

# Simulationsdatenmanagement und CAE-Prozessdesign weiter als bisher denken

Mit einem modernen SDM-System lassen sich die Grenzen des Systems Engineering überwinden. SCALE.sdm bietet alles, was die moderne Produktentstehung braucht.

*Simulation und Berechnung verlangen nach enormer CPU-Power. Unser Bild zeigt ein Nvidia Data Center*

*Bild: Nvidia*

Viele Experten sehen die Zukunft der Produktentstehung in einer systemorientierten Produktentwicklung, im modellgetriebenen Systems Engineering (MBSE). Erstaunlich nur, dass in der Literatur wenig über das zugehörige Daten- und Modellmanagement zu finden ist. Welchem Backbone kann also die anspruchsvolle Aufgabe der Daten- und Modelllogistik zugewiesen werden? Dem PLM-System? Gewiss nicht – dafür reicht dessen Funktionalität für die Verwaltung und Steuerung von CAE-Artefakten nicht aus. Die Domäne der PLM-Systeme ist konzentriert auf die MCAD-Datenverwaltung und -konsistenz, auf das Konfigurationsmanagement und die Synchronisation von Stücklisten, etwa denen der Entwicklung mit denen der Fertigung. Auch die Anbindung des Engineerings an die Ressourcenplanung (an das ERP-System) erfolgt über das PLM-System.

Systems Engineering mit seiner Idee eines modifizierten V-Modells aus dem Softwaredesign verlangt nach anderer Unterstützung, etwa dem kontextbezogenen Zugriff auf Details aus dem Pflichtenheft sowie Simulations- und Versuchsdaten. Dies vermag nur ein modernes Simulationsdatenmanagement-System (SDM-System) zu leisten.

Warum aber ist der Fokus auf die Funktionsabsicherung bei Systems Engineering so wichtig? Bei Systems Engineering geht es darum, Systemgrenzen auf den Prüfstand zu stellen und sie bei Bedarf zu verschieben, indem eine Vielzahl von Szenarien durchgespielt und iterativ immer wieder korrigierend eingegriffen wird. Mit dieser schier unermesslichen Menge an Feedback kann nur ein SDM-System effizient umgehen und damit die Arbeitslast des Ingenieurs in erträglichen Grenzen halten.

## Vollständig digitales Abbild des konkreten Berechnungsprozesses

SCALE.sdm mit den Modulen SCALE.model, SCALE.result und SCALE.project ist eine innovative CAx-Software-Suite für ein durchgängiges Daten- und Datenprozessmanagement. Die einzelnen Softwaremodule können bei Bedarf einzeln oder in Kombinationen nach Kundenwunsch für spezifische Anwendungsfälle eingesetzt werden.

Das Datenmanagement fürs Pre-Processing eines Simulationsprojekts erfolgt über den Desktop Client SCALE.model. Übersichtlich werden für den Berechnungsingenieur in der Benutzeroberfläche in verschiedenen Teilbereichen Informationen zu Produktstruktur, Modellvarianten, Modelldaten und Versionskontrolle der selektierten Objekte angezeigt. Der Anwender kann sich durch die verschiedenen Projektstände navigieren – Stichwort: Rückverfolgbarkeit und Versionierung. So kann eingesehen werden, mit welchem Parametersatz und welcher Baugruppenstruktur ein Rechnungslauf gestartet wurde – übrigens auch von Kollegen, auf deren Projektdaten der Anwender Zugriff hat. „Zu jedem Engineering-Objekt lässt sich exakt die jeweilige Historie zurückverfolgen. Das ist für das Tagesgeschäft der Berechnungsingenieure sehr wichtig. Sie wollen genau nachvollziehen, wer aus dem Team wann woran gearbeitet hat“, erklärt Marko Thiele, Produktmanager SCALE.model bei der SCALE GmbH aus Ingolstadt.

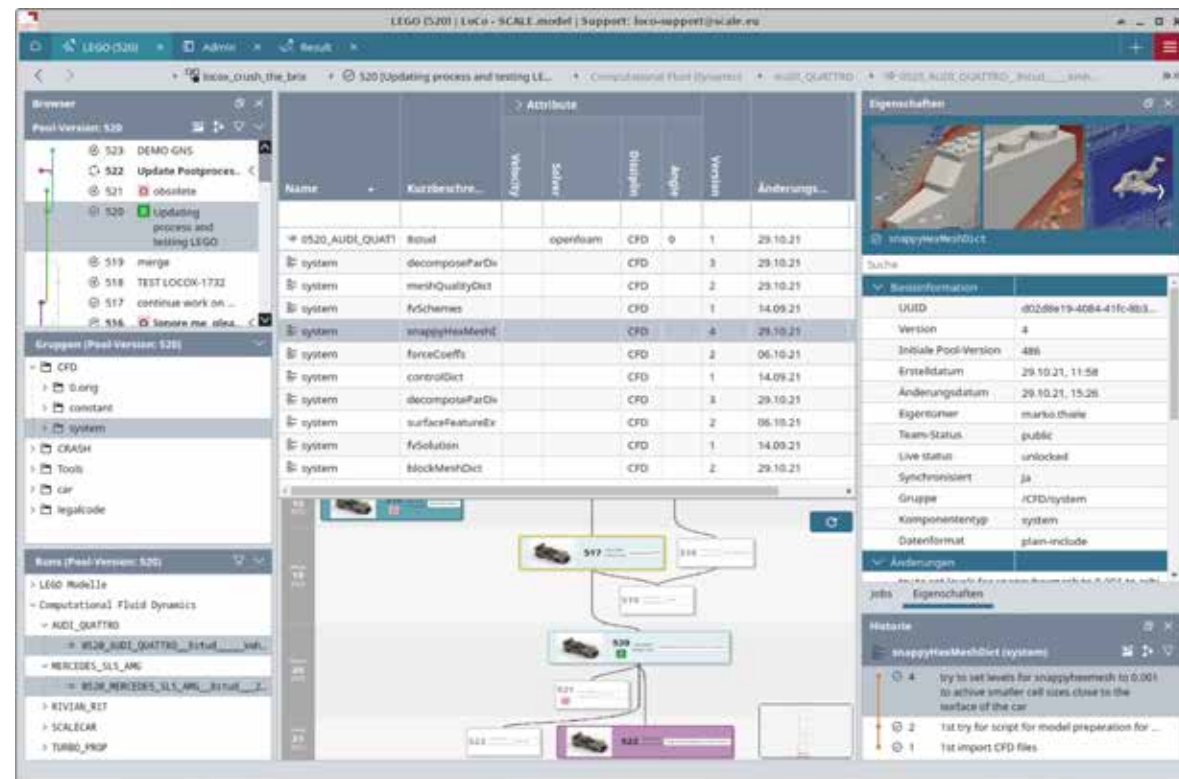
Die Berechnungsläufe werden über Skripte gesteuert, die auch im SDM-System mitverwaltet werden. Darin festgehalten ist zum Beispiel, wie die Teilmodelle zu einem Gesamtmodell zusammengesetzt werden. „Für jedes Teilmodell existieren sogenannte Includes bezogen auf CAE-Modelle unterschiedlicher Baugruppen, die in unterschiedlichen CAE-Tools bearbeitet werden können. Der Zugriff darauf erfolgt für den Anwender transparent



