

# Testlauf in der virtuellen Fabrik

*Jeder Modellanlauf hat seine Hürden. Um diese beim neuen A4 möglichst klein zu halten, startete Audi das Projekt „Simulation Fertigungsanlauf“ (SiFa), in dem die Prozesse vom Karosseriebau bis zur Endmontage in einem Simulationsmodell untersucht wurden.*

**Immer kürzere** Produktlebenszyklen (Audi: früher 56 Monate, heute 24 Monate), steigende Produktvarianz und -komplexität (Audi: 1986: zwei Modellreihen, ein Derivat; 2000: sechs Modellreihen, zehn Derivate) und zunehmender Kostendruck durch wachsenden Wettbewerb stellen Audi vor die Aufgabe, die Qualität und Geschwindigkeit der Kernprozesse Entwicklung und Produktion zu verbessern. Vor allem der Übergang vom Produktentstehungs- in den Fertigungsprozess, der so genannte Anlaufprozess, ist besonders kritisch. Um Probleme beim Anlaufprozess des neuen Audi A4 zu vermeiden, starteten wir das Projekt „Simulation Fertigungsanlauf“ oder kurz „SiFa“,

in dem die Fertigungsabläufe des Fahrzeugs vom Karosseriebau bis zur Endmontage in einem Simulationsmodell untersucht wurden. Der Blick in den künftigen Anlaufprozess sollte Audi in die Lage versetzen, mögliche Probleme in der Fertigung frühzeitig zu erkennen und die erforderlichen Gegenmaßnahmen parat zu haben: Agieren statt Reagieren war das Ziel.

Folgende Projektziele standen im Vordergrund:

- Absicherung und Unterstützung des Fertigungsanlaufs mittels Simulation (z. B. Volumen, Liefertreue, Lieferzeit),
- Ausrichtung der Entscheidungsabläufe für die Fertigungsanlaufpla-

nung und -steuerung an den Ergebnissen der Simulation,

- Steigerung des Simulationseinsatzes innerhalb der Fertigungsanlaufplanung und -steuerung, im Serienanlauf sowie in der Serie.

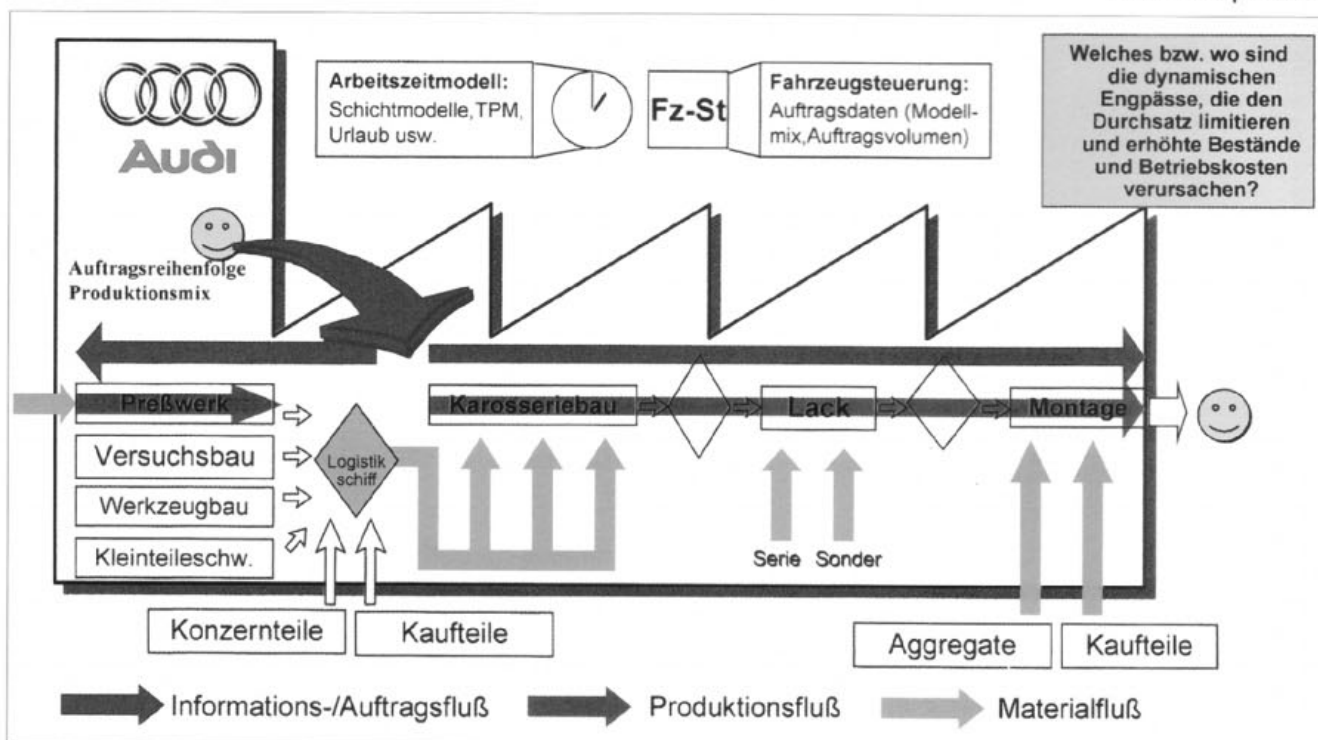
Nach der Simulation des Planungs- und Anlaufprozesses sollte das Modell operativ zur Prognose des Auftragsdurchlaufs und zur Untersuchung von werksweiten Strategie- und Strukturänderungen während der Serienfertigung verwendet werden.

