

# **Die parametrisch assoziative Konstruktion im Entwicklungsprozess Karosserie: Einführung und Ziele**

---

Gerhard Tecklenburg

## **Abstract**

The development or improvement of methods for the parametric associative design (PAD) of assemblies of automotive bodies in cooperation with German OEMs is one of the major challenges of the Hamburg University of Applied Sciences.

The styling oriented development process of automotive bodies, world wide legal requirements and several other increasing demands lead to a high number of variants and lots of adjustments throughout the design process. The PAD technology offers methods for systematic concurrent design engineering. The early and detailed planning of project variants and possible adjustments (front loading) in combination with re-usable CAD-models will help to reduce costs and time to market.

The publication gives an introduction and defines the main goals for the use of PAD technology throughout automotive body development.

## **Kurzfassung**

Eine der Hauptaufgaben der Professur für Karosseriekonstruktion an der Hochschule für Angewandte Wissenschaften (HAW) Hamburg ist es, die Methoden der Karosseriekonstruktion zu definieren, zu sammeln und fortlaufend zu optimieren.

Der Designorientierte Entwicklungsprozess für Automobilkarosserien, weltweit einzuhaltende gesetzliche Bestimmungen und eine Vielzahl weiterer Anforderungen führen zu einer hohen Zahl von Varianten und Anpassungen während des Entwicklungsprozesses. Die Methoden der parametrisch assoziativen Konstruktion (PAKo) bieten Möglichkeiten für eine systematische simultane Produktentwicklung. Eine frühe und detaillierte Planung von Projektvarianten und möglichen Änderungen („Front Loading“) wird in Kombination mit der Wiederverwendung und Adaption von CAD-Modellen zu einer Reduzierung von Kosten und „Time to Market“ beitragen.

Dieser Beitrag soll eine Einführung in die Themen des Buches liefern und die Hauptziele der parametrisch assoziativen Arbeitsweise aufzeigen.

# 1. Einleitung

Die in der Karosserieentwicklung verwendeten Konstruktionsweisen unterscheiden sich grundsätzlich von den Methoden des allgemeinen Maschinenbaus.

Mit der Einführung der konventionellen CAD-Konstruktion sind die Konstruktionsmethoden in den Hintergrund gerückt, weil hier für den momentanen Entwicklungsauftrag nur das Endergebnis der Bauteilgeometrie, nicht aber die Entstehung der Bauteilgeometrie und die steuernden Elemente wichtig erscheinen.

Die im Zuge einer nie zuvor umgesetzten Modelloffensive der Automobilindustrie (Bild1) stark zunehmende Verlagerung von Entwicklungsarbeiten von den OEM zu Entwicklungspartnern führt dazu, dass Konstruktionsmethoden und -prozesse nicht mehr im Mittelpunkt des Interesses von Produktentwicklern der OEM stehen. Den OEM ist auf diese Weise bereits viel Wissen verloren gegangen.

Die parametrisch assoziative CAD-Konstruktion (PAKo) bietet die Möglichkeit, Entwicklungsmethoden strukturiert in CAD-Modellen abzubilden und Konstruktions-, Gestaltungs-, Berechnungs- und Planungsprozesse miteinander zu verknüpfen sowie Wissen über und für diese Methoden in den CAD-Modellen zu speichern und für die erneute Verwendung in neuen Produktentwicklungszyklen zur Verfügung zu stellen.

