

## **Kurzfassung**

*Der Einsatz der Simulation für die Logistik in der Automobilindustrie beschränkt sich nicht nur auf den Materialfluss. Es gibt eine Fülle von werksübergreifenden, strategisch ausgerichteten Fragestellungen, die mit Hilfe der Simulationstechnik beantwortet werden könnten. Dazu müssen geeignete Werkzeuge zur Verfügung stehen. Des Weiteren werden auch spezielle Vorgehensmodelle für die Durchführung dieser komplexen Simulationsstudien benötigt, die sich über alle Projektphasen von der Datenbeschaffung bis hin zur Dokumentation der Ergebnisse erstrecken. Der folgende Beitrag stellt typische Fragestellungen zusammen, die auf einer strategischen Ebene beantwortet werden müssen und erläutern anhand von Projektbeispielen exemplarisch typische Ergebnisse.*

## **1. Einleitung**

Wenn es gelänge, den Produktionsausstoß eines Werkes durch geeignete Logistikstrategien nur um ein Fahrzeug pro Schicht zu steigern, hätte man in vielen Fällen schon einen zweistelligen Millionengewinn Euro zu verbuchen. Dies liegt daran, dass es sich bei Fahrzeugen um ausgesprochen hochwertige Produkte handelt und das außerordentlich hohe Investitionskosten für den Aufbau von Produktionslinien und die Produktentwicklung anfallen. Häufig sind diese Investitionen schon getätigt und zusätzliche Produktionskapazitäten oder deren effizientere Nutzung können auch auf der Grundlage des schon investierten Kapitals gesehen werden.

Umso erstaunlicher ist die Tatsache, dass einige Automobilwerke keine ganzheitlichen Betriebsstrategien für ihre Produktionssysteme entwickeln – auch, wenn die Verantwortlichkeiten durchaus oft ganzheitlich definiert worden sind.

So werden beispielsweise Logistikfunktionen in verschiedenste Verantwortungsbereiche gelegt, bis hin zu der Tatsache, dass Logistikabteilungen tatsächlich nur eingeschränkt für Logistikaufgaben wie z.B. den Transport der Teile an die Montagelinien eingesetzt werden. Die ganzheitliche Koordination einer Fahrzeugproduktion von der Bestellung beim Händler, der Einlastung des Fahrzeugs, der Anlieferung der Press- und Montageteile über

# *Strategische Studien in der Automobilindustrie*

*Prof. Dr.-Ing. Bernd Noche  
SimulationsDienstleistungsZentrum GmbH  
Universität Duisburg-Essen*

---

die Betriebsmittel, Leerbehälterflüsse, Schichtmodelle und Personaleinsatzplanung bis hin zur Steuerung des Werksverkehrs und Auslieferung der Fahrzeuge an Kunden und Händler bietet noch ungeahnte Reserven, denn eine Verkürzung der Auftragsdurchlaufzeit und damit die Reaktionsfähigkeit gegenüber dem Markt ist angesichts sich annähernder Qualitätsniveaus ein entscheidender Wettbewerbsvorteil.

Die tatsächliche Grenzleistung dieser Fabriken ist in der Regel unbekannt und je höher eine Produktionsstätte ausgelastet ist, desto schwieriger ist die Beherrschung ihres Produktionsflusses. Die Engpässe und kritischen Stellen hängen vom Produktmix ab, von der Zuverlässigkeit der technischen Installationen und Prozessparametern, von der Flexibilität der Steuerungen und der Organisation und von der Güte der Synchronisation aller Teilsysteme.

Mit Hilfe der Simulationstechnik ist es möglich, den Logistikprozess der Entstehung eines Autos ganzheitlich abzubilden und zu analysieren. Die traditionelle Arbeitsweise sieht jedoch vor, jeden Prozessschritt einzeln zu betrachten und zu optimieren: Die Abläufe im Presswerk, den Rohbau, die Lackierung, die Montage, die Auslieferung der Fahrzeuge.

Der Grund ist relativ einfach: die Strukturierung der Projektteams, die Begrenzung der Investitionen, die Verantwortung für die Produktion usw. sind nur dann beherrschbar, wenn die Aufgaben geteilt werden. Aber die Logistik erfordert kundenorientierte ganzheitliche Konzepte, die traditionelle Arbeitsteilung führt zur Optimierung von Modulen – der Blick für das Ganze geht im Tagesgeschäft und beim Ringen um Kompromisse unter.

Die Diskussion um die Digitale Fabrik /1/, Softwaremodule, Lieferanten und Integration ist ein Rationalisierungsansatz, der allenfalls aus der Informationstechnologie heraus begründbar ist. Die Schwäche dieser virtuellen Welten liegt in ihrem Mangel an strategischer Ausrichtung im Hinblick auf Organisation und Produktionsstrategien unter zusätzlicher Behinderung von Kreativität, die mit der Handhabung der Informationssysteme verbunden ist.