direkt aus dem SCALE.sdm Desktop Client, weil im Hintergrund die ganzen Zugangs- und Berechtigungsprozesse sowie der Up- und Download geregelt sind. Wird in solchen Teilmodellen etwas geändert, entsteht automatisch eine neue Version davon – auf Projektebene und auf der Ebene der betroffenen einzelnen Komponenten, die verbunden wurden“, sagt Marko Thiele.

Es entsteht ein exakt nachvollziehbares virtuelles Abbild des Berechnungsprozesses, abgebildet durch SCALE.model für den Teilprozess „Pre-Processing“. Nehmen wir das projektübergreifende Management von virtuellen Crashbarrieren als Beispiel: Bei großen Automobilherstellern ist es üblich, dass sich ein Experte um die Wartung beziehungsweise Pflege derartiger Bestandteile der Crashberechnung fahrzeugspezifisch kümmert. Der Berechner kann sich die Daten in seine Crashuntersuchung hineinladen, wobei dem Lastfall eine Art „Rezept“ mitgegeben wird – zum Beispiel: „Man nehme für diesen ODB-Lastfall eine passende Barriere ...“ –, also eine Handlungsanweisung für eine Crashberechnung mit einer „offside-deformable Barrier“ (ODB). Auf einen anderen Hindernistyp wird in einem anderen Lastfall über das entsprechende Attribut zugegriffen. Dabei wird auch berücksichtigt, dass die Barrieren automatisch an der richtigen Position platziert werden, indem für Positionierungsparameter in gleicher Weise vorgegangen wird. Marko Thiele sagt dazu: „Auf diese Weise lassen sich im Handumdrehen viele Lastfälle definieren, denen anhand von Rezepten jeweils die richtigen Komponenten und Positionen mitgegeben werden. Die Lastfälle mit all ihren Daten können dann zur Lösung auf einen HPC Cluster

*Blick in die Anwendung SCALE.model*



oder in die Cloud geschickt werden, wobei stets einsehbar ist, an welcher Stelle sich der Solver bei seinem Processing gerade befindet.“

**Autonomes Fahren.** Eine derartige Systematik ließe sich übrigens auch auf Umgebungsszenarien zur Analyse von autonom fahrenden Fahrzeugen anwenden. Über die in SCALE.model ausgewählten Parameter kann der Umwelteinfluss gesteuert werden, etwa das Verkehrsaufkommen oder die Wetterbedingungen.

Interessant ist auch, dass über SCALE.model Parametersätze in einer Datei zusammengefasst und diese auch über Tools generiert werden können, die ein Random Sampling erzeugen. Automatisiert werden dann die Rechenjobs an das Cluster geschickt und können später in SCALE.result stochastisch oder mit Metamodellen wie neuronalen Netzen ausgewertet werden. Dieser Prozess ist auch für ein systematisches Systems Engineering von großem Interesse. Darauf, wie dies im SDM-System gelöst ist, ist Marko Thiele merklich stolz, denn so etwas findet man sonst nicht auf dem Markt.

### SCALE.model sitzt, passt und hat Luft wie ein Maßanzug

Simulations- und Berechnungsprozesse legen in beeindruckender Weise Zeugnis ab über das Vermögen, Innovationen in den Markt zu bringen, und damit auch über die Wettbewerbsfähigkeit von Fertigungsbetrieben. Sie sind wohlüberlegt ausgestaltet und müssen von einem SDM-System umfassend unterstützt werden. Daher bietet SCALE zwei Arten des Customizing beim Pre-Processing an: „So lassen sich Plug-ins implementieren, wenn ein Kunde eine spezielle Funktionalität begehrt, die im Standard von uns nicht geboten wird. Viel häufiger indes ist, dass mittels Konfiguration spezielle Tools eingebunden werden, etwa inhouse entwickelte Solver“, sagt Marko Thiele. Und da gibt es viel zu tun, denn es gibt eine große Zahl von Pre-Processing Tools oder Solver, die alle ihre besonderen Stärken haben und kundenindividuell integriert werden wollen. Wichtig dabei ist, wie Marko Thiele betont, dass die offene Systemarchitektur von SCALE.sdm dies unterstützt. Damit wird dem Kunden die Möglichkeit geboten, Anpassungen auch in Eigenregie durchzuführen. Manche Kunden nutzen dies in großem Umfang, indem sie Mitarbeiter intern oder auch Fremdfirmen mit entsprechenden Dienstleistungen beauftragen.

