

Ein Ansatz zur Lösung besonderer Herausforderungen in der Automobilindustrie

Prozessoptimierung in der Technischen Berechnung

Markus Wolfgang Hesse, Jens Philippeit, Stuttgart

Status Quo

In der Automobilindustrie gibt es seit einigen Jahren Kapazitätsüberschüsse, besonders in den traditionellen Märkten. Dies hat sie von einem Verkäufer- zu einem Käufermarkt verändert, was wiederum die Produkte nachhaltig beeinflusst. Viele Unternehmen setzen dabei auf mehr Innovation und komplexere Produkte zu gleichem Preis. Zusätzlich müssen Produkte in zunehmendem Maße gesetzlichen Vorschriften entsprechen.

Diesen Herausforderungen versucht man unter anderem durch die Globalisierung von Entwicklungs-, Beschaffungs- und Produktionsprozessen zu begegnen und konzentriert sich dabei auf seine Kernkompetenzen, sowie die Beherrschung stetig steigender Komplexität unter Beibehaltung von Flexibilität und Agilität. Über strategische Partnerschaften und Allianzen entstehen neue virtuelle Unternehmen.

Die Transformation von realen Abläufen in eine virtuelle, digitale Welt ist in den vergangenen Jahren vorangeschritten und wird sich auch in Zukunft weiter ent-

wickeln. Mit Hilfe digitaler Modelle lassen sich Produkte schneller und kostengünstiger analysieren und hinsichtlich unterschiedlicher Kriterien prüfen, z. B. hinsichtlich Zusammenbau, Produktionsalternativen und Wartbarkeit.

Ein weiteres wesentliches Element ist die Nutzung neuester Technologien für technische Berechnungen und Simulation (CAE). Trotz voranschreitender Digitalisierung der Prozesse in diesem Bereich ergeben sich für alle Entwickler relativ lange Durchlaufzeiten, denn es besteht aufgrund der oft hohen Komplexität der Produkte und deren Eignung für globale Märkte die Notwendigkeit umfangreicherer Analysen. So gibt es in unterschiedlichen Ländern auch unterschiedliche Sicherheitsvorschriften und Standards. Dies führt dazu, dass z. B. vermehrt Crashtests für Fahrzeuge mit veränderten Parametern durchgeführt werden müssen, was wiederum die Kosten signifikant beeinflusst. Berechnungen werden nicht nur durchgeführt, um Festigkeit oder Schwingungsverhalten zu prüfen, sondern auch zur Absicherung der Produzierbarkeit. Beispielsweise wird simuliert, wie ein Montageroboter für den Einbau eines

kompletten Armaturenbretts ausgelegt sein muss oder wie sich die Trocknung unterschiedlicher Lacke bei veränderten Karosserieformen verhält. Folglich steigen die Anforderungen an die Berechnungsabteilungen, die in kürzerer Zeit mehr Berechnungen mit höherer Komplexität durchführen müssen. Dabei gibt es noch Verbesserungspotenziale, die in der Vergangenheit nur unzureichend gehoben wurden. Hier sucht man Antworten auf die Fragen: wie und wo findet man am effizientesten die benötigten Daten, wie lassen sich die Berechnungsergebnisse am besten interpretieren und wie soll der Prozess optimal dokumentiert werden?

Der Beitrag der Simulation zur Generierung von neuem „Produktwissen“ und zur Absicherung von Produkten hat in heutigen Entwicklungsprozessen einen festen Platz eingenommen. Das Vertrauen in die digitale Berechnung wurde durch die stetige Validierung der Ergebnisse mit der realen Welt gefestigt, sodass die Absicherung gegenüber physikalischen Prototypen den Unternehmen heute schon erhebliche Zeit- und Kostenvorteile bringt.