Die Analyse ganzer Werke verlässt traditionelle Denkmuster /2/ – es ist möglich, dass beispielsweise die Lackierung weniger effizient arbeitet, dafür aber das gesamte Werk eine

hohe Gesamtwirtschaftlichkeit ausweist. Die üblichen Optimierungsansätze betreffen den Geradeauslauf – d. h., je weniger Nacharbeit, desto beherrschbarer der Prozess. Dabei wird übersehen, dass diese an sich richtige Theorie in vielen Fällen in einem Bereich angekommen ist, in dem wenige Prozentpunkte Verbesserung nur noch durch überproportionale Investitionen zu erreichen sind.

Im folgenden Beitrag wird aufgezeigt, wo durch ganzheitliche Betrachtungsweisen in den Automobilwerken Rationalisierungspotentiale liegen und wie sie mit Hilfe von Simulationsmodellen aufgespürt werden können. Aber Vorsicht – diese Simulationsmodelle und Simulationsstudien können nicht mehr durch einen Diplomanden so nebenbei betrieben werden. Benötigt werden Logistikexperten, die Stochastik und Komplexität beherrschen und die in der Lage sind, logistische Leitgedanken und Unternehmensstrategien zu verstehen und umzusetzen.

Die Konzepte, die mit Hilfe der Simulationstechnik realisiert werden können, sind alle längst bekannt. Die in diesem Beitrag beschriebenen Ansatzpunkte und Erfahrungen sind auch nur die Spitze des Eisbergs. Die Simulationstechnik ist lediglich ein Instrument und in der Hand unerfahrener Planer praktisch wertlos. Mit dem folgenden Beitrag soll anhand von realisierten Beispielen eine Diskussion in Gang gesetzt werden, die sich mit Produktionsphilosophien befasst und die durch den gezielten Einsatz der Simulationstechnik Wettbewerbsvorteile eröffnet, die nicht ohne weiteres kopierbar sind. Logistik ist eine Wissenschaft, die ein nicht kopierbares Dienstleistungsprodukt schafft – Wettbewerbsvorteile in der Logistik bleiben auch langfristig erhalten!

## **2. Prinzipielle Ansatzpunkte**

Die Optimierung von Prozessabläufen ganzer Werke kann nicht durch eine kleinteilige Modularisierung erreicht werden. Die zu erstellenden Simulationsmodelle bewegen sich auf einem hohen Detaillierungsniveau (Fördertechnik, Fahrzeuge, Steuerung, Organisation) und sind deshalb geeignet, beispielsweise folgende Fragen zu beantworten:

## **Schwachstellenanalyse**

Wo sind die entscheidenden Engpässe, die im gesamten Durchfluss den Produktionsausstoß begrenzen? Wieso ist es nicht möglich, die Produktion zu erhöhen? Natürlich können dies technische Komponenten wie Heber, Arbeitsplätze, Puffer usw. sein. Aber oft ist es eben ein Zusammenspiel aus Anlagenparametern, Produktmix, Steuerung und Organisation.

## **Produktionsphilosophie**

Welche Auswirkungen hat eine Flexibilisierung der Auftragszuordnung an ein einzelnes Fahrzeug und wo sollte sinnvoller Weise der Taupunkt liegen? Das Diablo-Problem stellt sich überall. Je später ein Produkt individualisiert wird, desto flexibler die Produktion. Diese Frage kann nicht nur konstruktiv gelöst werden. Eine Flexibilisierung des Produktionsablaufs durch eine dynamische Auftragszuordnung ist möglich. Denkbar ist sogar die punktuelle Einsteuerung von standardisierten Ersatzfahrzeugen, die im ersten Schritt eben nicht auftragsgebunden laufen.

## **Produktionslast und Produktionskapazitäten**

Wie realisiert und betreibt man eine atmende Fabrik, die sich dynamisch an die Nachfragesituation anpasst? Das grundsätzliche Problem besteht in der Auslegung von Produktionskapazitäten an maximalen Produktionsausstößen, ohne dabei zu beachten, dass wirtschaftliche Produktionen als Faustformel bei 60 – 70 % der Maximalkapazität liegen sollte.

Es muss möglich werden, auch bei niedrigen Stückzahlen wirtschaftlich zu produzieren. Dies kann leicht dazu führen, dass über einzelne Produktionslinien mehrere verschiedene Fahrzeugtypen getaktet werden können.

## **Schichtmodelle und Pufferkapazitäten**

Mit welchen Schichtmodellen soll ein Werk betrieben werden, um auch insgesamt einen hohen und wirtschaftlichen Produktionsausstoß zu gewährleisten? Die Flexibilisierung bei der Qualifizierung des Personals muss einhergehen mit der Flexibilisierung der Arbeitszeit.

