

# Volkswagen ist Herr seiner Simulationsdaten

Volkswagen Pkw nutzt SimData Manager von PDTEC für die strukturierte Ablage und das gemeinsame Arbeiten an Projekten mit CAE-Daten. Die Berechnungsingenieure können ohne eigene Mühen vollständig regelkonform arbeiten. Der Aufwand bei der Projektabstimmung ist deutlich reduziert, weil jeder Beteiligte den vollständigen Überblick hat / Mit SDM wird das Tor zur professionellen Nutzung von maschinellem Lernen aufgestoßen.

Von BERNHARD D. VALNION

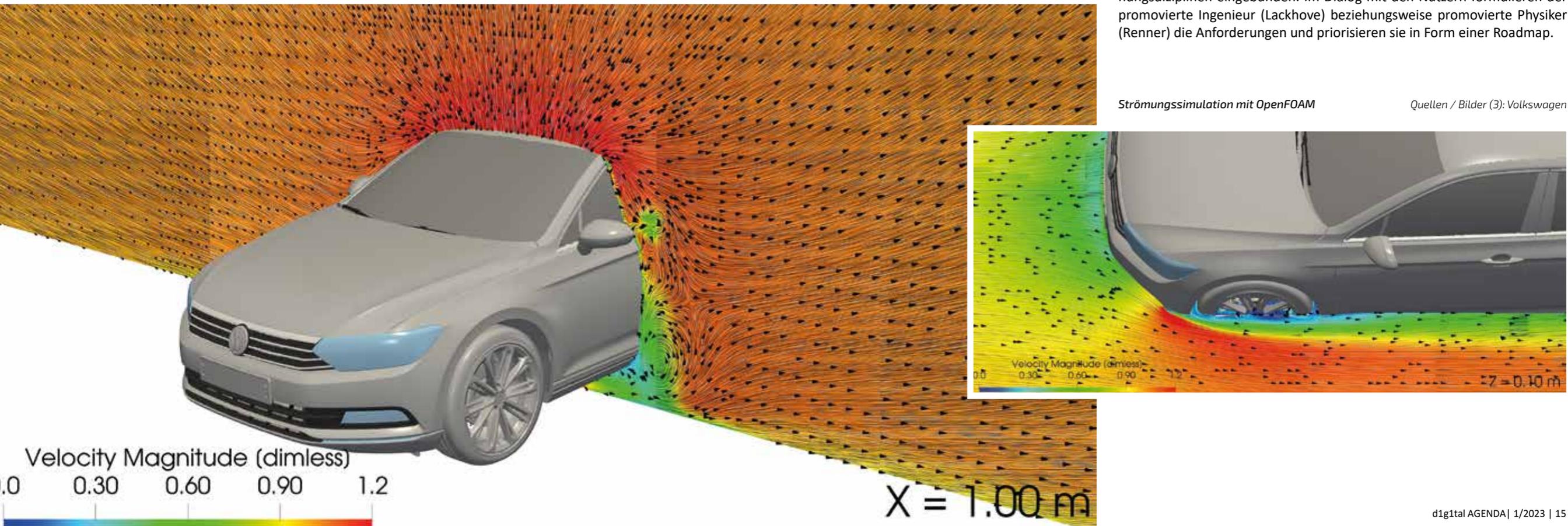
In der modernen Automobilentstehung ist die Funktionsabsicherung auf Basis von digitalen Prototypen nicht mehr weg zu denken. Und der Hunger nach immer mehr CAE (Computer-aided Engineering) ist nahezu unermesslich, wie das Beispiel Volkswagen belegt (siehe Textkasten). Allerdings: So viel Simulation und Berechnung kommt ohne ein dediziertes Management von Daten und Prozessen nicht aus. Nicht nur in Hinsicht auf die enormen Mengen an Daten, die dabei anfallen, auch die zugrunde liegenden Prozessen müssen sorgfältig gestaltet sein und müssen stabil und geltungssicher ausgeführt werden. Daher gehört die Marke Volkswagen Pkw nicht nur innerhalb des VW-Konzerns, sondern unter den Automotive-OEMs zur Avantgarde in Sache Roll-out eines Simulationsdatenmanagementsystems (SDM-Systems).