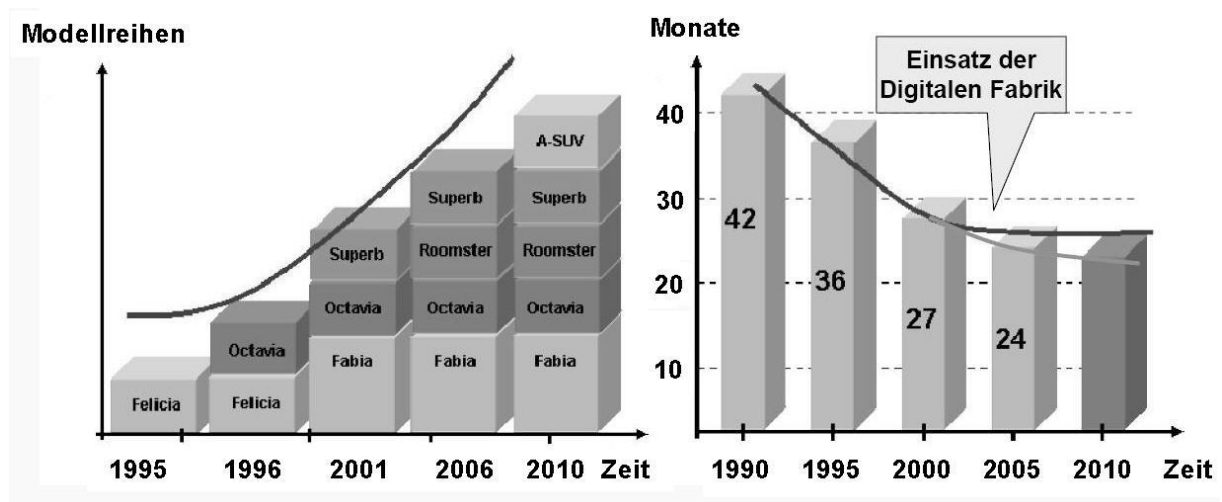


Bild 1: Zunahme des Produktspektrums vs. Abnahme der Entwicklungszeit bei SKODA Auto a.s. [2]

In der PAKo wird neben der Konstruktion einer Baugruppe die Konstruktionsmethode des Konstrukteurs in Form von Bedingungen und Verknüpfungen zwischen Geometrien und Parametern gespeichert. Die Variation oder der Austausch von treibenden Parametern oder Geometrie verändern die Baugruppenkonstruktion entsprechend der hinterlegten Methode. Die Hauptaufgabe der PAKo ist es, Eigenschaften und Abhängigkeiten von Bauteilen und Baugruppen im Hinblick auf die drei wichtigen Anforderungen der Karosseriekonstruktion, dem Design, der Erfüllung gewünschter und erforderlicher Funktionen und der Herstellbarkeit zu definieren und zu optimieren.

Im Mittelpunkt der konventionellen CAD-Entwicklung steht die Entwicklung von Einzelteilen. Zur Optimierung dieser Konstruktionen müssen die Bauteile hier in Teilen oder vollständig neu konstruiert werden, während eine gut strukturierte PAKo sich in weiten Teilen automatisch an neue oder veränderte Referenzen anpasst und nur bei grundlegenden Veränderungen der Topologie in Teilen eine Anpassung der parametrisch assoziativen Konstruktion erforderlich machen.

Während die konventionelle CAD-Konstruktion nur eines von vielen Instrumenten der Prozesskette Karosserieentwicklung ist, übernehmen die PAKo-Modelle mit der Speicherung und Verteilung des Prozesswissens eine entscheidende Rolle in der Prozesskette von der Produktdefinition bis zur Herstellung. So stellen PAKo-Modelle beispielsweise grundlegende Informationen für die Toleranzsimulation, Fertigung oder Qualitätssicherung zur Verfügung oder kontrollieren frühzeitig die Verwendbarkeit typischer Fertigungsvorrichtungen.

In der parametrisch assoziativen Konstruktion werden auf verschiedenen Ebenen Verknüpfungen definiert. Z.B. steuert eine Verknüpfung zwischen Referenzgeometrie und einem Konstruktions-Feature die Bauteilgeometrie, Verknüpfungen zwischen Bauteilen definieren die Lage der Bauteile in einer Baugruppe oder eine Baugruppenfunktion. Verknüpfungen zwischen Konstruktionstabelle und Parametern steuern die Werte der Parameter, Verknüpfungen zwischen 3D-Modellen und Zeichnungen steuern Ansichten auf Zeichnungen und Zusammenbaubedingungen die Lage eines verknüpften Bauteils.

Der Karosseriekonstrukteur, der die unterschiedlichsten Anforderungen aller Fraktionen der Prozesskette Karosserie prüfen und in die PAKo-Modelle integrieren muss, nimmt eine immer wichtigere Rolle im Entwicklungsprozess ein. Die klassische Trennung zwischen konstruierendem und koordinierendem Karosseriebauingenieur ist für die Anwendung der neuen Methode unbrauchbar. Der hier erforderliche Karosseriebauingenieur konstruiert und koordiniert gleichermaßen seine Baugruppen mit Unterstützung parametrisch assoziativer Baugruppenmodelle. Der neue Prozess erfordert Ingenieure, die verstehen, wie ihre Bauteile und Baugruppen im Umfeld verknüpfter Baugruppenkonstruktionen interagieren, die in der Lage sind, den Entwicklungsprozess ihrer Bauteile und Baugruppen zu koordinieren und die gleichzeitig sehr gute PAKo-Konstrukteure sind, um anstehende Aufgaben der Modellerzeugung und Pflege wahrnehmen zu können.