Selbstverständlich verlangen bestimmte Prozessschritte einen Dreischichtbetrieb. Aber die Diskreditierung von Entkopplungspuffern als Verdeckter von Schwachstellen hat unnötig Spielräume verschenkt. Puffer sind essentielle Module, die zum wirtschaftlichen Betrieb dynamischer Systeme unbedingt benötigt werden.

Dabei muss auch beachtet werden, dass die tatsächlichen Kosten, die ein Puffer verursacht (neben den Auswirkungen auf die Durchlaufzeit), kaum ernsthaft ins Gewicht fallen!

## **Produktmix und Auflagereihenfolge**

*Nach welchen Kriterien sollen Produktionsaufträge in das Werk eingelastet werden?* Die zur Verfügung stehenden Produktionsphilosophien sind vielfältig. Oft wird von Perlenketten gesprochen, in anderen Fällen werden Produktionsscheiben gefüllt, in vielen Fällen werden wiederum anlagenspezifische Reihenfolgeregeln herangezogen. Zwar wird aus der Sicht der Logistik eine hohe Produktionsflexibilität gefordert – aber die tatsächlichen Einlastungskriterien spiegeln oft nicht die Realität des Werkes wider.

## **Produktionsmonitoring**

*Wie kann durch ein geeignetes Messstellenkonzept flexibel auf aktuelle Produktionssituationen reagiert werden?* Dabei wird oft von den installierten Messstellen ausgegangen und versucht, irgendwie zu reagieren. Es fehlt ein Logistikkonzept, das in einen kybernetischen Sinn ausgeregelt werden kann, d. h., dass aus Abweichungen von Sollvorgaben durch geeignete Rückkopplungen die Abweichungen zurückgeregelt werden können. Die Messstellen alleine reichen nicht aus – dazu gehört auch eine geeignete Produktionsphilosophie!

## **Arbeitskräftebedarf**

*Welche Auswirkungen hat eine flexible Produktionsphilosophie auf die Personalqualifikation und den Arbeitskräftebedarf? Was kann man mit einer Mannschaft produzieren, die sich zufällig an einzelnen Tagen in der Produktion einfindet?* Die Kennzahlen, die durch das Controlling beobachtet werden, betreffen oft die Anzahl Fahrzeuge pro Schicht oder Tag. Im Grunde genommen sind die Kennzahlen unbrauchbar. Interessant ist die

Arbeitsleistung, die pro Tag erbracht werden kann – auch, wenn die Stückzahl darunter leidet. An diesem Konzept hängt die Philosophie der strikten Austaktung der Arbeitsplätze – interessanter wäre es, die Arbeitsinhalte dynamisch verteilen zu können. Dies bedeutet jedoch in jedem Fall eine erhebliche Veränderung der Qualifikationsprofile an den Arbeitsplätzen.

## **Teileversorgung**

*Welche Auswirkungen hat der Produktmix auf die Teileversorgung? Inwiefern muss eine Sequenzanlieferung tatsächlich realisiert werden?* Im Grunde genommen ist jeder Pufferplatz am Band eliminierbar, wenn es nur gelingt, durch geeignete Steuerungsmaßnahmen Komplettierungen schon vorab zu realisieren und beispielsweise Sets bereitzustellen. Die Teileversorgung wird zunächst grundsätzlich als untergeordneter Prozess gesehen, der eine Fahrzeugreihenfolge zwingend zu bedienen hat – dies ist auch richtig! Allerdings muss vorab der Grad an Flexibilität festgelegt werden, so dass Bandstillstände, Eilmaßnahmen oder Auftragsumstellungen sicher vermieden werden können.

## **Produktionsanlauf**

*Wie kann der Produktanlauf (-auslauf) gestaltet werden, so dass es zu möglichst geringen Produktionseinbrüchen kommt?* Der Produktionswechsel wird oft überhaupt nicht vernünftig geplant – wertvolle Produktionsflächen stehen oft monatelang leer, Anlaufkurven werden ohnehin als unvermeidlicher Kostenblock betrachtet. Allerdings kann durch geeignete Planungen, die nicht nur die Materialbereitstellung betreffen, sondern auch die Planung des Umbaus mit einschließen, das Produktionsniveau nahezu konstant gehalten werden – auch, wenn die Nachfragerate eines neuen Produkts erheblichen Schwankungen unterworfen sein kann.

## **Gesamtverfügbarkeit**

*Mit welchen Maßnahmen kann ein Produktionsablauf auf Störungen im Produktionsprozess flexibel reagieren?* Zu den Störungen gehört nicht nur der temporäre Ausfall einzelner Produktionsanlagen oder das Fehlen von Teilen oder Hilfsstoffen, sondern auch

außerordentlich hohe Nacharbeitquoten und Sonderbehandlungen. Das Design von robusten Produktionsanlagen steckt leider noch in den Anfängen. Oft wird lediglich eine hohe Verfügbarkeit von Einzelkomponenten gefordert. Dabei wird übersehen, dass durch Redundanzen, flexible Steuerungsstrategien und strategische Überkapazitäten Spielräume existieren, die kaum genutzt werden. Der Aufbau robuster Produktionsanlagen muss ein entscheidendes Designkriterium werden!