Die Umsetzung erfolgte in zwei Schritten:

1. Erstellung eines Modells der aktuellen Fertigung mit dem Ziel, 95 Prozent Genauigkeit bezogen auf die wichtigsten Messgrößen zu erreichen und
2. Abbildung der geplanten Struktur- und Strategieänderungen zur Fertigung des neuen A4 unter Berücksichtigung der Fertigungskapazitäten für die kritischen Teile sowie Generierung von zukünftigen Fertigungsaufträgen.

Folgende Bedingungen ließen sich aus den Anforderungen ableiten: Das Modell musste die gesamte Fer-

**Nicht nur A4: Das Simulationsmodell beinhaltet die gesamte Fertigung des Audi-Werkes Ingolstadt einschließlich der Informations-/Auftragsfluss- und Materialflussprozesse.**



tigung des Audi-Werkes Ingolstadt (also alle Modellreihen) beinhalten. Neben dem Karossenfluss waren auch der Teile- und der Informationsfluss einzubeziehen.

Außerdem war das Projekt organisatorisch so in den A4-Anlaufprozess zu integrieren, dass die Daten- und Informationsaktualität jederzeit sichergestellt ist. Die Projektergebnisse sollen zudem für alle am Planungs-, Anlauf- und Serienprozess Beteiligten verfügbar sein.

Die Beschaffung aller erforderlichen Daten und Informationen war sehr aufwändig und konnte oft nur über Gespräche mit den Know-how-Trägern, teilweise über Anlagenlieferanten, erfolgen. Letztlich lag das Verhältnis Datenbeschaffung zu Modellerstellung bei circa 4:1.

Schätzungen von Audi und DaimlerChrysler besagen zudem, dass deren Planer heute rund 30 Prozent ihrer Arbeitszeit mit der Beschaffung von Daten und Informationen verbringen. Allein die Reduzierung dieses Anteils würde eine erhebliche Beschleunigung der Projekte und letztlich auch der Prozesse bringen.

Dieser Aufgabe stellt sich das Leitprojekt „Virtuelles Produkt“ (ViPro). Durch den Einsatz virtueller Arbeitstechniken wie „Digital Mockup“ und die Einführung eines übergreifenden Wissens- und Datenmanagements sollen der Produktentstehungs- und der Fertigungsprozess beschleunigt werden. SiFa ist ein Teilprojekt der virtuellen Fabrik, die auf folgender Vision basiert: In der virtuellen Fabrik werden sämtliche Fertigungs-, Materialfluss- und Informationsflussprozesse abgebildet, die die reale Fabrik kennzeichnen. Die reale



Martin Coordes, Projektleiter „Simulation Fertigungsanlauf des neuen Audi A4“: „SiFa leitete einen Um-denkenprozess bei Audi ein, der auch organisatorische Änderungen in den Prozessen nach sich ziehen wird.“



Dirk Wortmann, Vorstand der SimPlan AG: „SiFa ist ein Teilprojekt der virtuellen Fabrik. Die reale Fabrik wird erst gebaut, wenn Stückzahl und Qualität virtuell erreicht wurden.“ Bild: SimPlan

Fabrik wird erst gebaut, wenn Stückzahl und Qualität virtuell erreicht wurden. Die virtuelle Fabrik ist zu jedem Zeitpunkt ein Abbild der realen Fabrik.