Die einzelnen Simulationsabteilungen haben heute meist ihre eigene individuelle Datenverwaltung an die CAE-Applikationen nicht oder nur sehr lose gekoppelt sind. Datensicherheit und Zugriffsschutz ist nicht auf dem Niveau, wie es in heutigen, sensitiven Entwicklungsumgebungen geregelt ist. Die heutigen Systeme in der CAE-Prozesskette sind meist nicht in der Lage, sich nahtlos in diese Umgebungen einzupassen.

Durch steigende Produktkomplexität, Erhöhung der Variantenvielfalt und zunehmender Anzahl an Prozessbeteiligten entsteht zwingender Bedarf an mehr Transparenz und engerer Integration, um die Beteiligten zeitgerecht im Produktentwicklungsprozess zu unterstützen und die Zeit- und Kostenvorteile durch Simulation nicht zu verlieren. Untersuchungen bei verschiedenen Unternehmen zeigen, dass die Synchronisation der Berechnung mit dem gesamten Produktentstehungsprozess und die Beschaffung von Informationen für die Simulation noch erhebliches Potential bietet.

Potentiale und Ziele

Der Konflikt zwischen verfügbarer Projektzeit und den Aufgaben des Berechners im Entwicklungsprozess können nur gelöst werden, wenn man Prozesse beschleunigen und Berechner von nicht-wertschöpfenden Aufgaben entlasten kann.

Schon in den ersten Schritten der CAE-Prozesskette nach Bereitstellung von Konstruktionsdaten ergeben sich Handlungsfelder für Prozessverbesserungen:

- Beschleunigung der Modellaufbereitungsphase
 - Templates als Berechnungsvorlagen
 - Verwaltung und Abgleich verschiedener digitaler Prototypen (Crash, NVH, thermische Absicherung, ...)
 - Zusammenstellen von disziplinen-spezifischen Berechnungsumfängen unter Verwendung der selben Produktstruktur
 - automatische Netzerstellung
- Wiederverwendung bestehender CAE Daten
 - Referenzierung vorhandene CAE Netze
 - Mehrfachverwendung von CAE Netzen
 - Verwaltung von CAE-Baugruppen und deren Mehrfachverwendung
- Datenverwaltung zu allen Prozessschritten

Die Lösungen zu Prozessverbesserungen liegen nicht allein in der Einführung eines

Systems zur CAE-Datenverwaltung, vielmehr müssen diese Aufgaben gemeinsam mit den Autorensystemen des Pre/Postprozessing und PDM-Schnittstellen gelöst werden.

Der Aufwand zur Erzeugung und Verwaltung der digitalen Prototypen für beliebige Konstruktionsumfänge, Konfigurationen und Berechnungsdisziplinen muss so automatisiert werden, dass kurze Prozessdurchlaufzeiten für Erst- und Folgeiterationen realisierbar sind. In allen Entwicklungsphasen müssen Produktstruktur, Variantenmanagement und Simulationsdisziplinen synchron gehalten werden, damit alle Prozessbeteiligten mit dem gleichen und aktuellen digitalen Prototyp arbeiten können.

Als Nutzen dieses integrierten Prozesses werden von führenden großen OEMs folgende Punkte angeführt:

- Sicherstellung einheitlicher, stringenter Berechnungsprozesse für digitale Prototypen
- Vereinfachung der Modellerstellung
- Schneller Zugriff auf CAE Informationen (Suche/Vergleiche)
- Wiederverwendung von Daten (CAD / CAE / Funktionsdaten)
- Nachvollziehbarkeit und Release Management von Quelldaten zu Ergebnissen
- einfache Aktualisierung nach Änderungen und Datennachlieferungen
- Workflows zur Automatisierung und Einbindung von Zulieferern

Die Integration in den Produktentstehungsprozess soll die Effizienz der Simulationsprozesse erhöhen und so Analysen mit CAE-spezifischen Daten beschleunigen. Damit erhöht sich die verfügbare Zeit, die in weiteres Engineering investiert werden kann, zur Verbesserung der Produkte und besseren bzw. gezielteren Entscheidungsfindung.