Die skizzierten Fragestellungen stellen nur einen Ausschnitt aus der betrieblichen Praxis dar. So ergeben sich beispielsweise zusätzliche Fragen, wenn Produktionsstandorte getrennt aufgebaut worden sind, wenn durch unvorhergesehene Ereignisse das Produktionsprogramm nach extern aufgezwungenen Regeln (z. B. im Streikfall) aufgebaut werden muss, wenn Produktionslinien mit verschiedenen Fahrzeugtypen im Mix betrieben werden usw.

Die sich ergebenden Erkenntnisse betreffen nicht nur die Durchlaufzeit der Produkte, sondern wirken sich insbesondere auch auf die Auslastung, die Termintreue und die Umlaufbestände aus. Eine sorgfältige Betrachtung dieser Kenngrößen ist für eine wirtschaftliche Produktion unabdingbar!

### 3. Projektbeispiele

Idealerweise müsste man Fabriken so aufbauen, dass sie sich flexibel an die Anforderungen des Marktes anpassen können. Dazu wird oft der Begriff der „atmenden Fabrik“ verwendet, der signalisiert, dass Fabriken je nach Auftragslage mit einem flexiblen Kapazitätsangebot reagieren.

Der Produktmix ist nicht nur eine Frage des Aufbaus von geeigneten Auflagereihenfolgen wie sie z.B. unter dem Begriff ‚Perlenketten‘ als feste, nach bestimmten Konstruktionsregeln definierte Fahrzeugsequenz verstanden wird, sondern auch ein Resultat von saisonalen Schwankungen, Modetrends, politischen Einflussfaktoren usw.

Das Beispiel in Bild 1 zeigt den Arbeitskräftebedarf eines Automobilwerkes in der Montage anhand von flexiblen Produktreihenfolgen. Dargestellt ist der Arbeitskräftebedarf (Mehr-

und Minderbedarf), wenn bestimmte Fahrzeugtypen und Fahrzeugausstattungen laufen: Cabrios, Klimaanlage und Airbags. In einzelnen Bereichen kann der Arbeitskräftebedarf um 50 % um den Mittelwert schwanken (z. B. Mehraufwand Cabrios) bei gleichzeitiger Unterbeschäftigung von Mitarbeitern, die nicht für die Cabrio-Produktion eingesetzt werden können. Das Problem ist klar: Zu wenige Mitarbeiter in der Cabrio-Produktion führen zu Lieferengpässen bei gleichzeitiger unrentabler Gesamtproduktion. Es gilt nun, auf der Basis der entwickelten Kennzahlen eine flexible Personaldisposition aufzubauen, die auch kurzfristig entsprechende Personalkapazitäten abrufen kann und andererseits Personalqualifikationen zu entwickeln, die die Marktgegebenheiten möglichst gut abdecken können. Mit Hilfe der Simulationstechnik kann so aufgezeigt werden, welche Auswirkungen verschiedene Produktionsreihenfolgen auf den Arbeitskräftebedarf haben.

