs der geplanten Fertigung wurden selbst vehemente Kritiker des neuen Anlagenkonzepts von dessen Funktionstüchtigkeit und Leistungsfähigkeit überzeugt.

Simulation liefert detaillierte Ergebnisse

Die Simulation zeigte eindeutig, dass die statische Berechnung der Anlagenkapazität bei einem kritischen Segment der Gesamtanlage den dynamischen Kapazitätsanforderungen nicht gerecht wurde.

gerten Bereiche auswirkten, so dass die geforderte Anlagenausbringung insgesamt nicht mehr erreicht werden konnte. Durch den Einsatz der Simulation wurde dieses Problem rechtzeitig erkannt, so dass in einer Diskussion mit den Anlagenherstellern ohne zusätzliche Kosten oder Terminverzug eine Lösung gefunden werden konnte.

Die anschließende Simulation mit dynamischen Störungen zeigte, dass der geplante Materialfluss und die Pufferdimensionierung innerhalb der Produktion im Bereich der Qualitätsprüfung zu Problemen führte.

Es war geplant, den Materialfluss erst direkt vor den Prüfstationen zu verzweigen. Die Simulation ergab aber, dass sich der Materialfluss bei längeren Störungen im Bereich der Qualitätsprüfung bis hinter die Weiche staute. Dadurch wurden auch andere Stationen blockiert, obwohl sie einsatzbereit waren.

Das Problem konnte einfach gelöst werden: Die Verzweigung wurde im Materialfluss etwas weiter vorne eingeplant, so dass jede Prüfstation einen auch für längere

Aus der heterogenen Abnehmerstruktur resultierten stark streuende Auftragsmengen in der Produktion. Als direkte Folge ergab sich an einigen rüstintensiven Arbeitsstationen ein ungünstiges Verhältnis von Rüst- zu Bearbeitungszeit und eine schlechte Anlagenauslastung.

Durch die Simulation konnte nachgewiesen werden, dass durch eine rüstoptimale Auftragsreihenfolge, speziell an den kritischen Anlagen, der Engpass beseitigt und die erforderliche Ausbringung erreicht wird.

Funktionsübergreifende Projektteams sichern Erfolg der Simulation

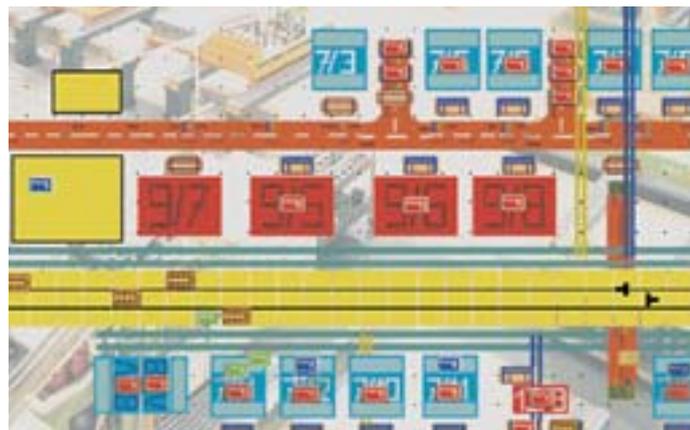
Um zuverlässige Ergebnisse zu erzielen, ist es erforderlich, das Prozess- und Produktfachwissen eng mit dem Simulations-Know-how zusammen zu bringen.

Um dies zu gewährleisten, wurde im Projekt ein Expertenteam aus Mitarbeitern der benötigten Fachbereiche gebildet. So wurde Wissen über die funktionalen Zusammenhänge der Anlage und Wissen über die Simulation direkt und kontinuierlich ausgetauscht. Alle Beteiligten entwickelten so Vertrauen in die Aussagekraft des Modells und blieben offen für Alternativen.

Das Management definierte im Projekt ein klares Untersuchungsziel mit Zeitplan und Budget und sorgte so dafür, dass sich das Projekt auf die wesentlichen Kernaussagen fokussierte und nicht in die vielen »nice-to-have«- oder »nice-to-know«-Fragestellungen verzettelte.

Mit Hilfe der logistischen Materialflusssimulation lassen sich beispielsweise die Kapazitäten von Produktionssystemen sicher planen.

Bild: IPH – Institut für Integrierte Produktion Hannover



Der Materialfluss war im dynamischen Prozess durch starke Mengenschwankungen und ein inhomogenes Artikelspektrum gekennzeichnet. Tatsächlich kam es immer wieder zu Materialstaus, die sich negativ auf die vorgela-

Störungen ausreichenden Materialpuffer bekam.