Simulationsdatenmanagement – die Verbindung von CAD und CAE

Mit der Einführung von Simulationsdatenmanagement kann die Brücke zwischen CAD und CAE geschlagen werden, mit der Entwicklungsinformationen allen Beteiligten synchron bereitgestellt werden können. Prozesse und Daten im CAE referenzieren auf aktuelle CAD Entwicklungsstände („Simulation in context“). Für das Finden und Zuordnen der richtigen Modelle und Konfigurationen sowie Wiederverwendung von Modellen kann der Aufwand und damit Durchlaufzeit erheblich reduziert werden.

Jedes Simulationsdatenmanagementsystem muss grundlegende Lösungsbausteine mitbringen. Je nach Integrations-tiefe und weiterer Prozessunterstützung können optionale Lösungsbausteine evtl. auch zu späteren Zeitpunkten von Interesse sein. Der Einsatz und Kombination der Lösungsbausteine ist kundenindividuell und ist der Hebel zu Prozessverbesserung und -beschleunigung. Eine Auswahl an Lösungsbausteinen ist in der Tabelle aufgeführt.

Eine Gesamtlösung muss den Zielprozess für die Berechnung und dessen Optimierung optimal unterstützen und die Lösungsbausteine müssen sich in dieses Konzept ohne Systembrüche einfügen. Zielgrößen für die Beschleunigung der Prozessdurchläufe sind in aktuellen Kundenprojekten die Vorgaben der Kunden, in denen spezifische Prozessabschnitte betrachtet werden. In allen Fällen hat sich nahezu übereinstimmend gezeigt, dass folgende Anforderungen bestehen:

- Ein Datenmodell, das alle Aspekte der Simulation abdeckt, insbesondere die (automatische) Verknüpfung von Daten (Referenzierung) ausgehend von CAD bis hin zum Berechnungsergebnis
- CAE Datenstrukturen automatisiert aus CAD Datenstrukturen nach einem Regelwerk erzeugt werden müssen. CAE Datenstrukturen sind disziplinen-spezifisch und bestehen unabhängig nebeneinander, referenzieren jedoch gleiche CAD Teile/Baugruppen. Durch Nachlieferungen werden die CAE Strukturen aktualisiert und nicht neu aufgebaut (Wiederverwendungsregeln), wodurch sich der Aufwand für nachfolgende Modellaufbauten auf die CAD-Änderungen beschränken können.
- Im Prozessschritt CAE Modellaufbereitung müssen Aufgaben wie Formatkonvertierung, Attributierung und Vernetzung (Batchmeshing) über Gesamtstrukturen automatisiert durchgeführt werden. Für das Modellassembly müssen gesamte CAE Strukturen mit allen notwendigen Daten an Pre-Prozessoren übergeben werden und Ergebnisse des Assemblies an Baugruppen-Knoten zurückgeschrieben werden.

Die Prozessschritte Datenbeschaffung bis hin zum rechenfertigen Inputdeck sind aktuell geprägt durch hohe manuelle Aufwände, geringe Wiederverwendungsanteile und durch unterschiedliche Benutzerhandhabung auch fehleranfällig. Kundenprojekte zeigen jedoch, dass mit

