

Dassault Systèmes rückt den Menschen in den Mittelpunkt

Das vergangene Anwendertreffen rund um die Marken Simulia und Catia geht ins Detail und überrascht doch auch mit einem Blick aufs große Ganze.

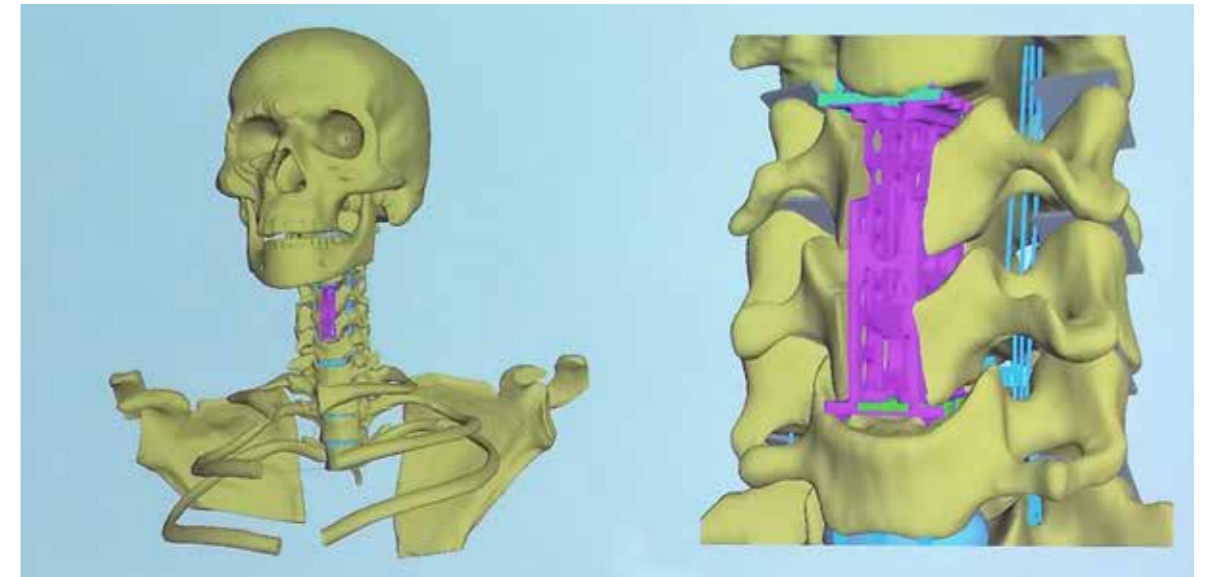
DARMSTADT, Ende November 2019 (bv/rs). Das Antlitz von Dassault Systèmes S.A. (DS) verändert sich. Zwar haben viele beim Akronym DS in der Hauptsache die Marken Catia (CAD) und Enovia (PLM) im Sinn, doch gerade in Simulation und Berechnung, für die die Marke Simulia steht, hat der Softwarekonzern in den vergangenen Jahren massiv investiert. Ziel dafür liegt auf der Hand: „Die Übernahme von Simpack ist Teil einer groß angelegten Strategie für die kontinuierliche Erweiterung der 3DExperience-Plattform, um ein noch nie zuvor erreichtes virtuelles und reales Produkterlebnis zu

ermöglichen“, gab 2014 Bernard Charlès, President und CEO des Systemanbieters, anlässlich der Akquisition zu Protokoll. Das Tool für die Mehrkörpersimulation (MKS) zeichnet sich insbesondere durch die hohe Modellqualität und die Möglichkeit aus, nichtlineare Effekte, wie etwa Reibung und flexible Strukturen, mittels leistungsfähiger numerischer Algorithmen in Echtzeit zu analysieren. Neben Simpack umfasst Simulia auch andere leistungsfähige CAE-Tools wie Tosca, Abaqus oder CST.