Die virtuelle Fabrik (Teilprojekt von ViPro) ist einer der vielversprechendsten Ansätze, um eine signifi-

putermodellen. Anhand der Modelle werden schnell, risikolos und kostengünstig Wirkungszusammenhänge innerhalb des realen Systems erkannt, mögliche Systemfehler und Engpässe aufgezeigt und bereits in der Planung adäquate Lösungen erarbeitet oder optimiert.

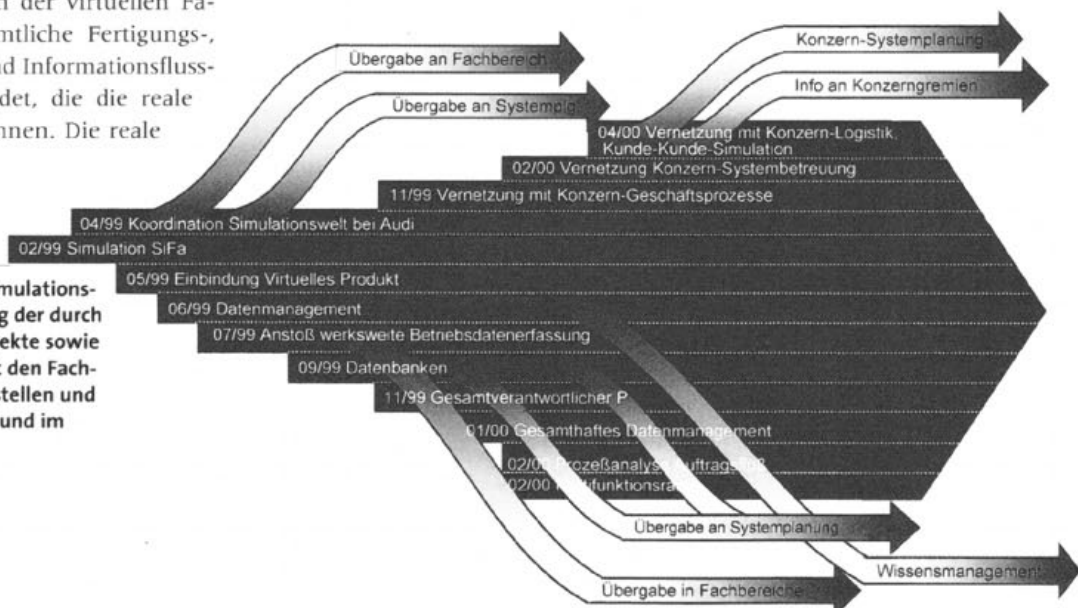
### Die virtuelle Fabrik ist zu jedem Zeitpunkt ein Abbild der realen Fabrik.

kante Verbesserung der Prozesse in Fertigungsplanung und Produktion zu erreichen. Auf Basis einer einheitlichen, möglichst unternehmensweiten Prozessplanungsdatenbank werden virtuelle Arbeitstechniken eingesetzt. Generelles Ziel dieser Techniken ist die Vorwegnahme realer Systeme mit Hilfe von Com-