Funktionalität	Beschreibung	Vorteile
Dokumenten-Management	Verschiedene Datenformate können verwaltet und in Beziehung zu anderen Daten gesetzt werden inkl. Metainformationen	Suchzeiten verkürzen sich, da alle notwendigen Dokumente verknüpft und im Zugriff liegen
Produktkonfiguration	Konfigurator für die Produktstruktur, zur dynamischen Zusammenstellung von unterschiedlichen Produktvarianten mit den zugehörigen Produktdaten und -informationen (z.B. 3-türig/5-türig, Limousine/Kombi, versch. Motorvarianten, ...)	Zeitersparnis, da Simulationsdisziplinen direkt auf versch. Produktkonfigurationen durchgreifen können
CAE Strukturkonfiguration	CAE Strukturen können von CAD Strukturen regelbasiert abgeleitet (mapping) oder frei erstellt werden. In beiden Fällen ist eine Referenzierung der CAD-Teile innerhalb der CAE-Struktur notwendig, damit die Nachvollziehbarkeit gewährleistet ist. Das regelbasierte Mapping (Reuse, Filter, Mapping, Include) kann frei konfiguriert und für beliebige neue Datenstände immer wieder ausgeführt werden.	Der Prozess zur Übernahme von Konstruktionsteilen in eine Berechnungsstruktur kann dokumentiert werden und alle Referenzen zu CAD-Teilen sind vorhanden (Qualitätssicherung in der Simulation)
Visualisierung	CAX-Teile bzw. Strukturen können visualisiert werden, ohne dafür ein CAX-Programm zu benötigen, da die Daten in ein entspr. Visualisierungsformat konvertiert sind	Einsparung von Lizenzkosten, da Visualisierung auf neutralem Datenformaten erfolgt; Zeitersparnis durch visuelle Konfiguration von CAX Strukturen
Change Management	Bearbeitung von Varianten, Verwaltung von Releases-Ständen und Revisionierung, Nachvollziehbarkeit von Änderungen und damit Grundlage für die gleichzeitige Bearbeitung von digitalen Modellen über die Entwicklungszyklen	Dokumentation von Änderungen über den gesamten Prozess (Qualitätssicherung in der Simulation)
Anforderungs-Management	Dokumentation der Anforderungen (Produkt-Lastenheft) für alle CAX Disziplinen und Verknüpfung der Anforderungen mit den Daten und Prozessen der Berechnungsdisziplinen. So kann gewährleistet werden, dass die Produkthanforderungen dokumentiert und erfüllt bzw. zwischen den Disziplinen auch neu abgestimmt werden können.	Einfacherer Abgleich von Ist- und Zielwerten und ggf. auch automatische Prüfung auf Zielwerte
Workflow	Steuerung und Dokumentation von Aktivitäten wie Freigaben, Übergabe von Aufgaben, Änderungsanträge usw. im Prozess und zwischen Disziplinen	Qualitätssicherung über Dokumentation der Aufgabenverteilung und Abstimmungsprozesse
Externe Applikationen	externe Applikationen, die Prozesse automatisiert starten können (Batch, Eventhandler) und interaktive Prozesse; an die Prozesse können einzelne Dateien oder gesamte Strukturen inkl. Metadaten zur Verarbeitung übergeben werden	über Konfiguration können genau die Daten entspr. dem aktuellen Prozessschritt an die externe Applikation übergeben werden; Zeitersparnis und Vereinfachung bei sich ändernden und komplexen Strukturen
Bibliotheken	In Bibliotheken können vordefinierter Modelle zur Wieder- oder Weiterverwendung abgelegt werden (z.B. Funktionsgruppen-Bibliotheken, Standardlastfälle für Simulationen, Dummies, Barrieren, ...).	Vermeidung von Doppelarbeit durch abteilungsübergreifende Bereitstellung von Modellen
Tracking/Tracing/Referenzierung	Zu jedem Zeitpunkt kann die Modellentstehung nachvollzogen werden, bis hin zu CAE-Releaseständen aus denen das Modell generiert wurde und in welchen Berechnungen z. B. Netze bzw. identische Netze verwendet wurden. Über Such- und Abfragemechanismen gelangt man schnell zu allen verwalteten Objekten.	wesentliches Qualitätsmerkmal des Prozesses, wenn die Durchgängigkeit der Daten zu jedem Zeitpunkt nachvollziehbar ist
Verteilte Dateisysteme	die typischerweise großen Datenmengen im CAE sollten nicht zentral sondern dezentral/verteilt nahe dem Enduser-Desktop gelagert werden	schneller Startzeiten und damit bessere Benutzerakzeptanz; kein zentraler Bottleneck
Projektplanung	Projektsteuerung der CAX Disziplinen in der gleichen Umgebung.	Planungstool für disziplinenübergreifende Projektarbeit schafft Transparenz in Ressourcen- und Personaleinsatz; Monitoring des Projektfortschritt und Termineinhaltung

