

# Eine Frage der Stimmigkeit

DMU.DIFFERENCE ERKENNT,  
WENN ETWAS AUS DEM (GEOMETRISCHEN) RAHMEN FÄLLT

**In der Automobilindustrie ist die digitale Produktentwicklung fester Bestandteil im Entwicklungsprozess. Bevor physikalische Prototypen entstehen, werden Simulationen zur Baubarkeit an digitalen Prototypen durchgeführt. Systeme wie Produktdatenmanagement (PDM) und Digital Mock-up (DMU) sind dafür Voraussetzung.**

**Berechnungsmodul.** Weltweit werden nahezu rund um die Uhr CAD-Modelle erzeugt und geändert. Parallel dazu fertigt man unterschiedliche Fahrzeugmodelle mit einer Vielzahl an Varianten. Das zentrale PDM-System verwaltet die digitalen Produkte und sichert den Zugriff auf die aktuellsten Datensätze. Bereits heute ist die Komplexität enorm, sie wird aber in Zukunft noch weiter zunehmen.

Ein digitales Fahrzeug besteht aus mehreren Tausend Einzelteilen, also CAD-Modellen. Während die Konstrukteure das einzelne Bauteil oder die Baugruppe fokussieren, steht für übergeordnete Abteilungen das komplette digitale Produkt im Mittelpunkt. Die Stimmigkeit der digitalen Prototypen, mit bis zu 10 000 CAD-Modellen unterschiedlichster Versionen und zum Teil sehr großen Datenmengen, ist entscheidend.

DMU-Werkzeuge überprüfen jedes digitale Fahrzeug auf Stimmigkeit. Sie identifizieren Kollisionen und zeigen Abstandsverletzungen auf. Aber wie unterscheiden sich zwei Entwicklungsstände eines digitalen Fahrzeugs geometrisch und wo wurden die geometrischen Änderungen vorgenommen?

Die Beantwortung dieser Fragen ist ein zentrales Thema insbesondere in den Package-Bereichen, die für die Qualität kompletter Fahrzeuge verantwortlich sind. Denn nichterkannte Geometrieänderungen können hohe Änderungskosten an physikalischen Prototypen nach sich ziehen. Für den vollständigen Abgleich der unterschiedlichen Entwicklungsstände digitaler Prototypen waren herkömmlicherweise hohe manuelle Aufwände von mehreren Hundert Stunden nötig gewesen. Bezieht man mit ein, dass dieser Aufwand immer wiederkehrend für mehrere parallel laufende Fahrzeugprojekte anfällt, leuchtet es ein, dass hier ein großes Einsparpotenzial liegt.

Viele Automobilhersteller haben mittlerweile standardisierte Prozesse für die Absicherung der digitalen Fahrzeuge. Für die Bestimmung von geometrischen Differenzen mithilfe von Software aber gab es noch keine am Markt verfügbaren Lösungen, um die Anforderungen der Automobilindustrie zu erfüllen.

In enger Zusammenarbeit mit einem großen Automobilhersteller hat Teraport ein Berechnungsmodul für die Bestimmung von Differenzgeometrien entwickelt, das heute unternehmensweit eingesetzt wird. Die Erwartungen an das neu zu ent-

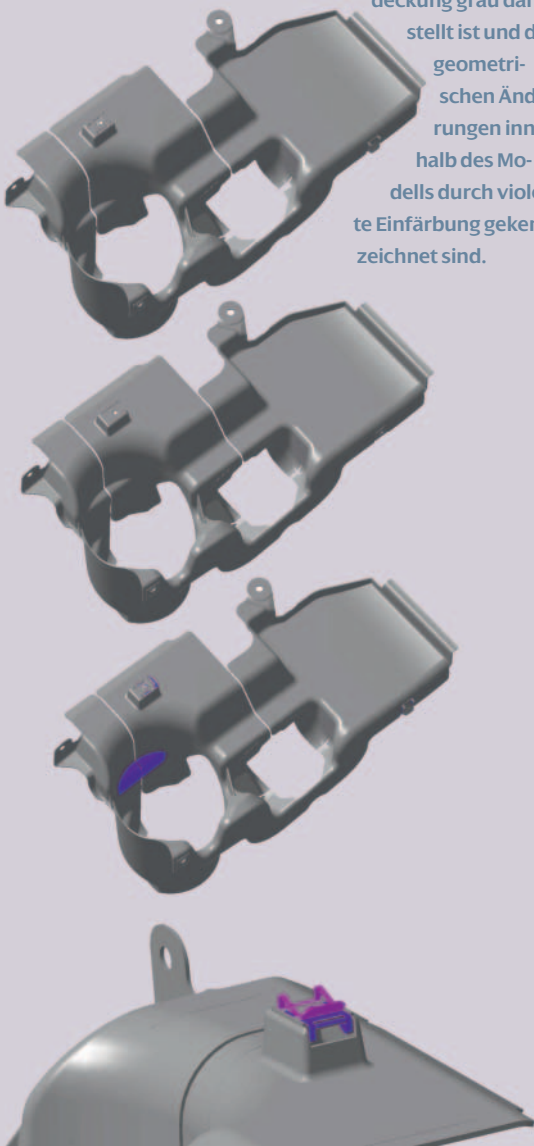
wickelnde Modul waren hoch gesteckt. Der Anspruch der Entwickler war, dass sich zwei komplette digitale Fahrzeuge, bestehend aus beliebig vielen CAD-Modellen von beliebiger Größe, per Knopfdruck auf ihre geometrischen Unterschiede hin analysieren lassen. Die Ergebnisse sollten vollautomatisch in perfekter Qualität und in wenigen Stunden bereitgestellt werden.