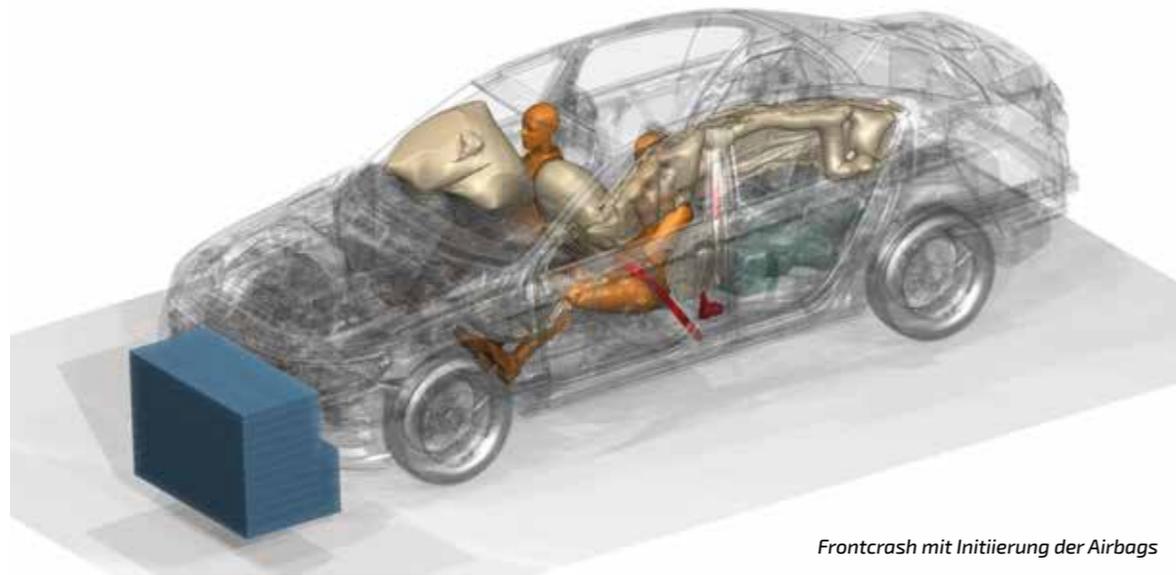
Gleich vorweg eine Anmerkung, die im Weiteren bei der Einordnung hilft: Im Volkswagen-Konzern gibt es drei Installationen von SimData Manager der PDTEC AG aus Karlsruhe – eine bei Porsche, eine bei VW und eine bei Audi. So lassen sich gezielt Synergien nutzen, etwa um Anforderungen zu bündeln und PDTEC deren Umsetzung zu beauftragen. Die Installationen wurden nicht zeitgleich eingeführt, bauen daher auf verschiedene IT-Infrastrukturen auf und erfüllen verschiedene Aufgaben. Die Erfolgsstory hat mit der Implementierung von SimData Manager bei Porsche begonnen (1).

Im Gespräch mit dieser Zeitschrift erklären Marcus Renner und Kilian Lackhove als Vertreter der SDM-nutzenden Abteilungen der Technischen Entwicklung von Volkswagen Pkw die Prozesskette und das zugrundeliegende Datenmanagement für die Berechnung und Simulation. Als Product Owner vertreten sie die Gesamtheit der Nutzerschaft. Immerhin sind über SimData Manager inzwischen eine größere, zweistellige Anzahl Berechnungsdiziplinen eingebunden. Im Dialog mit den Nutzern formulieren der promovierte Ingenieur (Lackhove) beziehungsweise promovierte Physiker (Renner) die Anforderungen und priorisieren sie in Form einer Roadmap.