Im Interesse einer Kosten- und Zeitoptimierten Entwicklung muss und kann die Zusammenarbeit aller Fraktionen, die an der Produktentwicklung und Umsetzung in die Fertigung beteiligt sind, mit Hilfe der Methoden der parametrisch assoziativen Entwicklung neu definiert werden. Diese Arbeit soll hierzu einen Beitrag leisten.

In einer eigens neu definierten Lehrveranstaltung zur „Konstruktion von Baugruppen der Karosserie mit verteilten Aufgabenstellungen mit Hilfe der parametrisch assoziativen Konstruktion“, bei der reale Aufgabenstellungen der Automobilindustrie bearbeitet werden und durch eine Vielzahl weiterer gemeinsamer studentischer Projekte zwischen Hochschule und Industrie werden Schwerpunkte und Methoden für die Produktentwicklung und Verknüpfung fortlaufend untersucht.

## 2. Die derzeitige Situation in der Automobilindustrie und daraus resultierende Problemstellungen für die Produktentwicklung

Während der Wettbewerb in der Automobilindustrie früher zwischen wenigen Herstellern mit starker regionaler Prägung stattfand, spielt er sich heute zwischen einer deutlich größeren Anzahl von Herstellern und Produkten auf internationaler Ebene ab [1]. Der globale Wettbewerb und die zunehmende Marktdynamik haben in den zurückliegenden Jahren zu einer nie da gewesenen Modelloffensive geführt [2,3]. Die höhere Komplexität der Fahrzeuge und die Modelloffensive sind geprägt von einer stärkeren regionalen Kundenzuwendung und wachsenden Anforderungen an das Produkt und werden begleitet von dem Zwang zu reduzierten Entwicklungskosten und -zeiten [4,5].

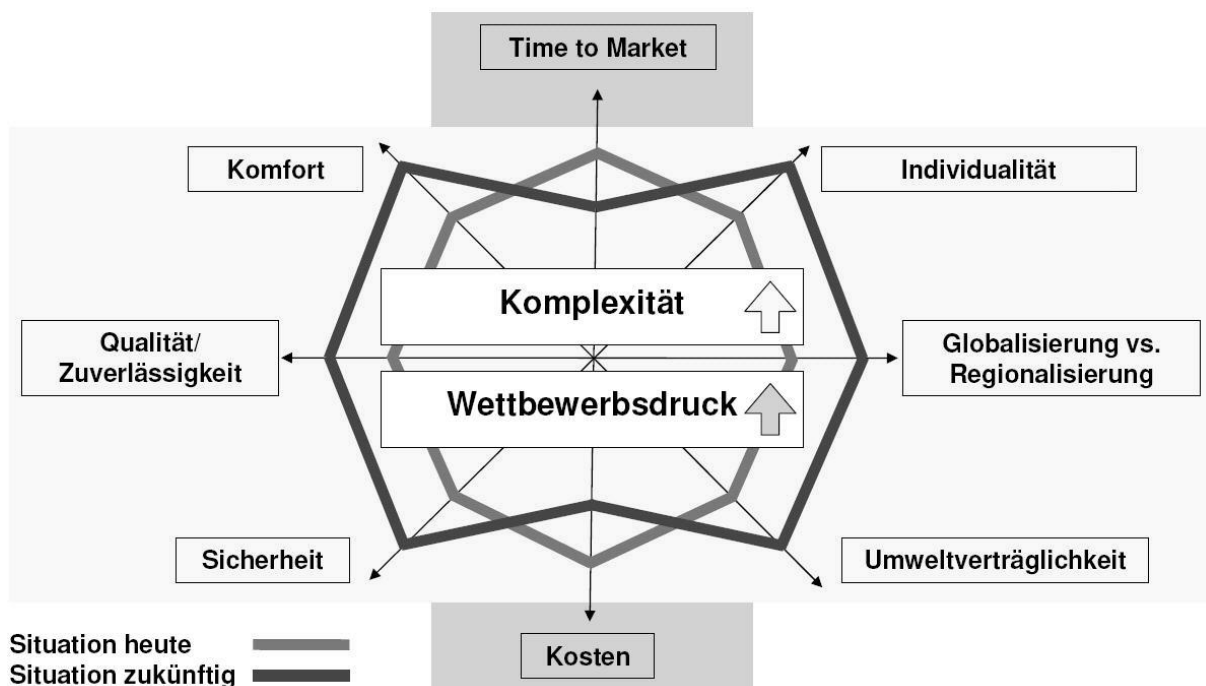


Bild 2: Zielkonflikt in der Automobilindustrie durch externe Faktoren [6]