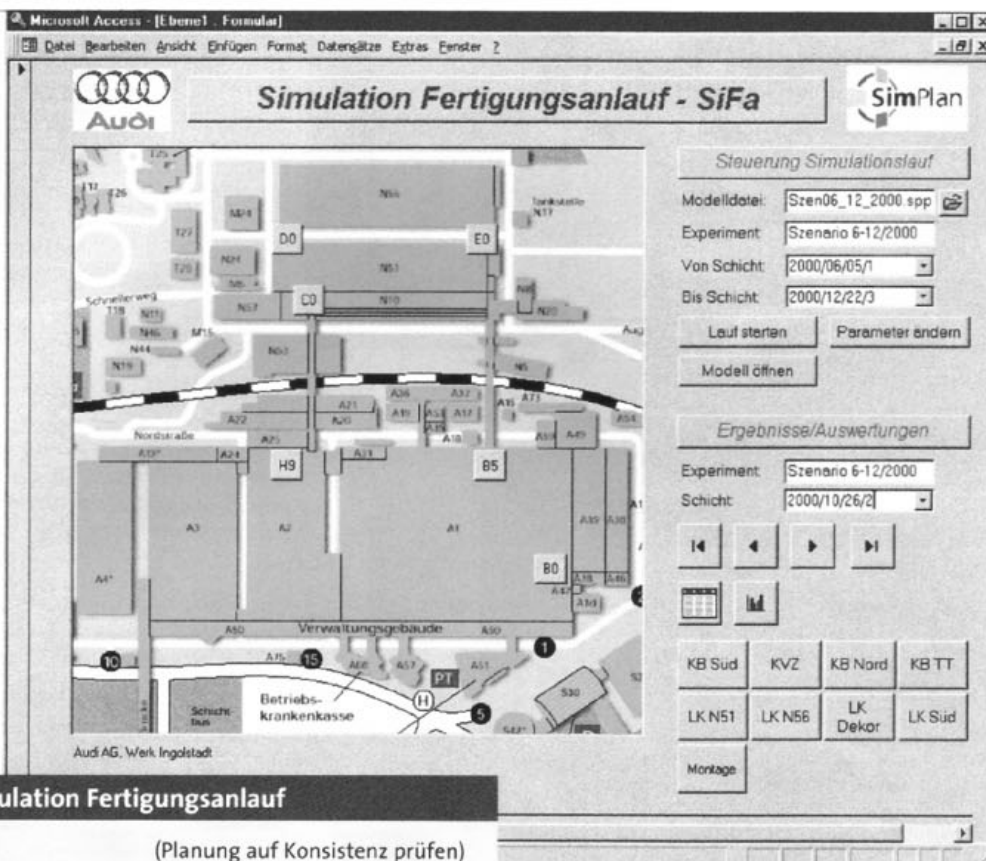
SiFa stand nun vor dem Problem, dass einerseits die Grundlage der virtuellen Fabrik, die Prozessplanungsdatenbank, noch nicht existierte und andererseits die heterogene EDV-Systemlandschaft auf Seiten der Produktion den schnellen Zugriff auf aktuelle und vollständige Daten erschwerte.



Mehr als nur ein Simulationsprojekt: Darstellung der durch SiFa initiierten Projekte sowie die Vernetzung mit den Fachbereichen, Systemstellen und Projekten bei Audi und im VW-Konzern.



Alles auf einen Blick: Das SiFa-Management-Cockpit zeigt jederzeit den aktuellen Stand der Fertigung an und liefert Informationen über wichtige Fertigungsparameter.



#### Management-Cockpit:

- Einstieg in die virtuelle Unternehmensanalyse und -steuerung
- Anforderungsprofil für die vorgelegten Prozesse der realen und virtuellen Welt

#### Einsatzmöglichkeiten:

- Variation mit aktuellen Plandaten, z.B. geplanten und tatsächlichen Teilebedarf gegenüberstellen

#### (Planung auf Konsistenz prüfen)

- Variation des Fahrzeugprogr., z.B. zur Anhebung der Anlaufkurve bei unveränderten Rahmenbedingungen
- Variation von Lieferfähigkeit und Verfügbarkeit, z.B. zum Erkennen der Auswirkungen von Troubleshooting-Maßnahmen auf den Gesamtprozess

Dies bedingte auch einen engen Kontakt zu anderen Projekten, um wechselseitig Synergien (etwa bei der Datenrecherche oder dem Aufbau von Schnittstellen) nutzen zu können. Um diesen Anforderungen gerecht zu werden und für die weitere Nutzung des Modells eine effizientere Methode zur Aufnahme der Eingangsdaten zu entwickeln, entschieden wir uns für den Start eines zusätzlichen Projekts zum Datenmanagement.

Im Rahmen dieses Projekts sollte eine Datenbank für SiFa entwickelt werden, die aus den Daten liefern den Systemen gespeist wird und alle Ein- und Ausgangsdaten zentralisiert. Darüber hinaus sollte eine werksweite, standardisierte Betriebsdatenerfassung erarbeitet werden sowie vorhandene Lücken in der Datenverwaltung aufgezeigt und pas-

sende Lösungen dazu konzipiert werden.

Schnell kam man in die Situation, dass die durch die Simulation initiierten Projekte langwieriger waren als SiFa selbst. Es musste deshalb ein erheblicher Aufwand zur Einbindung aller vorhandenen Datenquellen in Kauf genommen werden, um pünktlich zum Anlauf des A4 über ein funktionierendes Modell zu verfügen.