Strömungssimulation mit OpenFOAM

Quellen / Bilder (3): Volkswagen





Frontcrash mit Initiierung der Airbags

### SimData Manager überzeugt durch modularen Aufbau

Grundsätzlich erlaubt SimData Manager den effizienten, durchgängigen Zugriff auf alle simulationsrelevanten Daten über die gesamte CAE-Prozesskette und ermöglicht die bidirektionale Verfolgung im Sinne einer vollständigen Datendurchgängigkeit – von den zugrundeliegenden CAD-Daten bis hin zu den finalen Simulations-Reports. PDTEC hat das SDM-System modular konzipiert. So gibt es einen CAE Offline-Client (für Export und Import von CAE-Modellen), einen CAD Import-Client (für den Import von CAD-Daten und PDM-Strukturen), CAE Part-Manager (für die Wiederverwendung von CAE-Objekten und dem Schnüren von Arbeitspaketen für Dienstleister), um nur einige Module zu nennen. Volkswagen treibt die Modularität seiner komplexen CAE-Prozessinfrastruktur weiter und nutzt eine Auswahl der Komponenten von SimData Manager, um Daten- und Prozessmanagement trennscharf abzugrenzen. „SimData Manager dient bei uns als geordnetes Ablagesystem für die Berechnungsinputs und die Berechnungsergebnisse und unterstützt die effiziente Kooperation in den Teams und mit Partnerfirmen. Bei der Crash-Berechnung liegt aber eine spezielle Situation vor: Für Crash werden nämlich die Berechnungsinputs über ein anderes System assembliert. Ich gehe davon aus, dass CAE-Workflows immer unter Nutzung mehrerer Datenmanagementsystem ablaufen werden“, gibt Marcus Renner zu bedenken. Wie bei anderen Automotive-OEMs ist die Situation beim Datenmanagement im Bereich CAE eben nicht schwarz oder weiß, wie sie

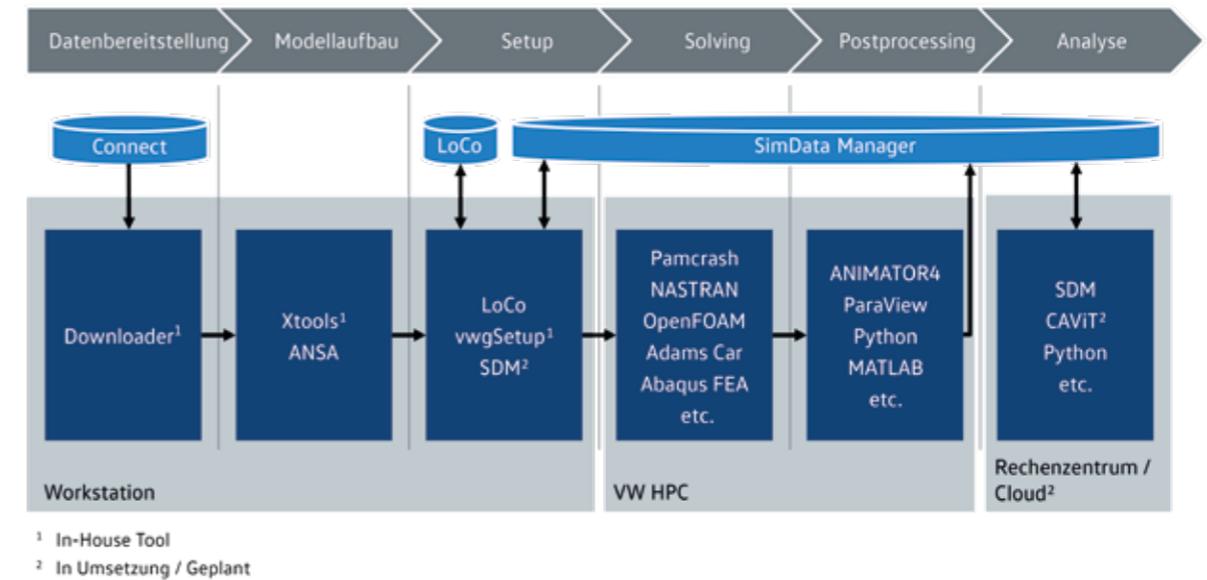
typischerweise bei MCAD oder ERP anzutreffen ist. Um so bemerkenswerter freilich ist, dass SimData Manager als zentrales CAE-Repository mit einer klar definierten Roadmap von VW ausgewählt wurde. SimData Manager wird für die Ergebnisverwaltung verschiedener CAE-Berechnungsprozesse verwendet. Die CAE-Prozesskette unterteilt sich bei VW in die Schritte

- Datenbereitstellung
- Modellaufbau
- Setup
- Berechnung (Solving)
- Ergebnisaufbereitung (Postprocessing)
- Begutachtung / Analyse.