Mit Simpack auf Fahndung

Die vergangene 3DExperience Conference im Darmstadtium legte beeindruckend Zeugnis davon ab, wie kenntnisreich die Anwender mit Simpack umzugehen wissen. So etwa Claudia Kossmann von SBB Infrastruktur im Track 6 „Multi-System Simulation“ in der Break-out Session am Vormittag des zweiten Veranstaltungstags. Sie berichtete über die akribische Analyse einer Zugentgleisung. Am 21. März 2017 war ein Eurocity, der aus Mailand kam und nach Zürich weiterfahren sollte, bei der Ausfahrt aus dem Bahnhof Luzern aus den Gleisen gesprungen. Berechnungsingenieurin Kossmann zeigte zu Anfang ihrer Präsentation unerwartet Mitgefühl fürs Geschehene: „Es berührt einen schon, wenn der Zug so hilflos auf der Seite liegt“ (siehe Bild).

Was war geschehen? Offensichtlich keine leicht zu beantwortende Frage, denn erst mehr als zwei Jahre nach dem Unglück legte die Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle (Sust) den Abschlussbericht zum Unfall vor (1). Der Zug (ein moderner Mehrsystemtriebzug vom Typ ETR 610 der Schweizer Bundesbahn SBB) war mit einer unauffälligen Geschwindigkeit von 37 km/h entgleist. Ein Radsatz war zwischen den beweglichen und den festen Teil einer Weiche geraten, mit dramatischen Folgen für die Insassen: sieben Personen



wurden verletzt. Der Sachschaden belief sich schließlich auf rund 11 Millionen Franken. „Die Unfallursache war zunächst nicht erkennbar, keine gebrochene Schiene oder Ähnliches“, sagte die Sprecherin und schürte damit die Spannung im Auditorium. Als erste Erklärungshypothese wurde Folgendes präsentiert: Eine typische Entgleisung tritt dann auf, wenn das Verhältnis der Querkräfte zu den vertikalen Kräften am Spurrads einen bestimmten Wert überschreitet. Dieses Verhältnis kann beeinflusst werden, indem die Vertikalkraft verkleinert wird, etwa durch eine Verwindung im Gleis oder aber durch Unterschiede in der Radlast des Fahrzeugs. Durchaus denkbar ist auch, dass die Querkräfte sehr hoch werden, etwa durch eine Blockade. Der dritte Parameter bei dieser Hypothese wäre ein ungewöhnlicher Reibwert, was allerdings hier nicht der Fall war, weil es an besagtem Tag trocken war.

Kossmann wurde gebeten, den Unfall anhand einer Simulation nachzustellen. Sie nutzte für die Mehrkörpersimulation Simpack und erstellte ein realitätsgetreues Modell des Drehgestells mit aktiven Elementen. Bei dem Fahrzeug handelte es sich um einen Neigezug, was entsprechende Federelemente in der Modellbildung widerspiegeln. Auch beim Standardgleismodell beließ es Kossmann nicht, es wurde ebenfalls modifiziert. Das Standardmodell fasst Schienen und deren Fundament (Schwelle) zu einem Körper zusammen, sodass es lediglich eine zentrale Feder mit einer Steifigkeit in der Rechnung gibt. Nach Instandsetzung der Gleise wurde eine Messung mit einem Einsenkungsmesswagen durchgeführt. Dabei wurde dokumentiert, wie weit ein Gleis

Kontaktmodellierung der Halsmuskulatur mit Simpack

Quelle: Universität Koblenz-Landau

SCHWINDT

Ihr Dienstleister für digitale Entwicklungsprozesse
 ■ CATIA ■ 3DEXPERIENCE

EINFACH.
 PERSÖNLICH. KLAR.



Wir bieten Lösungen für digitale Entwicklungsprozesse.
 Bitte sprechen Sie uns an.

www.schwindt.eu · Freecall: 0800-CATIAV6

SCHWINDT

Ihr Dienstleister für digitale Entwicklungsprozesse
 ■ CATIA ■ 3DEXPERIENCE

- **Erweiterte Funktionalitäten in den neuen CATIA V5-6 Paketen** (insbesondere für Flächenbearbeitung und DMU) sowie Datenmanagement
- **Multi-Projekt-Management**
- **AR2GO: Augmented Reality direkt aus CAD-Daten als Ein-Knopf Lösung** zur IP geschützten Anzeige von Geometrieinformationen

Bitte sprechen Sie uns an.