Diese Lösung des Problems erscheint trivial, konnte aber erhebliche Terminprobleme und Zusatzkosten durch eine nachträgliche Änderung der Förderstrecken vermeiden.

Hoher Return-on-Investment

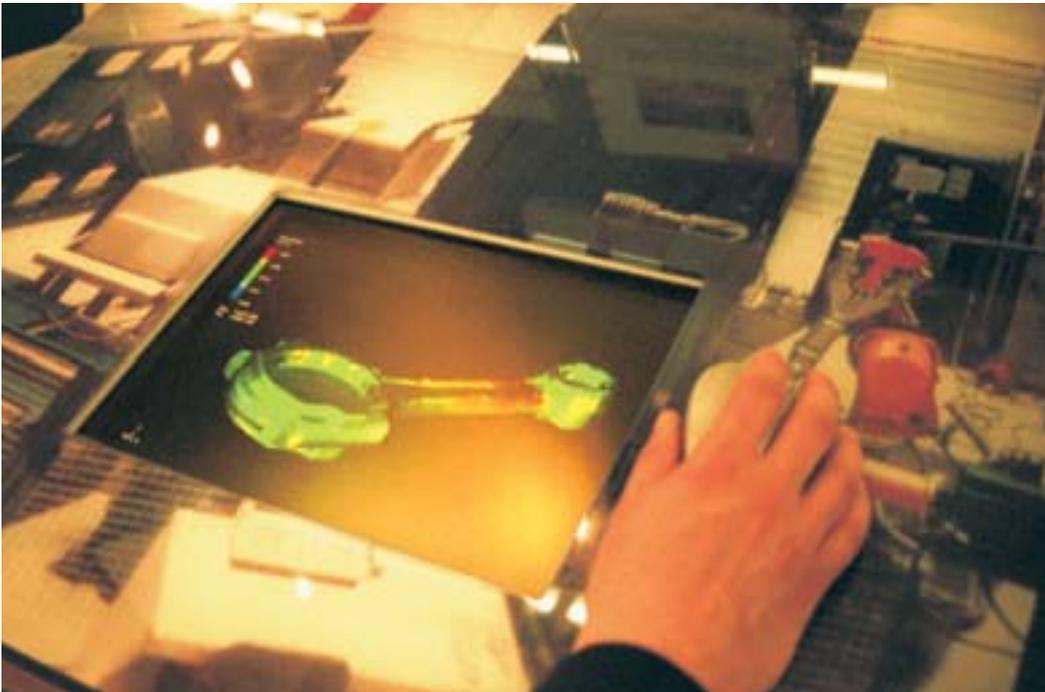
Aufgrund ihres »nicht wertschöpfenden« Charakters wird die Wirtschaftlichkeit von Simulationen oft skeptisch bewertet. Gemessen an der geplanten Gesamtinvestition lag der finanzielle Aufwand für die Simulationsdienstleistung im Projekt bei weit weniger als einem Prozent, dem Einsparungen von zehn Prozent der Investitionssumme gegenüber stehen. Der Return-on-Investment dieses Projektes ist damit beachtlich und hält auch kritischer Betrachtung stand.



Dipl.-Ing. Detlef Frackenpohl
Jahrgang 1968, Mitarbeiter im
IPH – Institut für Integrierte
Produktion Hannover



Mario Leupold, M.A.
Jahrgang 1972, Mitarbeiter im
IPH – Institut für Integrierte
Produktion Hannover



Die Simulation von Bauteilen erlaubt einen genauen Blick in den Herstellungsprozess.

Bild: IPH – Institut für Integrierte Produktion Hannover

Der Einsatz von Simulation in der Industrie nimmt eindeutig zu. Dies liegt unter anderem an immer komplexeren Planungsaufgaben, die in immer kürzerer Zeit bewältigt werden müssen. Planungsfehler können innerhalb dieser Zeit vielfach nicht mehr korrigiert werden. Die vertraglich vereinbarten Produktionstermine müssen dagegen unbedingt eingehalten werden. Simulationsuntersuchungen können dies sicherstellen.

Simulation ist heute für die Industrie besser verfügbar und wirtschaftlicher als noch vor einigen Jahren. Seither wurde benutzerfreundliche, vielseitige und weit verbreitete kommerzielle Simulationssoftware für preiswerte und leistungsfähige Rechner entwickelt.

Der Einsatz von Simulation sollte daher bei jeder produktionstechnischen Neuerung ernsthaft erwogen werden.