Die ersten drei Schritte lassen sich auch als „Preprocessing“ zusammenfassen. Ausgangspunkt für CAE sind Konstruktionsdaten aus dem Volkswagen PLM-System.

### CAE-Prozesskette bei VW

Nach dem Ausleiten der CAD-Daten wird der Modellaufbau (Flächen- und Volumenmodelle) und die Vernetzung durchgeführt. Dieses Setup findet auf Arbeitsplatz-Workstations, die eigentliche Berechnung schließlich auf dem VW High Performance Computing (HPC) Cluster statt. Auch die Ergebnisaufbereitung findet im HPC statt. Im Anschluss werden die Daten in SimData Manager abgelegt. Kilian Lackhove fügt hinzu:



Schematische Darstellung des CAE-Datenflusses bei Volkswagen Pkw. Rechts ist SimData Manager als datenhaltendes System erkennbar

Quelle: Lackhove / VW 2023

„Zur Assemblierung der Crash-Simulationen verwenden wir ein weiteres datenhaltendes System, das vor allem im Bereich der Karosserieauslegung und -sicherheit genutzt wird.“ Erst nach dem HPC-Postprocessing geht's ins SDM. Dort werden weitere Plots erzeugt, etwa für Wertevergleiche. Auf den Punkt gebracht: In SimData Manager werden die Eingangsdaten (Preprocessing) und die Ausgangsdaten (Postprocessing) gehalten.

### Jedes Simulationsergebnis hat einen Werdegang

Im Volkswagen-Konzern gibt es ein Klassifikationssystem für Unterlagen (KSU). KSU sieht diverse Hauptklassen vor, zum Beispiel für „temporäre“ Daten. Temporäre Daten haben eine Lebensdauer bis zu vier Jahren und können in dieser Zeit auch verändert werden.

Simulationsergebnisse in einer höheren Reife kommen in höhere KSU-Klassen. Diese Daten werden nach vier Jahren eingefroren, können also nicht mehr verändert werden. Nach Ablauf der in der KSU-Klasse festgelegten Aufbewahrungsfristen werden sie automatisch gelöscht. Oder anders ausgedrückt: Auch jedes Simulationsergebnis hat einen Lebenszyklus.

Die KSU-Systematik wird im Rahmen eines Customizing auf Basis der Funktionalität „Lifecycle Status“ in SimData Manager implementiert. Kilian Lackhove vertieft das Beschriebene: „Eine Simulation verstehen wir bei VW als eine „Unterlage“. Und all diese Details darin haben einen gewissen Reifegrad, der im SimData Manager Lifecycle Status abgebildet wird.“

Die Daten werden vom Anwender schrittweise im Rahmen einer KSU-Tabelle hochgestuft. Wenn eine Berechnung fehlgeschlagen ist, verbleibt sie jedoch in der Klasse für temporäre Daten und wird dann zeitnah automatisch gelöscht. Die KSU-Tabelle macht Aussagen darüber, nach welchem Zeitraum Daten gelöscht werden. Die KSU-Klasse eines Datensatzes hängt wiederum von der erwarteten Nutzung ab, etwa für das aktuelle oder auch ein folgendes Fahrzeugprojekt.

„Unsere Berechnungsingenieure und -ingenieurinnen führen viele Simulationen durch, von denen sie nur einen bestimmten Teil weiter verwenden

den wollen. Diese bekommen einen höheren Lifecycle-Status. Etwa „fixed“ kann nicht mehr auf „approved“ herabgestuft werden. Die Daten sind verriegelt, sodass man diese allenfalls hochstufen kann“, erklärt Kilian Lackhove und Marcus Renner fügt hinzu: „Heute hat unsere höchste Klasse eine Speicherdauer von zehn Jahren.“ Dies sei ein pragmatische Entscheidung gewesen, so der IT-Experte, denn technisch gesehen kann SimData Manager auch höhere Klassen verwalten. Werden einmal tatsächlich Abnahmen auf Basis von virtuellen Prototypen durchgeführt, wäre dies ein Grund, Berechnungsergebnisse länger zu bevorraten.