www.schwindt.eu
 Freecall: 0800-CATIAV6

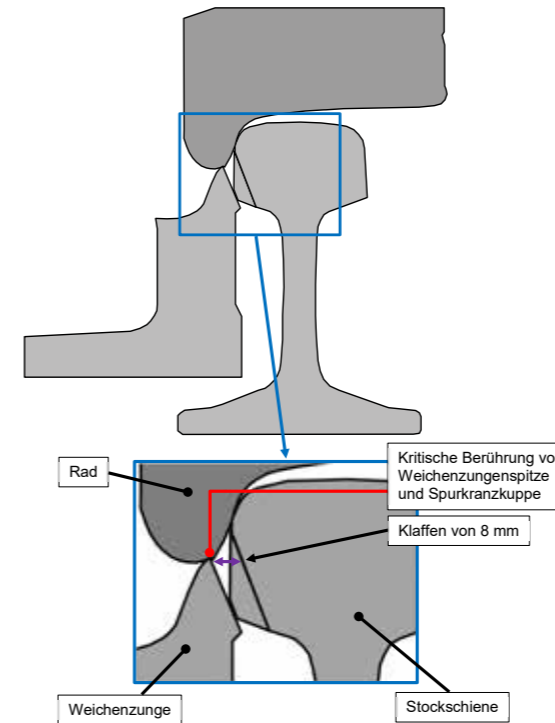


unter Last nachgibt. Der Messschrieb wurde für die linke und rechte Schiene getrennt aufgenommen, sodass aus der Wertedifferenz die Verwindung bestimmt werden konnte. Aus den Einsenkungen wurden wegabhängige Steifigkeiten für die Modellierung der Gleise genutzt. Zudem gab es noch Messungen mit einem 3D-Scanner. Die resultierenden Punktwolken der Gleise wurden per CAD zu Flächen modelliert, daraus wurden Profilschnitte abgeleitet (siehe Schnittbild).

Dem Auditorium stockte abermals der Atem, denn diese erste Analyse brachte keine Anhaltspunkte, die den dramatischen Hergang hätten rechtfertigen können. „Um das Fahrzeug zum Entgleisen zu bringen, hätten unrealistisch hohe Annahmen für die Verwindung gemacht werden müssen. Das wäre mehr geraten gewesen, als es auf Fakten basiert hätte“, sagte Kossmann kopfschüttelnd. Daher wurde diese Hypothese verworfen.

Wie in einem Tatort-Krimi wurde eine weitere Hypothese bemüht: Aufgrund der beengten Platzverhältnisse am Bahnhof Luzern wurde eine spezielle Art von Weichen verbaut: die sehr aufwendige Doppelkreuzungsweiche von Typ 63, die viele Stelloptionen bietet. Es handelt sich um eine sogenannte verstellte Weiche, was bedeutet, dass das Ablenkungsverhältnis nicht wie üblich 1:9 beträgt, sondern die mit 1:7 steiler verläuft. Auf diese Weise kann Gleislänge gespart werden, was der Bahnsteiglänge zugute kommt. „Der enge Radius der Weiche wirkt bereits vor der Weichenzungenspitze, was erheblichen Einfluss auf das sogenannte Radanlaufverhalten hat“, erklärte Kossmann.

Zur Verdeutlichung ließ die Sprecherin mehrfach ein Video ablaufen, was die Spannung im Auditorium abermals steigerte. Das Video wurde eigens erstellt, weil man im Zuge der Ermittlungen vermutete, des Pudels Kern im Umfeld besagter Weiche 63 finden zu können: Wenn das Rad auf die Weiche zuläuft, wird die Schiene nach außen gedrückt. Aufgrund der Ver-



Kritische Kontaktsituation zwischen Rad und Schiene im Bereich der Weichenzungenspitze: Der Radsatz konnte ohne signifikante Radquerkraft und ohne Zurückdrücken der Weichenzunge auf die Weichenzunge aufsteigen und entgleisen

Quelle: (1)

Claudia Kossmann



schiebung tut sich ein Spalt zwischen der Zungen- und Stockschiene auf, wie sich im Zeitlupenmodus im Video beobachten ließ. Diese Beobachtung führte zur zweiten Hypothese: Aufgrund des Spalts kommt es zu einer sehr ungünstigen Kontaktsituation mit der Konsequenz, dass der Radspurkranz an der Zungenspitze aufsteigt.