Eine weitere Erfahrung ist, dass die aus den Analysen entstandene Informationsflut durch die Simulation kanalisiert wird: Entscheidungen und Handlungen, die wertvolle Informationen ergeben, werden herausgefiltert, wovon die Realwelt direkt profitierte.

Auf Basis der Analyseergebnisse wurde das Modell aufgebaut. Aufgrund des Umfangs beschäftigte sich je ein Projektmitarbeiter mit der Ab-

bildung eines Fertigungsabschnittes (Karosseriebau, Lack, Montage). Ein weiterer Mitarbeiter koordinierte die Teilentwicklungen, beschäftigte sich mit der Abbildung des Teileflusses und der Anbindung der Datenbank an das Modell.

Um einen strukturierten Zugriff auf das Modell zu ermöglichen, wurde es über vier Hierarchie-Ebenen aufgebaut. Diese Gliederung erlaubt dem Anwender die Übersicht über das ganze Werk bis zur detaillierten Sicht auf einzelne Anlagen, Arbeitsplätze oder Förderstrecken. Die Kopplung des Modells mit einer Datenbank, die sämtliche Eingangsdaten und Simulationsergebnisse beinhaltet, sowie die Anbindung einer einfachen Bedienoberfläche ermöglichte einen leichten Zugriff auf alle modellrelevanten Informationen.

Die ersten Ergebnisse zeigten signifikante Unterschiede zwischen Simulation und Realität, die im Wesentlichen auf die unzureichende Datenqualität zurückzuführen waren.

Da aus dem Datenmanagement-Projekt erst langfristig Lösungen zu erwarten waren, entschied man, das Lieferanten-Empfänger-Prinzip für die Eingangsdaten einfach umzudre-

hen: Konnten also einzelne Anlaufkurven für die Anlagenverfügbarkeiten oder Kapazitäten und Liefertreue der Teilelieferanten nicht bereitgestellt werden, ermittelte man einfach mit Hilfe des Modells die Sollwerte.

Das Ergebnis: Verfügbarkeitsanlaufkurven und wochengenaue Teilebedarfskurven in Abhängigkeit von der definierten Anlaufkurve und den Vorgaben über den Mix an Produkteigenschaften über einen Zeitraum von rund sechs Monaten. Diese Ergebnisse konnten bei Änderung der Annahmen innerhalb weniger Stunden erzeugt werden.

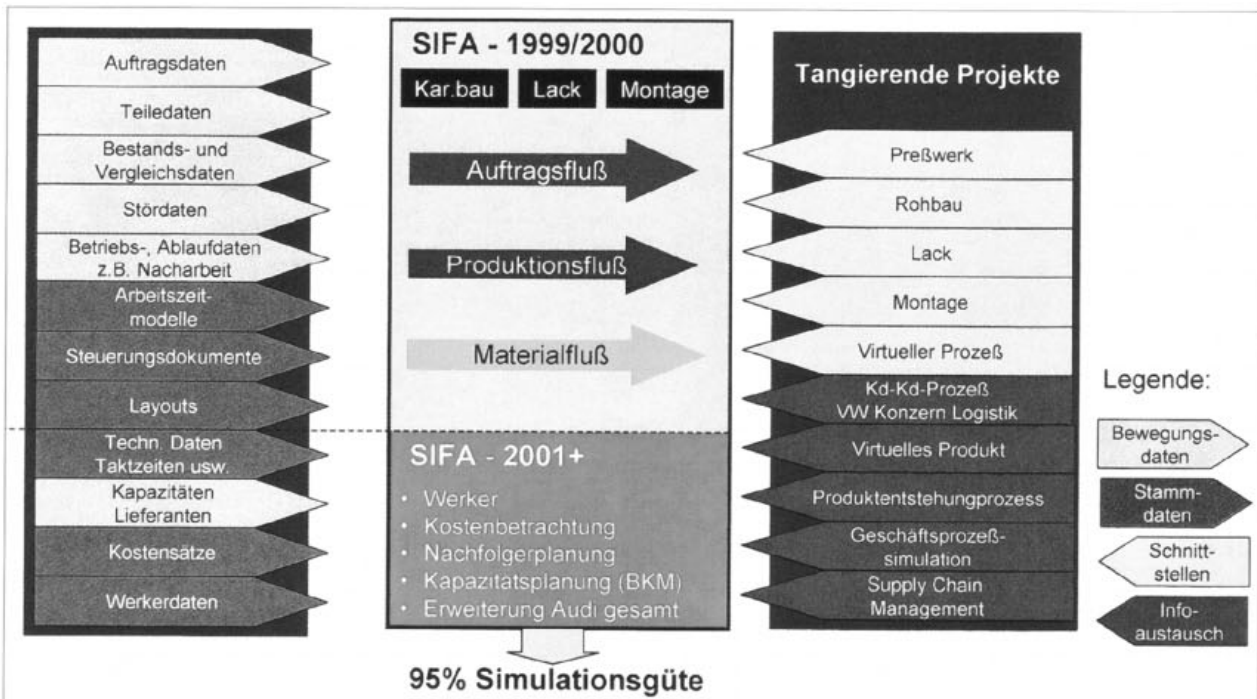
Über diese Werte hinaus konnte auch die Stimmigkeit der Planungsannahmen für den Anlaufpro-