Mit jedem Lifecycle-Status sind Zugriffsrechte und Datensichtbarkeiten verbunden: Zunächst kann ein Run nur vom Urheber (Berechnungsingenieur) und Projektleiter eingesehen werden. Ab dem Status „Working“ sind diese Daten auch von allen anderen Teammitgliedern des Projekts einsehbar.

#### Erfolgreiche Ablösung des Altsystems

Bei der Migration vom Vorgänger-SDM-System auf SimData Manager wurden alle relevanten Meta-Daten wie die KSU-Klasse der Berechnung transportiert. Besonderes Augenmerk lag zudem auf der Vollständigkeit und Korrektheit bis aufs Bit aller bewegten Nutzdaten. Angesichts des riesigen Datenbestands war dies ein enorme Aufgabe, die erfolgreich bewältigt wurde. Eine dreistellige Anzahl aktive Nutzer gibt es aktuell bei VW, die täglich von dem SDM-System profitieren, unter anderem deswegen, weil es sehr stabil auch bei sehr hohem Datendurchsatz arbeitet.

#### Hohe Produktivität

Pro Woche werden aktuell SDM-Importe im fünfstelligen Bereich mit Schwerpunkt Crash-Simulationen durchgeführt. Bei derartigen Mengen wird schnell die Notwendigkeit klar, möglichst viele Automatismen einzuführen und die Prozesse möglichst stabil zu halten. Alle kritischen SDM-Komponenten sind daher redundant auf physischer Hardware verteilt: Die SDM-Vault- und Application-Server sowie Com-Server für den Datenimport sind jeweils mehrfach vorhanden. Man kann sich dies als eine Art „Multi-Threading“ vorstellen, so wie es bei GPUs beim Rendering genutzt wird. Kilian Lackhove sagt dazu: „Auf diese Weise können wir Lastspitzen abfangen, garantieren höchste Verfügbarkeit und ermöglichen Wartungen während des laufenden Betriebs.“ Alleine die SQL-Datenbank als zentrale Komponente zur Speicherung der Metadaten in SimData Manager kann nicht parallelisiert werden.



*„Beim Simulationsdatenmanagement ist Flexibilität entscheidend, um mit den sich ständig verändernden Prozessen, Methoden und Tools Schritt halten zu können.“*

*Kilian Lackhove, Simulationsdatenmanagement, Technischen Entwicklung, Volkswagen Pkw*



*„Mit virtuellen Abnahmen wird die Bedeutung von Simulationsdatenmanagement erheblich steigen.“*

*Marcus Renner, Simulationsdatenmanagement, Technischen Entwicklung, Volkswagen Pkw*

Wo findet der größte Austausch an CAE-Informationen im Sinne von Multidisziplinarität und Datenablage statt? Kilian Lackhove antwortet:

„Konkret kann ich mir vorstellen, dass die aufbereitete Geometrien und Gitter in verschiedenen Simulationsdisziplinen wiederverwendet werden. Hier gibt es Potential für weitere Synergien im Berechnungsalltag. SimData Manager jedenfalls ist darauf vorbereitet. Dies stellt das implementierte Rechte-Rollen-System sicher.“

#### Massenspeichersystem

Der extensive Einsatz von Simulation und Berechnung ruft eine leistungsstarke Datenbevorratung auf den Plan. Bei der Nutzung von SimData Manager werden die Simulationsdaten derzeit über einen GPFS-Massenspeicherspeicher zeitbasiert unter Verwendung von Tapes und Disks gehostet. Neu eingespielte Daten lagern auf Disks mit schnellem Zugriff. Nach einer gewissen Zeit werden sie automatisch auf Tapes ausgelagert. Da ein Tape-Roboter beim Retrieval älterer Daten bemüht werden muss, nimmt dieser Zugriff vergleichsweise viel Zeit in Anspruch. Dies soll deutlich verkürzt werden, indem vollständig auf ein Simple Storage Service (S3) migriert werden wird.