Es stellte sich heraus, dass alle bisher bekannten mathematischen Ansätze lediglich dazu in der Lage waren, einzelne CAD-Modelle miteinander zu vergleichen und die Unterschiede in visueller Form anzudeuten. Für das Entwicklungsprojekt waren die bekannten Ansätze nicht zielführend. Man musste ein mathematisches Konzept unter Einbeziehung der neuesten Technologien der Informatik erarbeiten, welches einerseits die hohen Anforderungen an die Geschwindigkeit und zum anderen die hohe Ergebnisqualität erfüllen sollte.

Mit DMU.Difference ist ein Softwarewerkzeug entstanden, dessen Wirkungsweise sich am Beispiel der Fahrzeug-Modellpflege verdeutlichen lässt. Mit Anlauf eines neuen Fahrzeugs in der Serie endet die Serienentwicklung, und die Serienbetreuung beginnt. ›Serienbetreuung‹ bedeutet, dass mit angepasster

ENDZIEL IST DAS ZU  
HUNDERT PROZENT  
DIGITALE FAHRZEUG.

Das, was anders ist, ist lila! Beispiel Abdeckung Lenkungsaggregate: Oben sind die zu vergleichenden Originalgeometrien zu sehen. DMU.Difference liefert Differenzgeometrien, in denen die geometrischen Unterschiede violett eingefärbt sind. Unten sind diese mit den Originalgeometrien abgebildet, wobei unten links und rechts im Detail die Abdeckung grau dargestellt ist und die geometrischen Änderungen innerhalb des Modells durch violette Einfärbung gekennzeichnet sind.



Mannschaft an den bestehenden digitalen Fahrzeugen weiterentwickelt wird. Obwohl diese Änderungen am digitalen Fahrzeug im Vergleich zur Serienentwicklung gering ausfallen können, ist es wichtig, den Überblick über eine Vielzahl von CAD-Modellen zu behalten. Man muss jede Änderung während der Serienbetriebsphase, die die Stimmigkeit des Gesamtkonzepts beeinflussen kann, untersuchen.

Gerade zur Modellpflege werden an vielen Einzelteilen konstruktive Details geändert, die visuell nicht ohne Weiteres erkennbar sind. An-

dererseits gibt es viele Änderungen wie in der Produktstruktur, die keinerlei Einfluss auf die Geometrie haben. Früher wurden alle geometrischen Änderungen zwischen zwei Entwicklungsständen mit hohem manuellem Aufwand identifiziert. Kleinere Bauteilumfänge wurden in CAD geladen und visuell verglichen. Diese Methode war sehr zeitaufwendig und ähnelte mehr der Suche nach der Nadel im Heuhaufen. Auch war sie nicht prozesssicher, da der Abgleich zum Teil nur stichpunktartig durchgeführt werden konnte.

### Abgleich auf Knopfdruck

DMU.Difference ermöglicht es, zwei Entwicklungsstände eines digitalen Fahrzeugs automatisch und sicher abzugleichen. Auf Knopfdruck wird der geometrische Vergleich von mehreren Tausend Einzelteilen im Batch gestartet. Die

Unterschiede zwischen den Bauteilen sind innerhalb weniger Stunden identifiziert und als Differenzgeometrie verfügbar. Im Ergebnis unterscheidet man zwischen ›hinzugekommenen‹ und ›weggefallenen‹ Geometrien. Eine entsprechende Einfärbung der Ergebnisse erleichtert die Visualisierung und Interpretation. Sogar Abweichungen in Bereichen, die von außen nicht einsehbar sind, werden zuverlässig erkannt. Die Zuordnung der Differenzgeometrien zu den Original-CAD-Bauteilen ist vorhanden. Somit sind alle konstruktiv-

## DAS ZUSÄTZLICHE MODUL AUS DEM TERAPORT-TOOLKIT DMU.NEIGHBOURSEARCH WEISS, OB BAUTEILE MIT UNTERSCHIEDLICHEM NAMEN VERGlichen WERDEN MÜSSEN ODER NICHT.

ven Änderungen einfach nachvollziehbar. Sie lassen sich archivieren und in gängigen CAD-Systemen, wie beispielsweise Catia V5, visualisieren.

Ein rein geometrischer Abgleich war nicht genug. Um die Anforderungen des Kunden zu erfüllen, musste zusätzlich zu DMU.Difference das Softwaremodul DMU.NeighbourSearch aus dem Teraport-DMU-Toolkit integriert werden. Als Input für den automatischen Abgleich sind lediglich zwei Produktstrukturen vorgegeben, die sich zum Teil erheblich unterscheiden. Das ist beispielsweise der Fall, wenn sich Strukturen oder Sachnummern von Bauteilen im Laufe der Zeit ändern. DMU.NeighbourSearch erkennt das und weiß, ob Bauteile mit unterschiedlichem Namen verglichen werden müssen oder nicht.

Die Anwendung von DMU.Difference im Beispiel ist nur eine von zahlreichen Anwendungsfällen. So kann beispielsweise auch jeder Konstrukteur, der für ein Bauteil oder einen Bauteilumfang verantwortlich ist, davon profitieren. Sobald er aktuelle CAD-Umfänge von seinen Zulieferern oder Kollegen erhält, kann er die geometrischen Unterschiede zwischen alter und neuer Version auf Knopfdruck ermitteln.

Das bedeutet einen weiteren Schritt in eine Richtung, deren Endziel das zu hundert Prozent digitale Fahrzeug mit einer durchgängigen digitalen Absicherung darstellt.

Michael Weidel, Senior System Ingenieur,  
und Adrian Berndl,  
Softwareentwickler, Teraport