### Crash eines Lego-Porsches – SCALE.model lässt es krachen und spielt seine Stärken aus

Wie gewieft die SCALE-Entwickler sind, zeigt sich auch am Beispiel des internen Projekts zur Crashsimulation eines Porsche 911 GT3 RS von Lego Technic. Hier skizzieren wir dieses spannende Projekt allerdings nur aus Sicht des Pre-Processing. Der Leser sollte also im Hinterkopf behalten, dass es SCALE.sdm mit all seinen Modulen erlaubt, den gesamten CAE-Prozess als Teamwork abzubilden. Eingebunden waren hierzu Teams von SCALE und der DYNAMore-Gruppe, wie die vollständige Projektbeschreibung aufzeigt (1).

Eine der größten Herausforderungen bei der gemeinsamen Arbeit an einem Berechnungsmodell besteht darin, dass in einem konventionellen Datenmanagementsystem nur eine Person zu einem vorgegebenen Zeitpunkt am selben Datensatz arbeiten kann. Es gibt jedoch mehrere Lösungsansätze, die hierbei mehr Effizienz durch die Parallelisierung von Arbeitsschritten ermöglichen. Der benutzerfreundlichste ist die Realisierung eines Systems,

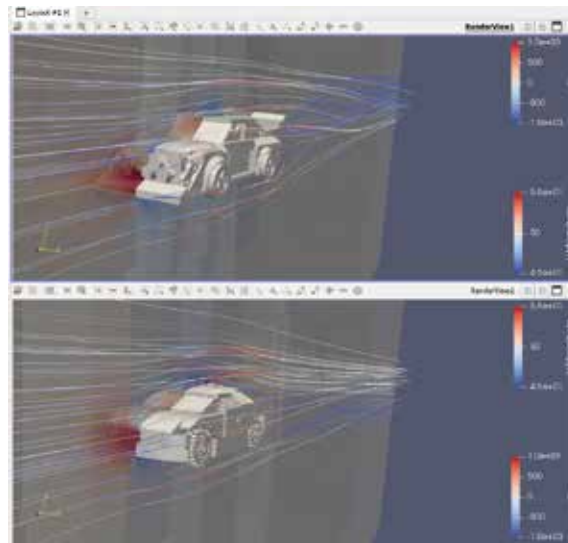
das die Echtzeitbearbeitung derselben Dateien durch mehrere Teammitglieder erlaubt. Dies wurde bereits für Texteditoren wie Google Docs als Cloud-Anwendung umgesetzt.

Da dies bei Berechnungsmodellen nicht möglich ist, weil die Pre-Processing Tools dies nicht unterstützen, ist ein anderer Ansatz die Aufteilung des zu analysierenden Modells in mehrere Dateien, wobei die Faustregel gilt: je größer das Team, desto wichtiger wird die Aufteilung des Modells in immer kleinere Pakete. Dies ist übrigens eine gängige Praxis in realen Automobilprojekten. Bei konsequenter Anwendung führt dieser Ansatz zu Konfigurationen, bei denen jedes Teil einer Fahrzeugbaugruppe in einer eigenen Datei gespeichert ist. Das hat zur Folge, dass im SDM-System bis zu mehrere Tausend Dateien gleichzeitig verarbeitet werden müssen. Dies stellt eine besondere Herausforderung für die Benutzeroberfläche und die zugrunde liegenden Mechanismen dar, etwa für die Synchronisation von Daten. Die Schaffung eines derartigen „Worst-Case-Szenarios“ war den Entwicklern von SCALE.sdm Ansporn genug für die Erstellung der Lego-Beispiele.

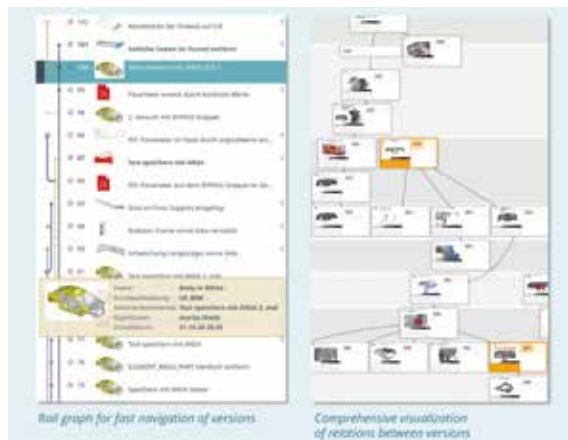
**Geometriedefinition und -import.** Das am häufigsten verwendete Format zur Beschreibung von Lego-Modellen ist LDraw (1). In diesem Format finden sich lediglich Transformationsinformationen, Farbe und Verweis auf einen Lego-Stein in der standardisierten LDraw-Bausteinbibliothek.

Innerhalb von SCALE.model werden Lego-Steine in einem gemeinsamen Bibliothekspool verwaltet, der für jeden Lego-Stein ein vernetztes Modell in Ausgangsposition enthält. Für die Umwandlung der Lego-Modelle in das Solver-Format wurde ein Skript geschrieben, das die LDraw-Datei für den Solver übersetzt und die einzelnen Lego-Steine aus dem Bibliothekspool wieder und wieder transformiert an die richtigen Positionen im Modell setzt. Um die effektive Zusammenarbeit zu gewährleisten, wurden die großen Lego-Modelle importiert und eine (verschachtelte) Struktur für Unterbaugruppen definiert. Dies ermöglicht es Teammitgliedern, an einer Unterbaugruppe zu arbeiten, während andere an einer anderen zugange sind. Im Hintergrund behält das SDM-System stets den Überblick darüber, wer an welchen Teilen des Modells arbeitet, sodass die Benutzer die Versionen der Modellteile, an denen sie gearbeitet haben, später nicht manuell zusammenführen müssen.