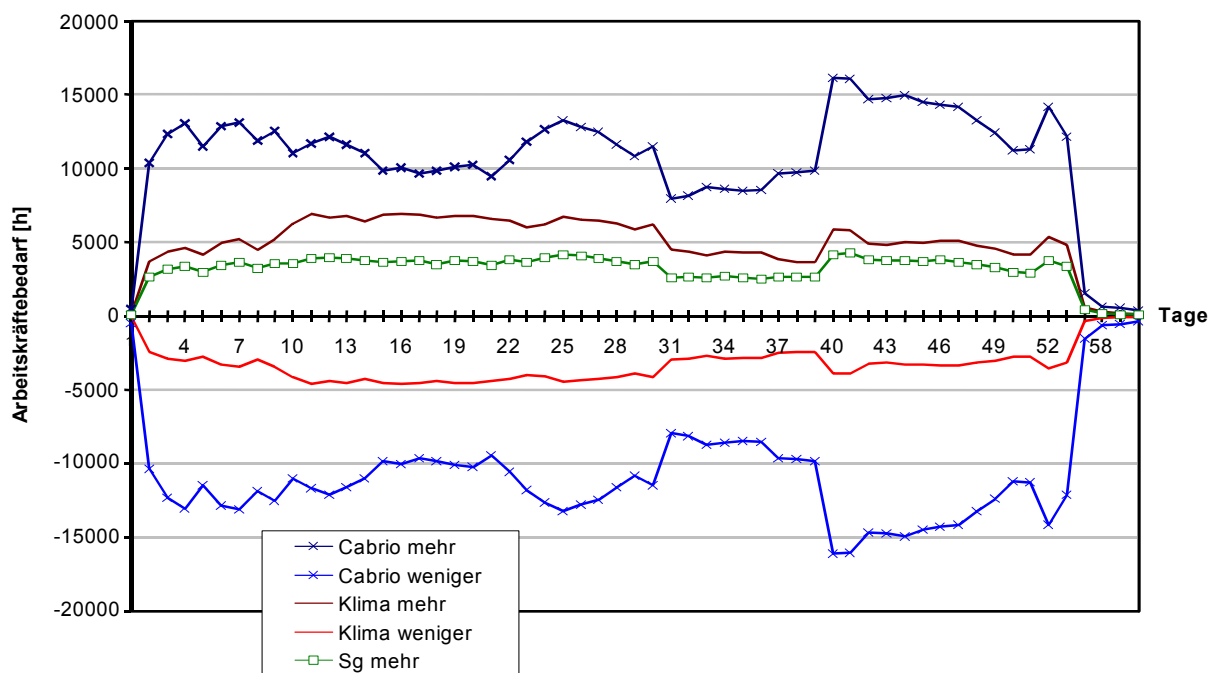


Bild 1: Arbeitskräftebedarf in Abhängigkeit vom Produktmix

Die Durchlaufdiagramme in Bild 2 einer Produktion umfassen ebenfalls die Analyse eines gesamten Werkes. In dieser Untersuchung werden verschiedene Produktionsphilosophien untersucht. Zentraler Untersuchungsgegenstand ist nicht die mittlere Durchlaufzeit der



# *Strategische Studien in der Automobilindustrie*

*Prof. Dr.-Ing. Bernd Noche  
SimulationsDienstleistungsZentrum GmbH  
Universität Duisburg-Essen*

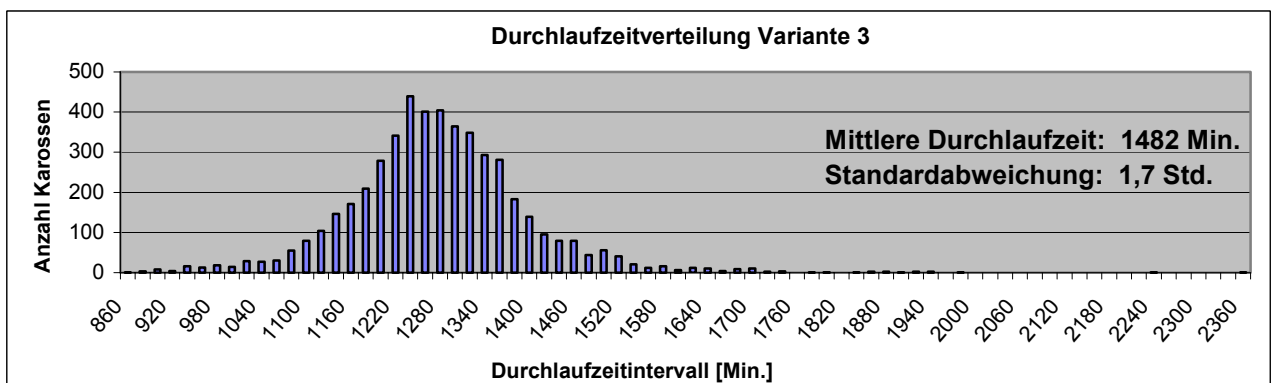
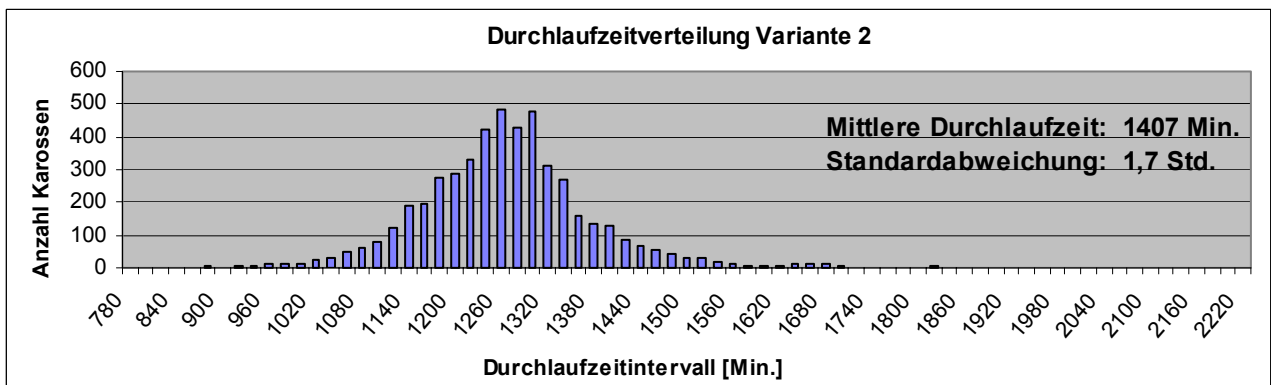
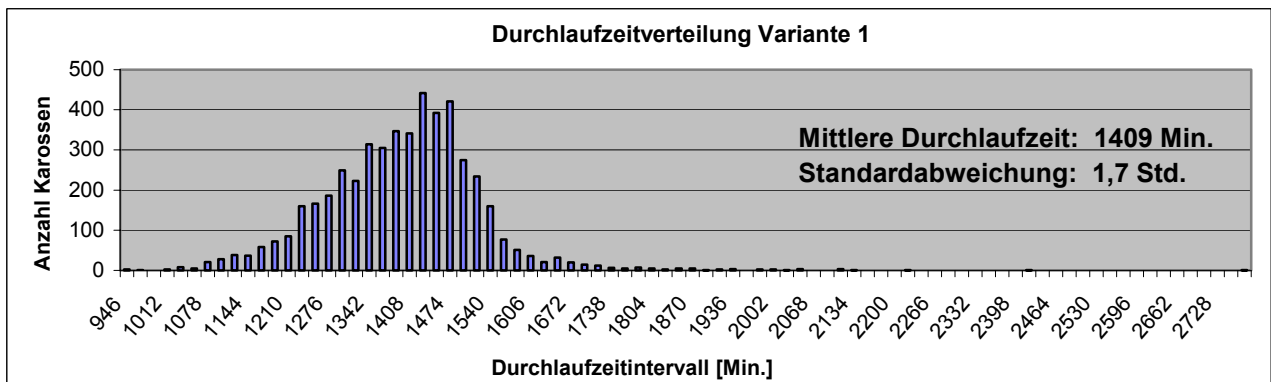
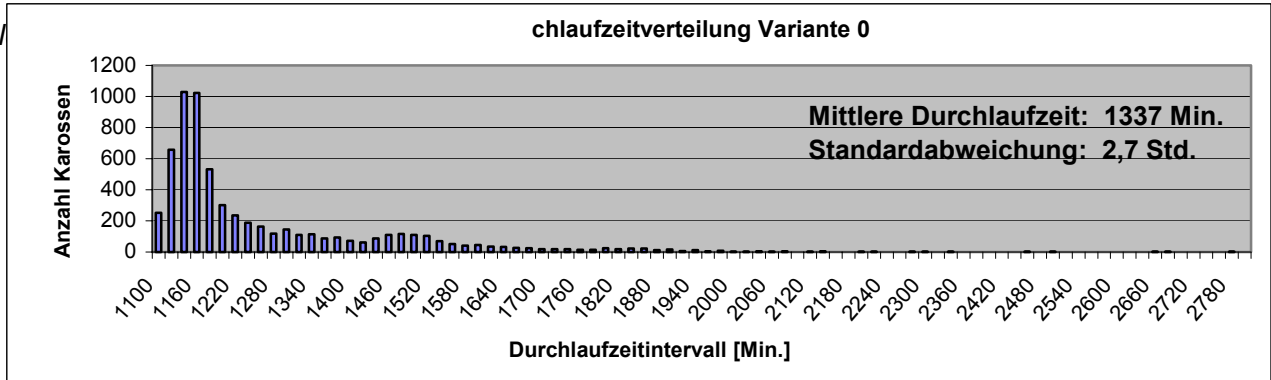
---