Um diese Aufwärtsbewegung zu quantifizieren, wurde Messtechnik installiert. Parallel dazu wurde die Situation in Simpack modelliert. Für Stock- und Zungenschiene wurden zwei getrennte Körper eingeführt. Der Radsatz wurde jeweils durch zwei Kontakte mit dem entsprechenden Schienenkörper verbunden, und die Schienen wurden elastisch mit der unteren Schwelle verbunden. Als Referenz diente die im Video gezeigte Bewegung. Die errechneten Steifigkeiten wurden so getrimmt, dass die Verschiebungswerte mit denen aus der Messung identisch sind (Kalibrierung). Die Quersteifigkeit der Zunge wurde analytisch abgeleitet.

Warum aber ist genau nur der eine Radsatz entgleist? Die Messungen am Radkranz des den Unfall verursachenden Wagen 5 offenbarten eine besondere Charakteristik: Der Verschleiß aufgrund des Zugbetriebs hatte dort zu einer – allerdings zulässigen – Auswulzung geführt. Die (schicksalhafte) Kombination aus besonderem Weichentyp und Verschleiß am Radsatz führte schließlich zum Unglück: Die Simulation mit dem parametrisierten Profil des Radsatzes von Wagen 5 lieferte ein Ergebnis, das sehr gut das Ansteigen des Spurkranzes erklärte. Hinzu kommt die Nachgiebigkeit der Weichenzunge, was die Entgleisung des darauf folgenden Radsatzes bewirkte. Kossmanns Fazit: „Die Berechnungsergebnisse haben uns veranlasst, dies als die Ursache der Entgleisung zu diagnostizieren.“

Übrigens ist im November 2017 in Basel auf dem gleichen Weichentyp ein ICE 1 entgleist. Auch hier war aller Wahrscheinlichkeit nach die unheilvolle Kombination aus abgenutztem Radprofil und Weichentyp die Ursache. In Luzern wurde die Trassierung geändert und die Weiche durch eine Standardweiche ersetzt. Im Zuge dessen mussten allerdings Bahnsteige verkürzt werden. Kossmann zeigte sich sehr angetan vom Umgang mit Simpack. So lobte sie ausdrücklich die Möglichkeit, mit dem MKS-Tool wegabhängige Steifigkeiten zu modellieren.

Simpack: Kopf hoch!

Die Simulation zeigt aber noch in anderen Domänen ihre Wertbeiträge für unser Alltagsleben. Im Rahmen des Projekts „Wirbelsäule“ des Medizintechnischen Instituts Mittelrhein wird eine Software entwickelt, mit deren Hilfe CT- (Computertomografie) und MRT-Daten



(Magnetresonanztomografie) eines Patienten eingelesen und verarbeitet werden können. Ziel ist die Erstellung eines individuellen Oberflächenmodells. Daraus wird mithilfe von Simpack ein MKS-Modell der menschlichen lumbalen Wirbelsäule abgeleitet, das zur Simulation von dynamischen Bewegungen und zur Simulation von Auswirkungen der Belastungen auf die Bandscheiben nach operativen Eingriffen, wie etwa Gelenkversteifung, dienen soll.

Einen bestechenden Einblick in die entsprechenden aktuellen Forschungsarbeiten der Universität Koblenz Landau gab Farin Farrokhsereht anhand des Beispiels „Smombi“: Smombi ist ein Kofferwort aus den Begriffen „Smartphone“ und „Zombie“. Smombi steht stellvertretend für die „Generation Kopf unten“ und eine Kopfhaltung, mit der insbesondere viele junge Menschen im Alltag unterwegs sind, da sie ihren Blick und ihre Aufmerksamkeit vor allem auf ein elektronisches Gerät richten. Diese Verhaltensweise ist immer wieder Ursache von Unfällen, sodass Smart Citys wie Antwerpen eigene Wege für Smartphonennutzer eingerichtet haben.

Am Institut für Computervisualistik des Fachbereichs Informatik der Universität Koblenz-Landau werden die Auswirkungen hierzu auf die Halswirbelsäule und die Muskelstruktur untersucht. In der neutralen Kopfposition lastet ein Gewicht von 10 bis 15 Pfund auf dem Rückgrat. Bereits bei einer 15°-Neigung verdoppelt sich dieser Wert, und im Fall von 60° sind es gar 27 kg. Kein Wunder, dass dies zu Langzeitschäden im Rücken führen kann.