**Vernetzung.** Die Hauptarbeit bei diesem Projekt war das Meshing. Jeder Lego-Stein wurde sowohl als 2-mm-als auch als 1-mm-Variante vernetzt. Diese Varianten werden in SCALE.model an einer zentralen Stelle abgespeichert, sodass man leicht Simulationen mit beiden



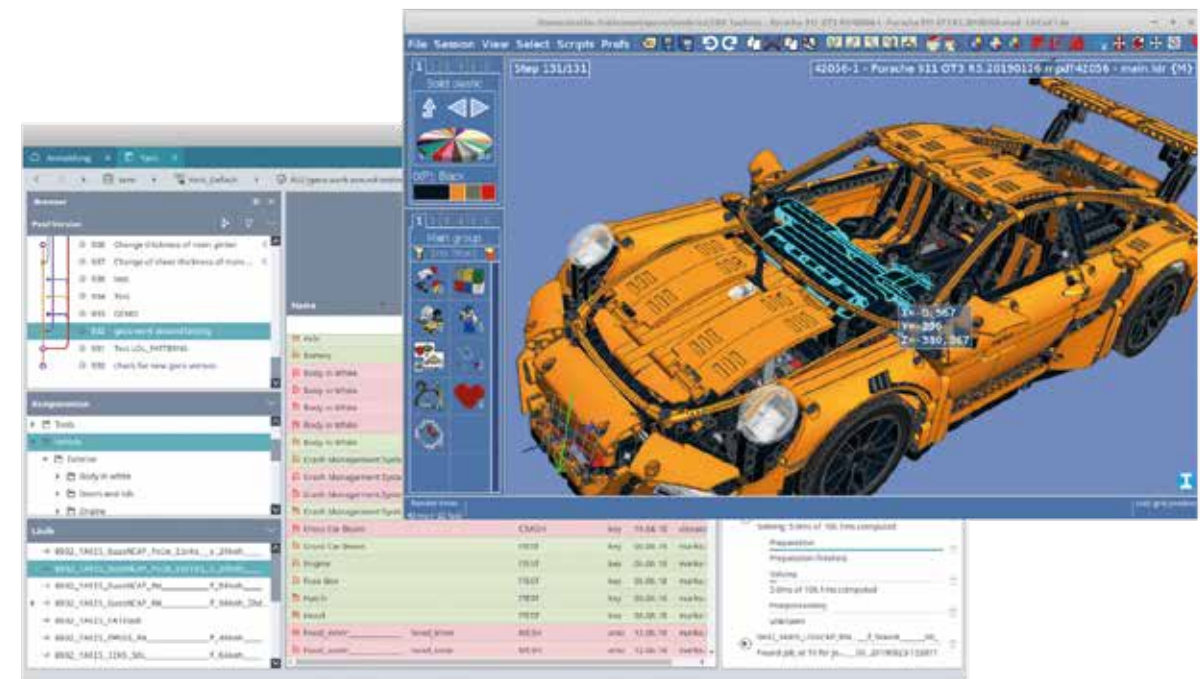
Strömungssimulation eines Lego-Autos



In SCALE.model lassen sich die Berechnungsergebnisse in Form von Versionsbäumen aufzeigen, die wie eine Art „Familienstammbaum“ funktionieren. Es resultiert eine Übersichtlichkeit, die sehr geschätzt wird. Modelle für die Crash-Berechnung bestehen aus bis zu mehreren hundert Dateien in teilweise sehr unterschiedlichen Versionsständen (Komponenten für Lenkrad, Sitz, Schalthebel, Skripte für die Automatisierung von Berechnungsläufen und anderes mehr). Die Komponenten werden weltweit, auch von Zulieferern bearbeitet. Jede Modellkomponente hat seine eigene Geschichte, die sich über SCALE.sdm genau zurückverfolgen lässt

Quelle: SCALE 2019

Arbeiten mit CAD-Daten eines Lego Porsche 911 GT3 innerhalb von SCALE.model



Netzaufösungen erstellen kann. Zusammen mit den Lego-Stein-Modellen des genutzten Solvers LS-DYNA wurden die CAD-Daten und die bereinigte Geometrie in SCALE.model als ANSA-DB-Dateien gespeichert (ANSA von Beta-CAE: kommerzieller Präprozessor).

Die ursprünglichen CAD-Daten für jeden Lego-Stein aus der LDraw-Bibliothek liegen meist in Form einer einfachen Triangulation der einzelnen Elemente vor. Diese können in STL- oder OBJ-Dateien konvertiert und in den Präprozessor ANSA oder Altair Hypermesh importiert werden. Allerdings sind diese Netze für die Durchführung von Simulationen nicht geeignet, weshalb man sich für tetraedrische Volumennetze mit einer Zielkantenlänge von 1 mm und 2 mm entschied.

Ein Nachteil bei der Verwendung von Volumenelementen ist, dass diese zu Modellen mit sehr vielen Elementen führt. Die Anzahl kann durch die Verwendung von Hexaederelementen reduziert werden. Für das endgültige Modell, in dem Steine wie #41239 29-mal im gesamten Modell verwendet werden (siehe Abbildung), spart dies mehr als 800 000 Elemente für die endgültige Simulation. Das resultierende vollständige Porsche-Modell enthielt mehr als 2 700 Steine, die jeweils als Einzelteile behandelt wurden. Für die Variante mit den Bausteinen, die mit einer Zielementgröße von 1 mm vernetzt sind, enthielt dieses Modell die erstaunliche Menge von etwa 19,5 Millionen Elementen. Dies übersteigt die übliche Modellgröße für integrierte Simulationen von Vollfahrzeugcrashes, die in der realen virtuellen Produktentwicklung bei OEMs eingesetzt werden, um mehr als das Doppelte!