Die Entwicklungsumgebung für den Karosseriebauingenieur hat sich in den letzten Jahrzehnten zunehmend verändert. Während in den 50er Jahren Karosserien noch auf der Grundlage von Strakplänen, Prinzipschnitten und -konstruktionen mit weitgehender Unterstützung durch den Modellbau entwickelt wurden, fand in den 70er Jahren bereits eine fast vollständige Beschreibung aller Bauteile der Karosserie durch eine Vielzahl immer noch manuell bearbeiteter Konstruktionen statt. Die Absicherung aller Anforderungen wie Herstellbarkeit, Zusammenbau, Insassenergonomie erfolgte über den Bau einer Vielzahl von Prototypen. Mit Einführung der CAD-Technik wurde die 2D-Konstruktionsarbeit durch die Erzeugung von vollständig oberflächenbeschriebenen 3D-Konstruktionen abgelöst.

Heute bilden 3D-Konstruktionen den 3D-Master für die digitale oder virtuelle Produktentwicklung. Die 3D-Konstruktionen von Konzeptentwicklung, Strak und Serienentwicklung sind somit die Grundlage der Geometrieerzeugung und Modellabsiche-

rung, die durch DMU-Zusammenbau und -Prozesssimulationen und weitere funktionale virtuelle Absicherungsmethoden z.B. zur Crash-, Insassenschutz-, Schwingungskomfort- oder Strömungssimulation ergänzt werden. Dabei bedeutet virtuelle Karosserieentwicklung nicht den vollständigen Ersatz von Hardware durch Simulation, sondern vielmehr den konsequenten frühzeitigen und nachhaltigen Einsatz von CA-Methoden, um die physikalischen Versuchsmodelle schneller anforderungsgerecht zur Verfügung stellen zu können [4,7]. Eine weitere Reduzierung von Entwicklungszeiten (Time to market) und -kosten gelingt nur mit dem konsequenten Einsatz virtueller Methoden bei Produktentwicklung und Fertigungsplanung [2,6].

Das 3D CAD-Modell gewinnt als Wissensspeicher zunehmend an Bedeutung. Waren die konventionellen 3D CAD-Modelle noch reine Geometriemodelle, die das Wissen der Erzeugung nicht preisgeben konnten, so speichern moderne parametrisch assoziative CAD-Modelle nicht nur ihre Entstehungshistorie sondern können auch weiteres Expertenwissen explizit aufnehmen und zur Verfügung stellen. Die vollständige oder teilweise Wiederverwendung parametrisch assoziativer CAD-Modelle für die Produktentwicklung und Folgeprozesse reduziert Entwicklungszeiten und -kosten und verschafft dem Karosseriebauingenieur Spielräume für weitere innovative Entwicklungsarbeiten.

Die Parallelisierung von Konstruktionsvorgängen ist ein wirksames Mittel zur Reduzierung von Entwicklungszeit. Die parametrisch assoziative Konstruktion auf Basis expliziter Referenzen ermöglicht das nachträgliche Austauschen und automatische Anpassen an neue Referenzen. Dies ist die Grundlage für die frühzeitige parallele Konstruktion von Baugruppen (Concurrent / Simultaneous Engineering) auf Basis von einfacher selbst erzeugter Hilfsgeometrie, die später gegen echte Referenzgeometrie ausgetauscht wird.

Die Integration von Expertenwissen in die CAD-Modelle birgt jedoch auch die Gefahr des Wissensverlustes, wenn CAD-Modelle in einer globalen Entwicklungsumgebung leichtfertig weitergereicht werden. Die Rechte des Erzeugers der wissensbasierten Konstruktionen sind zu schützen. Andererseits erfordert ein reibungsloser Konstruktionsprozess vom Layout bis zur Serienkonstruktion immer auch die Weitergabe von Referenzgeometrien. Das in teilweise komplexen wissensbasierten Konstruktionen hinterlegte Know-How muss ständig gepflegt und neuen Soft- und Hardwareumgebungen angepasst werden. Die neuen Methoden parametrisch assoziativer Konstruktion in enger Verknüpfung mit Berechnungs- und Simulationsprozessen erfordern somit eine umfassende Neuorganisation der Zusammenarbeit zwischen OEM, Zulieferern und Entwicklungspartnern.

### **3. Das Hauptziel und mögliche Lösungsansätze**

In der Prozesskette Karosserieentwicklung werden heute immer noch zu viele Daten mehrfach redundant erzeugt. Obwohl die Methoden der parametrisch assoziativen Konstruktion heute bereits verkürzte anpassbare Prozesse ermöglichen, scheitert die Definition von verknüpften Prozessen vom Fahrzeugentwurf bis hin zur Fertigungsplanung vielfach an verschiedenen Faktoren.