Zunächst wurde ein einzelner Muskel mithilfe von Matlab modelliert und mit Simpack neu modelliert, dann wurde die Analyse auf weitere Muskeln ausgedehnt. Farrokhsereht berichtete über die Kontraktion der Muskeln und die dabei entstehenden Spannungen. Die Variablen sind dabei Muskellänge und die Spannung innerhalb der Muskeln. Es gibt zwei verschiedene Typen: den isometrischen (die Länge der Muskeln bleibt gleich und die Spannung nimmt zu) oder den isotonischen (die Spannung bleibt gleich und die Länge variiert). Beim isotonischen Fall kommt es zu einer Geschwindigkeits-Kraft-Beziehung, wobei die Längenänderung der Muskelfasern eine Geschwindigkeit bewirkt. Die grundlegenden Arbeiten hierzu gehen auf den Physiologen und Chemiker Archibald Vivian Hill zurück. Für seine Entdeckungen auf dem Gebiet der Wärmeerzeugung und der Mechanismen in den Muskeln erhielt Hill 1922 gemeinsam mit Otto Fritz Meyerhof den Nobelpreis für Medizin. Hill entwickelte ein einfaches Muskelmodell auf der Basis einer hyperbolischen Funktion. Dieser Ansatz



Michael Clark (links) und Florian Jurecka bei der Konferenz-
öffnung



Andreas Enslin



Timo Kuthada

reproduziert zufriedenstellend die Beobachtung, dass sich Muskeln schneller bei leichten Lasten verkürzen als bei schweren. Dieses rein empirische Modell verliert jedoch an Aussagekraft, wenn die Muskelverkürzungsgeschwindigkeiten bei leichten oder schweren Lasten beschrieben werden sollen, doch ist es bestehend simpel und daher beliebt.

Simpack indes liefert viel aussagekräftigere Ergebnisse. Wie Farrokhsereht betonte und auch zeigte, stimmt die Simpack- mit der Matlab-Rechnung sehr gut überein, und die weiteren Analysemöglichkeiten sind vielversprechend. Wenn man so will, stellt sich DS hier in den Dienst unserer Gesundheit und unseres Wohlbefindens.

Gefühle und Erlebnisse

Wird der zweite Veranstaltungstag traditionsgemäß von Break-out Sessions mit inhaltsreichen Vorträgen dominiert, sind am ersten die Scheinwerfer insbesondere auf die Plenarvorträge und den Blick aufs große Ganze gerichtet – gerne auch mit einem Schuss Show.

Florian Jurecka, Director Simulia, und Michael Clark, Director Catia beim Systemanbieter, eröffneten den Megaevent, zu dem insgesamt rund 570 Teilnehmer angereist waren. Jurecka sagte Generative Design eine vielversprechende Zukunft voraus. Generative Design ist eine Konstruktionsmethode, bei der im ersten Schritt eine Vielzahl von Entwürfen maschinell erzeugt werden und der Konstrukteur sich dann den besten Kompromiss herausucht. Ein ideales Werkzeug dafür ist Catia Generative Design. Voraussetzung dafür sei allerdings, so Jurecka, dass die Mauern zwischen Konstruktion und Simulation abgetragen werden – am besten durch die Einführung der 3DExperience-Plattform, gerne auch Stück für Stück. Der Manager nutzte zur Illustration eines eng verzahnten CAD-CAE die Definition und Simulation einer Fahrzeugklimaanlage mithilfe des Simulia-Portfolios und zeigte, wie die Methoden von Catia Systems Engineering (2) ihre Stärken ausspielen können.

Anne Asensio von DS Design Studio, Bloomfields (US-Bundesstaat Michigan), betrat im Anschluss daran die Bühne und rief die Ära der Simulation aus. „Wir leben in einer künstlichen Welt, in der Modellierung und Virtualisierung nur ein weiterer, logischer Schritt ist. Die Designer der Zukunft erschaffen nicht nur Produkte, sondern auch Verknüpfungen und Erlebnisse.“ Sie beschrieb die Aufgabe ihres Design Studio als „Design for Impact“ – der Mensch steht dabei im Zentrum, nicht abstrakte Technologien. Sie übergab den Staffelstab an Andreas Enslin aus der Miele-Designabteilung.