Da bei der Verwendung der 2-mm-Variante viele Details der Steine verloren gehen – etwa die Kontaktsituation der einzelnen Lego-Steine, die aber entscheidend für das Gesamtverhalten des Modells ist –, erschien es ratsam, die 1-mm-Variante zu verwenden.





Marko Thiele, Produktmanager SCALE.model



Martin Liebscher, Produktmanager SCALE.result



Gordon Geißler, Produktmanager SCALE.project



Heiner Müllerschön, Geschäftsführer von SCALE

Die durchschnittliche Laufzeit auf einem Hochleistungscluster (HPC) mit 192 CPUs für die Simulation betrug 22 Stunden für 120 ms simulierten Crashvorgang.

Andere Dateien, die für die endgültige Simulation benötigt werden, wie eine Masterdatei mit allen Steuerkarten, Barrieremodellen, Führungsblöcken (die unter dem Fahrzeug angebracht wurden, um sicherzustellen, dass es geradeaus fährt) und Dateien mit Materialkarten werden ebenfalls in SCALE.model verwaltet.

Neben dem auf Youtube gezeigten Aufprall (2) mit einer um 40 Prozent versetzten ODB-Barriere wurden auch Lastfälle für eine starre Frontwand, eine um 50 Prozent und 25 Prozent versetzte Barriere (jeweils bezogen auf die Mittellinie des Fahrzeugs), Crashes mit einem Aufprallwinkel von 30° und verschiedene Geschwindigkeiten erstellt.

„SCALE.model besitzt die Fähigkeit, Attribute, die an Komponenten und Parameterwerten definiert wurden, zu verwenden, um sie automatisch mit bestimmten Simulationen zu verknüpfen. Dadurch ist es möglich, eine große Anzahl verschiedener Variationen eines virtuellen Produkts zu erstellen, ohne alle Komponenten (Dateien, Includes) einzeln mit jedem Lastfall in Beziehung setzen zu müssen“, sagt Marko Thiele. Bezogen auf das Beispiel mit dem Lego-Porsche bedeutet dies, dass bei einer Änderung an einem Lego-Stein diese Änderung automatisch in alle definierten Anwendungsfälle übernommen wird und die Übermittlung von Aufträgen für viele Lastfälle zur Auswertung eines Gesamtstatus eines Simulationsprojekts mühelos verläuft.

#### SCALE.result verschafft Klarheit bei den Ergebnissen

Ist die Berechnung abgeschlossen, werden die Ergebnisse vom Rechencluster entweder auf die Workstation des Anwenders übertragen, oder aber sie können über SCALE.result abgerufen werden. SCALE.result ist als Teil der

#### SCALE wird AWS-Partner

Die SCALE GmbH ist seit Beginn 2022 Partner des Cloud-Anbieters Amazon Web Services (AWS). „Mit der AWS-Partnerschaft und der Zertifizierung unserer Softwareprodukte für AWS wird für unsere Kunden SCALE.sdm effizient und professionell in der Amazon-Cloud verfügbar sein“, sagt dazu Heiner Müllerschön, Geschäftsführer von SCALE.

Ein wesentlicher Vorteil des Betriebs von SCALE.sdm in der Cloud ist die Skalierbarkeit und Hochverfügbarkeit der Systemmodule. Hinzu kommt das standardisierte, vollautomatische Deployment, das eine unkomplizierte Bereitstellung des Systems ermöglicht. AWS stellt eine Umgebung für einen hervorragend skalierbaren und sicheren Einsatz von SCALE.sdm bei niedrigen Kosten zur Verfügung. Zusätzlich stehen auch speziell für Datenanalysen entwickelte Applikationen von AWS zur Verfügung, die mit SCALE.sdm kombiniert zur erweiterten Auswertung genutzt werden können. Beispiele sind Amazon Quicksight als Business Intelligence System – insbesondere für Datenanalysen – und Amazon SageMaker als Machine-Learning-Plattform.

[aws.amazon.com/de/big-data/datalakes-and-analytics](https://aws.amazon.com/de/big-data/datalakes-and-analytics)

SCALE.sdm Suite ein serverbasiertes Post-Processing-Managementsystem mit zentraler Datenhaltung und Weboberfläche sowie einem zusätzlichen SDM Desktop Client. „Gerade Versuchsingenieure, die beispielsweise am Prüfstand arbeiten, wollen nicht noch einen weiteren Fat Client in ihrem PC installieren, deshalb haben wir entschieden, auch eine Weboberfläche anzubieten, bei der nichts heruntergeladen werden muss. Die Benutzeroberfläche stellt eine Art Workspace für den Versuchs- oder Simulationsingenieur dar: Jeder kann sich seine Ansichten und Datenfilter im Sinne eines Customizing selbst konfigurieren. Die Ergebnisse können multimedial angezeigt werden, sodass etwa der Vorher-Nachher-Vergleich sehr intuitiv möglich ist“, erklärt Martin Liebscher, Produktmanager von SCALE.result. Auch die Reports können nach eigenem Gusto oder Firmenvorgaben formatiert werden.

Simulations- und Versuchsdaten zum direkten Vergleich lassen sich direkt hochladen beziehungsweise über Schnittstellen aus anderen Systemen importieren. Auch Dokumente, Bilder, Videos oder Kurven lassen sich so einfügen oder zur Darstellung in Kombination mit externen Applikationen im SDM Desktop Client bereitstellen. „Die Analyse umfangreicherer Datenreihen aus Parameterstudien oder Robustheitsanalysen, zur Versuchsplanung beziehungsweise -auswertung werden durch ein eigenes Datenanalysemodul unterstützt“, sagt Martin Liebscher und weist darauf hin, dass diverse Technologien, teilweise auf maschinellem Lernen basierend, zur nichtlinearen Prognose, Antwortflächen-

visualisierung oder Ausreißerererkennung zur Verfügung stehen. Die zentrale Konfiguration von Ansichten und dargestellten Daten ermöglicht den bedarfsgerechten Zugang auch für verschiedene Fachdisziplinen.