Grundsätzlich gilt, dass Dateien, abgelegt über SimData Manager, nicht mehr verändert werden. Modifizierte Dateien werden erneut hochgeladen und liegen als weitere Version des Datenobjekts vor. „Auf ältere Daten können wir derzeit maschinelles Lernen für eine KI nicht anwenden, weil der Zugriff einfach zu langsam wäre. Dies wird sich aber mit der neuen S3-Infrastruktur ändern“, sagt Kilian Lackhove und Marcus Renner erinnert: „Grundsätzlich erachten wir unsere SDM-Systeminfrastruktur als Tor zu neuen Erkenntnissen. Zu den bisherigen Managementsystemen können neue hinzu kommen. Damit verbunden kann es auch zu Redundanzen in der Datenhaltung kommen. Das nehmen wir bewusst in Kauf, denn die unterschiedlichen Anforderungen aus den verschiedenen Fachabteilungen würden ein monolithisches Datenmanagement unendlich langsam machen.“

In Zukunft wird PD Tec eine voll-native Cloudversion auf den Markt bringen. Doch voraussichtlich noch in diesem Jahr wird bei VW ein sogenannter S3-Cloud-Vault installiert. Der Massendatenspeicher („Vault“) wird lokal betrieben. Die SDM-Installation indes läuft wie gehabt On-Premises weiter.

## Goliath und David an einem Strang

Marcus Renner zollt Respekt: „Es ist schon bemerkenswert, wie ein relativ kleiner Systemanbieter wie PDTec eine SDM-Lösung auf die Beine gestellt hat, die derart großen Datenvolumina, wie sie bei Volkswagen anfallen, verkraftet. Über die VW-Installation von SimData Manager werden immerhin bereits deutlich mehr als ein Petabyte an Daten verwaltet.“ Auch Kilian Lackhove ist begeistert: „Wir erwarten uns von der Cloud-Version ein Scale-Out, um die derzeitigen Hardware-bedingten Redundanzen hinter uns lassen zu können. Das Schöne daran ist auch, dass wir im Betrieb dann grundsätzlich die gleiche Umgebung nutzen können wie PDTec sie für seine Entwicklung betreibt.“ Die Netzwerkinfrastruktur und das Netzwerkzonen-Konzept des jeweiligen Kunden ist ja schwer vom Systemanbieter nachzustellen. Aber bei einer nativen Cloud-Anbindung wäre dies kein Thema mehr.

Im Rahmen eines Jour-Fixe trifft man sich jede zweite Woche, bei dem aktuelle Themen aus dem Betrieb durchgesprochen werden und die Weiterentwicklungen diskutiert werden. Als erste Ansprechpartner fungiert der Key Account Manager für VW von PDTec. Im vierwöchigen Rhythmus findet zudem ein Austausch mit den SDM-Anwendern von VW statt. Auch bei diesen Treffen ist ein PDTec-Experte zugegen. Marcus Renner erläutert: „Uns ist sehr daran gelegen, Transparenz zu schaffen, um die tatsächlichen Bedürfnisse der Endanwender zur Sprache zu bringen. Für jede Disziplin gibt es bei uns im Haus einen Keyuser. Sie sind die Ansprechpartner für mich und den Kollegen Lackhove. Die Keyuser halten den Kontakt zu den Anwendern in der eigenen Disziplin.“ So wichtig eine leistungsfähige, prozessunterstützende Technologie auch ist, am Ende muss sie dem Ingenieur bei seiner täglichen Arbeit Hilfe leisten. „Ein zusätzlicher Vorteil von SDM ist, dass sich wesentlich einfacher mit Partnerfirmen zusammenarbeiten lässt. Und auch mit den eigenen Mitarbeitern im Homeoffice. So ist direkt in SimData Manager sichtbar, ob eine Simulation abgeschlossen wurde. Für den Anwender entfällt viel Mehraufwand, weil das System die Daten für ihn organisiert“, nennt Marcus Renner weitere Vorteile.