Fahrzeuge, sondern ihre Streuung und die sich ergebende Termintreue. Es zeigt sich, dass verschiedene Produktionsphilosophien die Durchlaufzeiten sehr empfindlich beeinflussen können – aber zur Überraschung nicht müssen! Die Diagramme zeigen auch, dass Maßnahmen zur Streuungsbegrenzung oft ins Leere laufen – der Abstand zwischen schnellster und langsamster Karosse ist in allen dargestellten Varianten annähernd gleich. Im dargestellten Beispiel kann durch eine geschickte Produktionsphilosophie und durch flexible Produktionsreihenfolgen ein Rationalisierungseffekt in zweistelliger Millionenhöhe erreicht werden.

# Strategische Studien in der Automobilindustrie

Prof. Dr.-Ing. Bernd Noche  
SimulationsDienstleistungsZentrum GmbH  
Universität Duisburg-Essen

Bil



Um noch größere Rationalisierungspotentiale zu erhalten, muss die Produktionsphilosophie noch umfassender eingreifen können – insbesondere durch den Einbau zusätzlicher(!) Puffer. Zwar wird dadurch die Durchlaufzeit etwas verlängert, aber der Rationalisierungseffekt ist deutlich erkennbar.

Der Aufbau von Puffern galt viele Jahre als Sündenfall der Planung, dabei wurde aber übersehen, dass in vielen Fällen dadurch Zusatzkosten anfielen, dass beispielsweise Farbblöcke unwirtschaftlich wurden, stark schwankende Arbeitsbelastungen in der Montage zu verkraften waren und im Rohbau teilweise unnötig hohe und damit teure Verfügbarkeiten gefordert wurden.