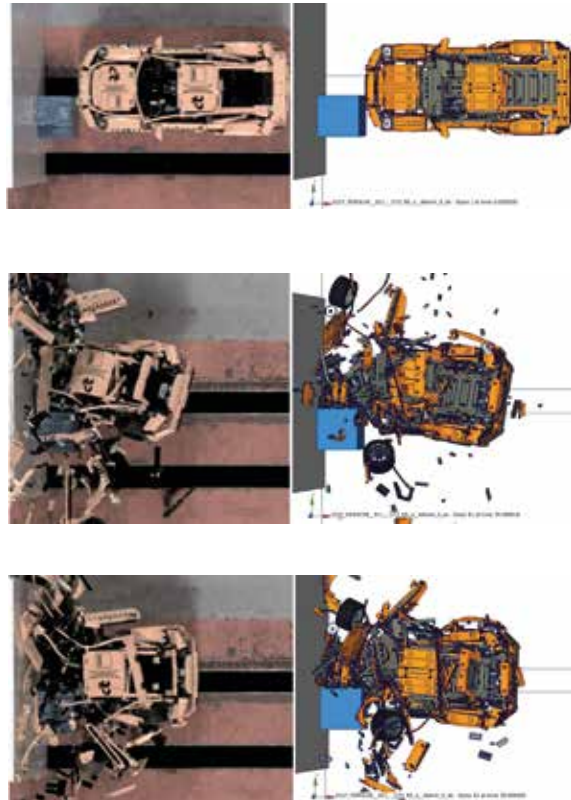
Im Sinne eines offenen Systems oder zur individuellen Anpassung können eigene Add-ons zu SCALE.result hinzugefügt werden. Drittanbieter-Add-ons wurden beispielsweise von Fraunhofer SCAI oder Sidact entwickelt, um Ausreißern, also einem ungewöhnlichen Verhalten in Simulationen, auf die Spur zu kommen. Hierzu müssen keine Daten heruntergeladen werden, vielmehr geschieht dies bereits auf dem Server.

### Der Ball liegt im Feld des Anwenders

Wie lässt sich SCALE.sdm rasch produktiv in Betrieb nehmen? Das ist eine nicht leicht zu beantwortende Frage. Teilweise lässt sich beobachten, dass SDM-Systeme über Jahre hinweg eingeführt werden. Was ist der Grund dafür? „Das ist durchaus verständlich, weil mit der Einführung einer derartigen Prozessunterstützung auch die zuvor gelebte CAE-Methodik angepasst werden muss. Als Herausforderung kommt hinzu, dass es eine unglaubliche Menge an CAE-Werkzeugen gibt, die je nach Kunden eingebunden werden müssen. Es ist ja schon erstaunlich, wie viele Disziplinen sich alleine mit LS-DYNA abbilden lassen“, erklärt Martin Liebscher.

Der Ball liegt also zunächst im Feld des Kunden – im Sinne von Standardisierung, die mit der Einführung einhergehen sollte. Das erfordert viel Abstimmungsarbeit in den Fachabteilungen. „Zum Beispiel ist es notwendig, sich auf Bezeichnungskonventionen zwischen Berechnung und Versuch zu einigen, damit Key Results, Kurven, Bilder oder Videos eindeutig referenzierbar sind. Es müssen bereichsübergreifende Bezeichnungen und Nummerierungskonventionen für Fahrzeugtüren, für Barrieren und vieles andere mehr gefunden werden. Diese Abstimmung und Standardisierung nimmt in einem Konzern eine Menge Zeit in Anspruch“, fügt Marko Thiele hinzu.

Es sind ja Hunderte von Ingenieuren am Werk, die sich aufeinander einlassen müssen, allein damit eine allgemein akzeptierte Nummerierungskonvention für Element- und Part-IDs zustande kommt. Noch anspruchsvoller wird die Abstimmungsarbeit bei Konventionen für die Parametrierung von Prozessen, wenn also Skripte automatisiert ablaufen sollen. „Zwischen den Fachabteilungen muss erst einmal der Dialog in Gang gesetzt werden“, gibt Marko Thiele zu bedenken.



Crash-Daten eines Lego Porsche 911 GT3 von Videos aus dem Versuch und aus der Simulation (siehe Text)

SCALE hat viel Erfahrung beim Erkennen der aktuellen Ausgangssituation und kann dann geeignete Handlungsempfehlungen für die schnelle, effiziente Einführung geben. Hierzu gibt es ein Consultant-Team bei SCALE, das die Sprache des jeweiligen Kunden spricht und in die Rolle des Mediators schlüpft. „Wenn viele Ingenieure gemeinsam an einem Strang ziehen – erst dies bringt den ganz großen Effekt!“, sagt Martin Liebscher mit Nachdruck.