Tabelle 1: Lösungsbausteine für ein Simulationsdatenmanagement-System

einer systemischen Unterstützung dieser Prozessabschnitte basierend auf der Systemlösung Teamcenter for Simulation ein Zeitgewinn von 20-50% pro Simulationsdisziplin möglich ist. Durch die synchrone Steuerung disziplinenübergreifender Berechnungsprojekte über eine Simulationsmatrix werden gesamtheitliche Bewertungen möglich und die Qualität und Nachvollziehbarkeit von Berechnungen wird sichergestellt.

Mit einer sehr engen Kopplung der Produkt- und CAE-Daten (in gleichen oder auch getrennten Systemen mit Datensynchronisation und individuellen Sichten) haben alle Prozesspartner Zugang zu den gleichen Daten. Schon in frühen Phasen kann man so eine gemeinsame Sprache zum Produkt entwickeln, gegenseitig Vorschläge einarbeiten (auch zu nicht freigegebenen CAD Datenständen) und das Produkt schneller im Reifegrad voranbringen, da die Kommunikation synchronisiert mit dem Fortschritt im System abgewickelt werden kann anstatt über asynchrone Entscheidungen.

Zusammenfassung

Die Herausforderungen in der digitalen Produktabsicherung durch Simulation sind geprägt durch die Verkürzung der

Entwicklungszeiten, steigende Komplexität der Produkte, steigenden Umfang der Berechnungen und die zunehmende Vernetzung der Entwicklungspartner. Beherrschung von Komplexität und Vernetzung mit vielen Partnern sind u. a. Faktoren, die Kostentreiber im Entwicklungsprozess sein können. Daher sind künftige Entwicklungsprozesse dahingehend zu untersuchen:

- frühe Simulation/Absicherung in der Konzeptphase auch ohne CAD Daten verbessern
- Beschleunigung der Vorbereitung digitaler Prototypen für die Simulation
- Minimierung des Aufwandes digitale Prototypen für die Simulation zu erzeugen und zu pflegen
- Anzahl der parallelen digitalen Prototypen reduzieren
- effiziente Kommunikation zwischen Konstruktion und untersch. Berechnungsdisziplinen
- Reduzieren des Aufwandes für Zulieferkoordination

Entwicklungszeiten und Kosten reduzieren kann mit effizienten Schnittstellen erreicht werden. Simulationsdatenmanagement ist eine neue Methode für die Organisations- und Kommunikationsstruktur zwischen der Konstruktion und Berechnung, mit der einige Synergien

erzeugt werden können. Mit Teamcenter for Simulation stellt Siemens PLM eine Plattform zur Verfügung, um Produktwissen aus der Simulation an einem Ort zu sammeln und wiederzuverwenden. Mit der Verbindung zur „PDM-Welt“ wird ein ganzheitliches und nachvollziehbares Bild über die Produktentstehung und -validierung erzeugt.

Literatur:

- [1] Dr. Widmann, U.: „Challenges from an Industrial Point of View“, Sept. 19, 2006, „Distributed Virtual Product Development in Automotive Using the Grid“ Brussels
- [2] NAFEMS: „The Future of Simulation in the Automotive Industry“, April 3, 2008, AUTOSIM Webinar

Kontakt

Dr. Markus Hesse
Jens Philippeit
Siemens Industry Software GmbH & Co. KG
Stuttgart

Tel.: +49 711 47099 215
E-Mail: jens.philippeit@siemens.com