Schon durch einfache mathematische Modelle kann gezeigt werden, dass ein kleiner Puffer die redundante Auslegung einer Maschine überflüssig macht. Natürlich verdecken Puffer Schwachstellen – aber die Durchlaufzeiten, die in der Produktion im Rahmen von Stunden verschenkt werden, sind auf der administrativen Ebene immer noch Tage. Und durch ein geeignetes Variantenmanagement lassen sich wahrscheinlich in den Produktionen Turbulenzen weitgehend vermeiden, so dass durch neue Produktionsphilosophien mit selektivem Bestandsaufbau große Einsparungen erwartet werden können.

## 4. Spezielle Eigenschaften von Simulationstools

Für die Analyse ganzer Automobilwerke werden Simulationsinstrumente benötigt, die über spezielle Eigenschaften verfügen. Die zu untersuchenden Modelle sind sehr groß und außerordentlich komplex. D. h., diese Modelle bestehen aus vielen Bausteinen mit vielen Parametern. Die Größe der Modelle führt dazu, dass sich viele Objekte (Fahrzeugteile) im System befinden und dass viele Ereignisse verwaltet werden müssen.

Eine geeignete Herangehensweise zur Analyse derartiger Modelle bietet die *mehrstufige hierarchische Modellierung* /3/. D. h., das Simulationssystem muss über die Möglichkeit verfügen, Teilmodelle auf verschiedenen Abstraktionsstufen ablaufen zu lassen. Diese Eigenschaft der Simulatoren nutzt einen top down-Ansatz der sukzessiven Verfeinerung. Zunächst wird ein Werk nur grob in Hallen abgebildet. Durch weitere Verfeinerungen wer-

den Teilbereiche konkreter modelliert bis hin zur Verfeinerung der Teilbereiche mit ihren Fördertechniken, Steuerungen und Organisationen. Der Simulationsfachmann entscheidet, welcher Teilbereich mit welcher Abbildungsgenauigkeit simuliert wird, damit wird Zeit und Aufwand gespart – allerdings wird dabei immer das gesamte Werk und die Rückwirkungen der einzelnen Funktionsbereiche betrachtet.

Eine weitere wichtige Funktion von Simulatoren muss der Aufbau von *zentralen Parametermasken* zur Steuerung der Werke sein. Angesichts der Fülle von Parametern muss eine Verdichtungsebene definiert werden, die an zentraler Stelle die wesentlichen zur Untersuchung anstehenden Parameter enthält. Bild 3 enthält ein Beispiel einer derartigen Parametermaske. In dieser Parametermaske können unterschiedliche Fahrzeugreihenfolgen, verschiedene Auftragslasten, Linienzuordnungen und Prioritäten, spezielle Lackierungssteuerungen und Farbblockbildungsstrategien im Hinblick auf Durchlaufzeiten und Produktionsausstoß untersucht werden.