Mit Robotern auf den Hund gekommen

Enslin folgte Asensios Proklamation gerne und sprach über Design und Emotionen am Beispiel der Genese von Waschmaschinen und ihrer Bedienoberflächen. Die Herausforderung dabei: Das Wachstum an Funktionalität ist exponentiell; die Wahrnehmung und Wertschätzung dieser Funktionalität durch den Menschen jedoch nimmt, wenn überhaupt, nur linear zu. Es gibt immer mehr Schnittstellen, und die Produkte erhalten eine Halo an virtuellen Funktionserweiterungen – doch der Mensch verharrt im Analogen und wird weiterhin von traditionell geprägten Emotionen getrieben.

So gibt es in Japan einen Schrein für „gestorbene“ Roboterhunde wie Aibo – nach Enslins Ansicht ein Beweis für das Verweilen des Menschen in tradierten Mustern. So werden „lieb“ dreinblickende Autos als positiv wahrgenommen. Der Mensch ist darauf konditioniert, Bewegungen und Abläufe mit Bedeutungen und Emotionen in Verbindung zu bringen. Das geht so weit, dass ein Projekt, bei dem ein Roboter Minen räumte, dabei aber eine auslöste und ein Bein verlor, abgebrochen wurde. Warum? Die Generäle hatten Mitleid mit dem sich selbst aufopfernden Roboter!

Enslins machte es zum Thema, diese Fixiertheit und Gefühlsduselei für das Produktdesign nutzbar zu machen. So fanden Miele-Designer heraus, dass 80 Prozent der Käufer ihrem Staubsaugerroboter einen Namen geben. „Entsprechend muss der Roboter gestaltet werden, damit er einen Namen auch verdient.“ Sein einleuchtendes Fazit: So wie Haustiere unser Verhalten ändern – wir bleiben an Silvester zu Hause, weil der Hund Böllerschüsse nicht verträgt –, werden Roboter unser Verhalten ändern. Und das Design muss darauf Antworten finden.

Es folgte Timo Kuthada vom IVK/FKFS der Universität Stuttgart. FKFS ist das Forschungsinstitut für Kraftfahrwesen und Fahrzeugmotoren Stuttgart und IKV jenes für Verbrennungsmotoren. Beide Einrichtungen beschäftigen sich mit allerlei Aspekten der Simulation von Fahrzeugen mit Ausnahme von Crashtests. Eines der laufenden Projekte hat einen Fahrdynamikprüfstand zum Gegenstand. Die Räder drehen sich dabei auf Stahlbändern, die die verschiedenen Fahrbahnoberflächen simulieren. Eine wichtige Aufgabe sei es derzeit, so Kuthada, herauszufinden, warum Unterschiede beim Fahrverhalten im Virtual Prototyping und bei der Fahrt auf dem Prüfstand auftreten.

Kuthadas Team studiert zudem den Einfluss von Reifen und Felgen auf den CO₂-Ausstoß, wobei es auch um Details geht, zum Beispiel die Frage, ob die Beschriftung des Reifens erhaben oder eingraviert gestaltet werden sollte. Zumindest diese Frage wurde sogleich beantwortet: Letzteres ist besser. In der Entwicklung von Fahrzeugstabilitätssystemen nutzt IVK/FKFS Simpack. Kuthada zeigte eindringlich, vor welchen komplexen Aufgaben das Thermo-Management bei Elektrofahrzeugen steht, aber auch die Entwicklung von autonom fahrenden Autos fordert die Entwickler heraus. Alle diese Herausforderungen seien nur durch den extensiven Einsatz von Simulation lösbar.

blogs.3ds.com/germany/3dexperience-conference-tag-1-in-darmstadt

blogs.3ds.com/germany/3dexperience-conference-in-darmstadt-tag-2

(1) www.sust.admin.ch/inhalte/BS/2017032201_SB_Luzern.pdf

(2) www.schwindt.eu/produkte/catia-v6-3d-experience/entwickeln-mit-system-catia-systems-engineering.html