### SCALE.project öffnet Tor zu Systems Engineering

Zurück zu der Frage, wie sich ein Simulationsdaten- und -prozessmanagement in ein Systems Engineering einbetten lässt. Dabei geht es in einem ersten Schritt um die systematische Verknüpfung des Anforderungsmanagements mit dem Post-Processing. Dies führt uns zu SCALE.project. Dort werden Anforderungen (etwa in Form von farbig hinterlegten Grenzwerten einschließlich der Beschreibungen dazu) für Simulationsprojekte definiert und zentral verwaltet, etwa in Hinsicht auf noch zulässige Grenzwerte. SCALE.project erlaubt die Statusüberwachung und Dokumentation in Hinsicht auf die Ergebnisbewertung durch manuelle Eingabe oder durch automatisch übernommene Versuchs- und Simulationsdaten aus SCALE.result. Durch die Integration von SCALE.result bewegen wir uns, in der Nomenklatur des Systems Engineering ausgedrückt, auf der Validierungsseite des V-Modells. „SCALE.result stellt die Arbeitsebene des Ingenieurs bei der Absicherung eines Lastfalles oder Bauteils gegenüber Projektanforderungen dar, während SCALE.project sich auf die Ebene darüber bezieht: auf die des technischen Managements, dessen Interesse darin bestehen kann, zu hinterfragen, ob etwa eine bestimmte Funktion domänenübergreifend vollständig abgesichert ist“, erklärt Gordon Geißler, Produktmanager von SCALE.project.

### PLM-Anbindung

An dieser Stelle fehlt nur noch die Einordnung des PLM-Systems. Das PLM-System wird zur Verwaltung von MCAD-Daten verwendet. Auch die Vernetzung der CAD-Daten im Sinne eines Pre-Processing kann über das PLM-System verwaltet werden. SCALE und sein Partner GNS Systems integrieren Tools wie ANSA, die auch Schnittstellen zu PLM-Systemen aufweisen. Wollte man die Ergebnisse der Simulation ins PLM-System zurückschreiben, würde dies über SCALE.project geschehen. (bv)

### Gewollt oder Fehlverhalten?

Bei dem vom BMBF geförderten Forschungsprojekt ViPriA geht es um die Entwicklung von auf Machine-Learning-Ansätzen basierenden Assistenzsystemen zur Unterstützung von Berechnungsingenieuren (3). Mithilfe von intelligenten Assistenzfunktionen sollen sie im Entwicklungsprozess bei komplexen Entscheidungen unterstützt und von Routineaufgaben entlastet werden.

So haben die Projektpartner unter Konsortialführung von SCALE ein Modul entwickelt, das automatisiert sogenannte Outliers (zu deutsch: Ausreißer) erkennt. Hierzu werden große Mengen an Simulationsdaten gescannt, und unerwartetes Verhalten, das der Experte in der Datenflut eventuell übersehen würde, wird angezeigt.

Gibt es Auffälligkeiten bei einer Analyse gegenüber anderen Simulationen, wird Alarm geschlagen. Natürlich kann es dennoch sein, dass es sich dabei um ein normgerechtes Ergebnis handelt und die Abweichung gewollt ist, etwa weil es sich um eine Innovation handelt. Damit solche Analysen eben einmal schnell ausgelöst werden können, ist es notwendig, dass die Daten an Ort und Stelle organisiert und strukturiert vorliegen. Dies wird über SCALE.sdm sichergestellt. Dieses Vorhaben unterstützt Cloud-Computing-Ansätze, weil Drittanbieter-Tools methodisch korrekt eingebunden werden können, um noch verborgenes Wissen aus den Daten zu heben. Projektpartner sind neben SCALE das Fraunhofer-Institut SCAI, Sidact GmbH (beide aus Sankt Augustin), Audi, Porsche und Volkswagen.

[www.scale.eu/de/aktuelles/forschungsprojekte/vipria](http://www.scale.eu/de/aktuelles/forschungsprojekte/vipria)

### Referenzen

- (1) Gerlinger, T. et al., „On the Setup and Simulation of Large Scale LEGO Models built with LS-DYNA and LoCo“, 12th European LS-DYNA Conference 2019, Koblenz
- (2) [youtu.be/dCPWPj4JHqg](https://youtu.be/dCPWPj4JHqg)
- (3) [www.scai.fraunhofer.de/en/business-research-areas/numerical-data-driven-prediction/projects/ViPriA.html](http://www.scai.fraunhofer.de/en/business-research-areas/numerical-data-driven-prediction/projects/ViPriA.html)



# „IT-Umgebungen schaffen, bei denen der Ingenieur seine Daten ganzheitlich im Blick hat“

SCALE und GNS Systems sprechen ganz gezielt das Simulationsdatenmanagement in der virtuellen Produktentwicklung an. Über den Kernnutzen für Simulationsingenieure spricht die Redaktion mit dem Geschäftsführer der GNS Systems GmbH aus Braunschweig, Christopher Woll.



*Herr Woll, GNS Systems hat den Rahmen der Partnerschaft mit SCALE neu definiert. Worauf zielen Sie dabei ab?*

Als Experten für Simulation Data Management beraten wir zunehmend Kunden dabei, eine effiziente Datenverwaltung ihrer zugrunde liegenden digitalen Modelle zu erreichen. Speziell in der Partnerschaft mit SCALE hebt GNS Systems wesentliche Know-how-Synergien. Gemeinsam können wir langfristig den Bedarf der Anwender an innovativen, skalierbaren und hochverfügbaren Lösungen im deutlich wachsenden Markt von Simulations- und Prozessmanagement decken. In der Partnerschaft fokussieren wir uns auf Cloud-Lösungen, vor allem auf Microsoft Azure. So werden wir SCALE.sdm künftig auch auf unserer eigenen Engineering-Cloud-Plattform, dem Digital Engineering Center, einbinden.

Unsere Kunden haben ja nicht nur ein SPDM-System im Einsatz, sondern auch andere Backend-Systeme. GNS Systems sorgt für die Integration in die unternehmensweite IT, also die Verknüpfung zum Beispiel mit dem im Einsatz befindlichen PLM-System, Task-Management über SAP und anderes mehr. Wir betrachten die IT-Infrastruktur ganzheitlich, und dazu gehört es ebenso, zu prüfen, welches SDM-System tatsächlich am besten passt. In unseren Partnerschaften beraten wir zu Lösungen wie der von SCALE.