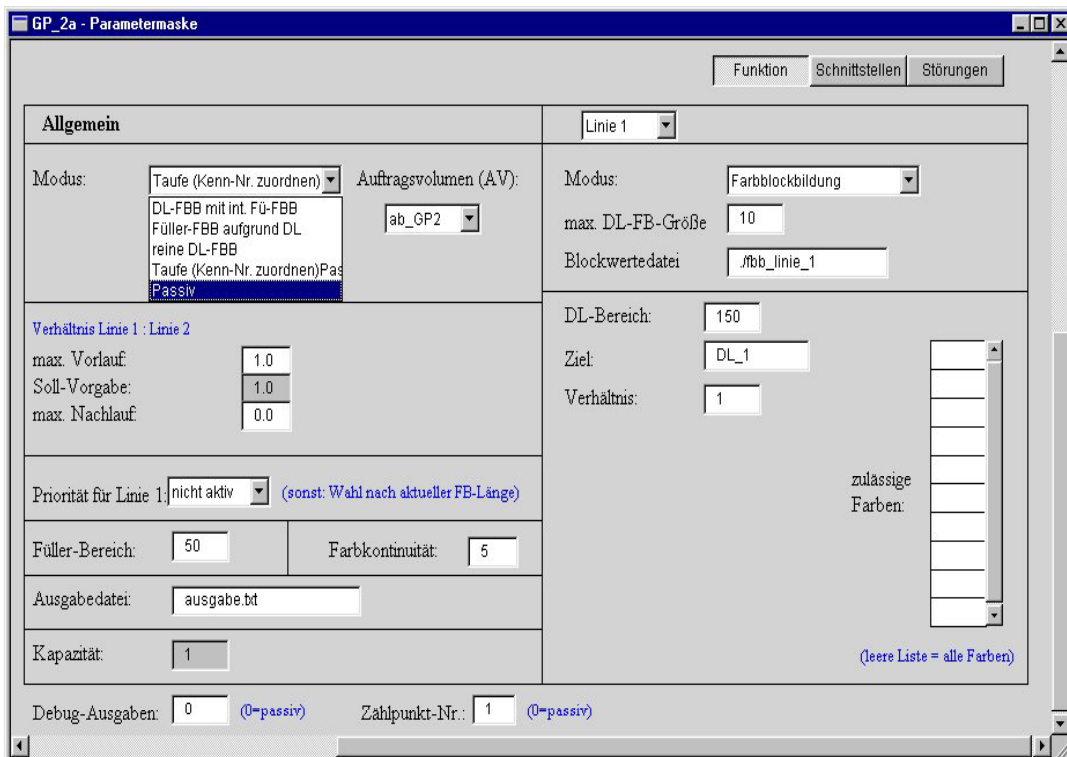


Bild 3: Parameter einer Werkssimulation mit dem Simulationssystem SIMPRO /4/

Eine dritte wichtige Eigenschaft der Simulationssysteme, die gefordert werden muss, betrifft die Fähigkeit der *Integrierten Dokumentation*. Die Modelle müssen detailliert beschrieben werden – die entsprechenden Dokumente (Texte, Bilder und Dateien) z. B. durch Hyperlinks direkt im Modell anwählbar sein. Auf diese Weise wird eine direkte Verknüpfung beispielsweise von Steuerungsstrategien mit den entsprechenden Hintergrundinformationen möglich.

Werkssimulationen führt man mit Modellen durch, die immer wieder aktualisiert werden müssen. Deshalb sollten die Simulationssysteme über vielfältige *transparente Schnittstellen* verfügen, die Zugang zu Datenbanken und CAD-Systemen ermöglichen, um eine permanente Modellaktualität zu gewährleisten.

## 5. Fazit

Mit der Digitalen Fabrik wird versucht, die Durchlaufzeit zur Entwicklung neuer Fahrzeuge zu verkürzen. Dieser Ansatz ist ein erster kleiner unzureichender Schritt zur Analyse ganzer Fabriken. Strategische Studien zur Analyse ganzer Fabriken laufen auf einer Logistikebene ab, die Kreativität im Hinblick auf Steuerungen, Strategien, Abläufe, Prozesse und Organisationen fordert. Dass die Datenebene korrekt erfasst sein muss ist selbstverständlich.

Die ganzheitliche Analyse von Fabriken erstreckt sich auf eine Vielzahl von Fragestellungen wie z. B.: Schwachstellen, Produktionsphilosophien, Produktionslasten und Produktionskapazitäten, Schichtmodelle und Pufferkapazitäten, Produktionsmix und Auflagereihenfolgen, Produktionsmonitoring, Arbeitskräftebedarf, Teileversorgung, Produktionsanläufe, Gesamtverfügbarkeiten usw. Dazu werden spezielle Simulationssysteme benötigt – die Instrumente, die im Rahmen der Digitalen Fabrik angeboten werden, reichen dazu nicht mehr aus! Benötigt werden flexible offene Simulationsumgebungen, die die mehrstufige hierarchische Modellierung unterstützen, zentrale Parametermasken enthalten, über geeignete Dokumentationsmechanismen verfügen und die Schnittstellen zu relevanten Datenquellen anbieten.

# *Strategische Studien in der Automobilindustrie*

*Prof. Dr.-Ing. Bernd Noche  
SimulationsDienstleistungsZentrum GmbH  
Universität Duisburg-Essen*

---

Damit aus einer Fabrik ein Orchester wird, müssen die Solisten in den einzelnen Modulen koordiniert werden. Die bisher durchgeführten Projekte zeigen, dass Einsparungen in dreistelliger Millionenhöhe Euros mühelos erreicht werden können – allerdings muss dazu ein Team von Planern und Simulationsexperten zusammengestellt werden. Denn nur durch erfahrene Fachleute können diese komplexen Systeme effizient und korrekt analysiert werden – es gibt immer noch ungeahnte, große Rationalisierungspotentiale in den Fabriken!

## **Literatur**

- /1/ U. Dombrowski, H. Tiedemann, T. Bothe: Auf dem Weg zur Digitalen Fabrik, Institut für Fabrikbetriebslehre und Unternehmensforschung, TU Braunschweig, Spielmannstr. 11 a, 38106 Braunschweig, 2001
- /2/ B. Noche: Simulation für strategische Unternehmensplanung, Simulation, Logistik simulieren, Logistik beherrschen, Wädenswil 1996, Schweizerische Gesellschaft für Logistik, Egelbergstr. 33/Postfach, 3000 Bern 32
- /3/ W. Schweiger, K. Paetzold: Hierarchische Modellierung von Prozessen, Sonderforschungsbereich 396 der Deutschen Forschungsgesellschaft, Universität Erlangen-Nürnberg, Schlossplatz 4, 91054 Erlangen, 2001
- /4/ SDZ : Handbuch Simpro, Version 3.0, SimulationsDienstleistungsZentrum GmbH, Hauert 20, Dortmund, 2001