## What's next – KI ante portas

In naher Zukunft sollen Fahrzeugderivate rein auf Basis von Ergebnissen der Simulation Straßenzulassung erhalten. Hierzu werden bereits Gespräche mit den entsprechenden Behörden über virtuelle Fahrzeugabnahmen geführt, etwa dem Kraftfahrtbundesamt. „SimData Manager wird die Berechnungsergebnisse verwalten und über unsere Prozessautomatisierung werden wir die notwendige Traceability herstellen, um durchgängig den Nachweis führen zu können, wie die Daten entstanden sind.“ Keine Frage folglich, dass sich über ein dediziertes SDM der „Innovationsraum“ vergrößert, in dem die Ingenieure ihre Lösungen konzipieren können.

Hinzu kommt die Möglichkeit, durch SDM umfassend KI-Szenarien unterstützen zu können. Dabei ist es nämlich entscheidend, nur wirklich relevante Datensätze miteinander zu vergleichen. Die strukturierte Datenablage in SimData Manager macht genau dies möglich.

### Literatur

- (1) „Ein Mehr an Analyse verlangt nach einem Mehr an Management“, d1g1tal AGENDA 1/2022, 54–59, Baden-Baden
- (2) „Das Goldene Zeitalter für Berechnung und Simulation ist eingeläutet“, Nachbericht zum ESI Forum Deutschland 2019, d1g1tal AGENDA 1/2020, 78–85, Baden-Baden
- (3) „Mission Zero“, d1g1tal AGENDA 3/2021, 12–20, Baden-Baden

Volkswagen Group Innovation bildet seit 2019 die Basis für ein weltweites Innovationsökosystem für nachhaltige und kundenorientierte Innovationen. Die grenzüberschreitende Zusammenarbeit und die enge Verbindung unter den Standorten ermöglichen neue Wege der Technologieentwicklung im Deep Tech Bereich

Quelle: [www.volkswagenag.com/de/group/group-innovation.html](http://www.volkswagenag.com/de/group/group-innovation.html)

## Avantgarde in Sachen Simulation

Zur Avantgarde zählen Bewegungen – übrigens zu meist im 20. Jahrhundert –, die eine starke Orientierung an der Idee des Fortschritts haben. Volkswagen gehört zu dieser Gattung, denn es ist einer der Vorreiter in Hinsicht auf die flächendeckende Nutzung von Simulation und Berechnung. Ziel ist es damit, die Qualität seiner Produkte, ganz im Sinne einer nachhaltigen Zukunftsorientierung auch weiterhin an die Spitze treiben. 1985 wurde in Wolfsburg am Polo-Modell die weltweit erste Crashesimulation durchgeführt. Mittels PamCrash-Code und 5 661 Finite Elemente wurden stattliche 800 Stunden Rechenzeit benötigt, um einen physischen Frontalaufprall mit überzeugender Genauigkeit nachzustellen. Ein Jahr später jedoch war die Sache bereits in zwölf Stunden erledigt (2). Nicht nur die dramatische Zeitverkürzung bei den Rechenläufen sind Ausdruck der beachtlichen Fortschritte im Engineering und der IT allgemein. Hinzu kommen methodische Fortschritte durch die Einbindung mehrerer physikalischer Disziplinen

gleichzeitig in die Rechenläufe und der sprunghafte Anstieg der Größe der Berechnungsmodelle. Damit verbunden nahm die Detailtiefe signifikant zu. Waren es beim VW Golf 6 im Jahr 2013 rund fünf Millionen Elemente, kamen bei der Entwicklung des ID.3 bereits zehn Millionen zusammen. Auch Reifen, die während eines Crashes an Luft verlieren oder der hin und her schwappende Kraftstoff im Tank gehen in die Analyse ein – und natürlich sitzt inzwischen ein virtuelles Menschmodell am Steuer. Wurden 1985 maximal zwei Crash-Jobs pro Tag durchgeführt, heute sind es 40 000 derartiger Rechenläufe pro Woche.

Mit anderen Worten, war CAE früher lediglich eine begleitende Überprüfung zu den Versuchen mit teuren physischen Prototypen, die als Maß der Dinge bei der Funktionsabsicherung schlechthin galten, so ist inzwischen die Simulation und Berechnung im VW-Konzern und natürlich bei anderen Automotive-OEMs zu einem festen Bestandteil des Tagesgeschäfts in der Fahrzeugentstehung geworden. Das Ziel: Zero Physical Prototyping (3).