zugsplanung, Logistik, Fertigung und IT eingebunden werden.

2. Bereits von Anfang an wurde über das Projekt im Haus Audi und im VW-Konzern informiert, um die möglichen Nutznießer der Projektergebnisse zu erreichen und Fürsprecher für das Projekt zu gewinnen. Der Start und die Finanzierung neuer durch SiFA initiiert Projekte zur Umgestaltung der Rahmenbedingungen verlangte die Akzeptanz und Mitarbeit einer Vielzahl von Personen.
3. Ein Projekt wird erst wertvoll, wenn es Nutzen stiftet. Deshalb wurden bereits sehr früh Untersuchungen mit dem Modell durchgeführt, um den Planern und der

jekt gestartete SiFa leitete einen Um-den-kprozess bei Audi ein, der langfristig nicht nur zu einer Umstrukturierung der IT-Landschaft führen, sondern auch organisatorische Änderungen in den Prozessen nach sich ziehen wird.

Die Standardisierung und Konzentration von Daten, Informationen und Wissen in den verarbeitenden Systemen (angefangen bei einem werkweit einheitlichen Betriebsdatenerfassungssystem bis zum Aufbau einer Unternehmensdatenbank) werden diese Umstrukturierung kennzeichnen. Erst wenn diese Aufgabe erfolgreich umgesetzt wird, ist die Grundlage zum Aufbau einer virtuellen Fabrik geschaffen.



zess ermittelt werden. Anhand einer Geschäftsprozessanalyse konnten mögliche Ursachen für auftretende Engpässe in den vorgelagerten Entscheidungen über Programm, Eigenschafts-Mix, Kapazitäten usw. bestimmt werden. Um ein Projekt, das gemessen an den Rahmenbedingungen so weit voraus ist und hohe Anforderungen an das Umfeld stellt, zum Erfolg zu führen, waren folgende Faktoren besonders wichtig:

1. Ein Projektpromotor musste dafür sorgen, dass alle relevanten Personen aus den Bereichen Ferti-

Fertigung wichtige Hinweise für die Fertigung des neuen A4 zu geben. Durch den Einsatz von Teilssegmenten (z. B. Lack) des Gesamtmodells für diese Untersuchungen konnten Synergien gezeigt und die Akzeptanz für die Simulation erhöht werden.

4. Sich permanent ändernde Datenquellen mussten „online“ angebunden werden, also durch eine direkte Verbindung der Simulationsdatenbank mit den entsprechenden betrieblichen Informationssystemen. Nur auf diesem Weg war eine echte Begleitung des Anlaufprozesses möglich.

Das ursprünglich als Simulationspro-

Über die Anbindung des Modells und der Datenbank an das Intranet werden alle relevanten Personen auf Modelldaten und -ergebnisse zugreifen können. Als „Management-Cockpit“ wird es der Werksleitung einen Überblick über den Stand der Fertigung, Engpässe in der Auftragsabarbeitung oder auch Informationen über wichtige Fertigungsparameter liefern.

*Autoren: Dipl.-Ing. FH Martin Coordes, Projektleiter für die „Simulation Fertigungsanlauf des neuen Audi A4“ im Bereich Fertigung Ingolstadt der Audi AG, und Dirk Wortmann, Vorstand der SimPlan AG, Maintal.*