*Welche Kundenansprache haben Sie gewählt?*

GNS Systems geht von einem Beratungs- und Dienstleistungsansatz aus. Die Ziele und Anforderungen des Kunden geben die Marschrichtung bei der gemeinsam durchgeführten Systemauswahl vor. Dabei ermitteln wir, welche Möglichkeiten der kundenspezifischen Konfiguration es gibt. Zudem bieten wir ein eigenentwickeltes Konnektoren-Framework an, das je nach Bedarf programmiert und integriert werden kann. Oder aber der Kunde setzt auf IT-Produkte, die kommerziell verfügbar sind. So bietet SCALE.sdm eine REST-API, über die PLM-Systeme angebunden werden können. Übrigens bieten wir auch ein selbst entwickeltes Lizenz-Monitoring-Tool an. In der Hauptsache aber konzentrieren wir uns auf das Consulting.

## Engineering-Daten in der Cloud



Cloud Computing bietet für SDM eine Reihe von bemerkenswerten Vorteilen  
Quelle: GNS 2022

*Eine Strategie hin zur Nutzung von Cloud Computing ist ja in fast allen – zumindest größeren – Firmen formuliert, aber der Weg dorthin erscheint mir doch sehr steinig. Hierbei gibt es viele Vorstellungen und Unsicherheiten. Wie stellt sich die Übergangphase aus Sicht von GNS Systems dar?*

Sie haben recht, die Ausgangssituationen sind sehr unterschiedlich. Der Markt lässt sich in zwei Gruppen einteilen: die eine, die sich transformieren, und die andere, die von vorne anfangen kann, quasi auf der grünen Wiese. Sie müssen wissen, dass die Möglichkeiten von Cloud Computing in der Fertigungsindustrie erst seit drei oder vier Jahren ernsthaft diskutiert werden. Immerhin: Viele Kunden betreiben inzwischen hybride Umgebungen aus On-Premises- und Cloud-Anwendungen.

*Warum eigentlich die Cloud? Was spricht für sie?*

Der große Vorteil der Cloud ist die viel größere Flexibilität und dass auch viel mehr automatisiert werden kann. Versuchen Sie doch einmal, auf die Schnelle 500 PCs zu ordern. Da müssen Sie eine Menge Geduld mitbringen, denn das dauert Monate in der derzeitigen Situation. Über die Cloud kann, im Gegensatz zu On-Premises-Systemen, sehr flexibel auf Ressourcen zugegriffen werden. Dennoch braucht man sich um den Investitionsschutz in Hinblick auf Altdatenbestände keine Sorgen zu machen.

*Na, dann bin ich ja beruhigt. Was zeichnet die Partnerschaft mit SCALE aus?*

Wir kennen uns seit vielen Jahren aus Kundenprojekten. Nun haben wir unsere Partnerschaft auf ein neues Niveau gehoben. So kann sich SCALE mehr auf die Weiterentwicklung seines Portfolios konzentrieren und GNS Systems mehr auf die Integration in die Engineering-IT des Kunden. Die Vorteile für den Kunden liegen auf der Hand: nur ein Ansprechpartner. Der Kunde kann Managed Services einkaufen, die die komplette Spanne von der Erstberatung bis zur Produktintegration einschließ-

lich Customizing abdecken. Dabei treten entweder SCALE oder GNS Systems als Lead auf. Im Hintergrund stimmen wir uns natürlich genau ab.

*Wie kann ich letztere Anmerkung verstehen?*

Für den Kunden besteht die Herausforderung darin, ein sehr enges Geflecht an Ingenieurs- und IT-Prozessen zu betreiben. SCALE beschäftigt sich ja zunächst nicht damit, auf welchen Storage-Systemen in welchen Ländern verteilt die Engineering-Daten liegen. Eine andere Frage in diesem Zusammenhang lautet: Wann greifen welche Löschregeln zur Erfüllung von Datenschutzvorgaben? GNS Systems pflegt eine sehr intensive Partnerschaft mit Cloud-Providern, um hier stets auf dem aktuellen Stand zu sein.

*Das englische Wort „tenant“ bedeutet Mieter oder Pächter. Eine Multi-Tenancy-Umgebung in der Cloud entspricht gemieteten Kundenkonten zur Nutzung von Ressourcen. Das wirft Fragen nach einem sicheren Datenmanagement in Cloud-Umgebungen auf, etwa in Hinblick auf die Aufrechterhaltung der Flexibilität bei der Cloud-Nutzung und mögliche Lock-in-Effekte. Was raten Sie Ihren Kunden?*

Zum einen besteht die Möglichkeit, mehrere Tenants bei einem Cloud-Anbieter zu buchen, also in der Cloud ein vernetztes Datenmanagement zu betreiben – mit On-Premises-Anwendungen und mit Cloud-to-Cloud-Anbindung. Wichtig ist zu wissen, dass die großen Cloud-Anbieter auch die größten Netzwerkbetreiber in der Welt sind.

Viele unserer Kunden stehen vor der Herausforderung, standortübergreifend große Datenmengen zu teilen. Mit einer Cloud-Lösung ist dies kein großes Thema mehr. Am Ende geht es doch darum, dass der Ingenieur seine Daten ganzheitlich im Blick behalten kann.

Der moderne Ansatz ist, alle Daten in einem Data Lake in der Cloud abzulegen. Über eine Data-Integration-Plattform kann man im Sinne einer umfassenden Transparenz auf die Daten zugreifen: Dadurch ist gewährleistet, dass man stets genau weiß, welche Produkte mit welchen Daten entwickelt und abgesichert wurden.

Wir sind nicht mehr so weit entfernt von der Vision, Tools mit einheitlichen Schnittstellen in die Cloud zu verlagern, sodass Fragen der IT-Infrastruktur in den Hintergrund treten.

*Vielen Dank für die Stellungnahme!*

Interview: Bernhard D. Valnion