

# Neue Standards für die digitale Produktabsicherung

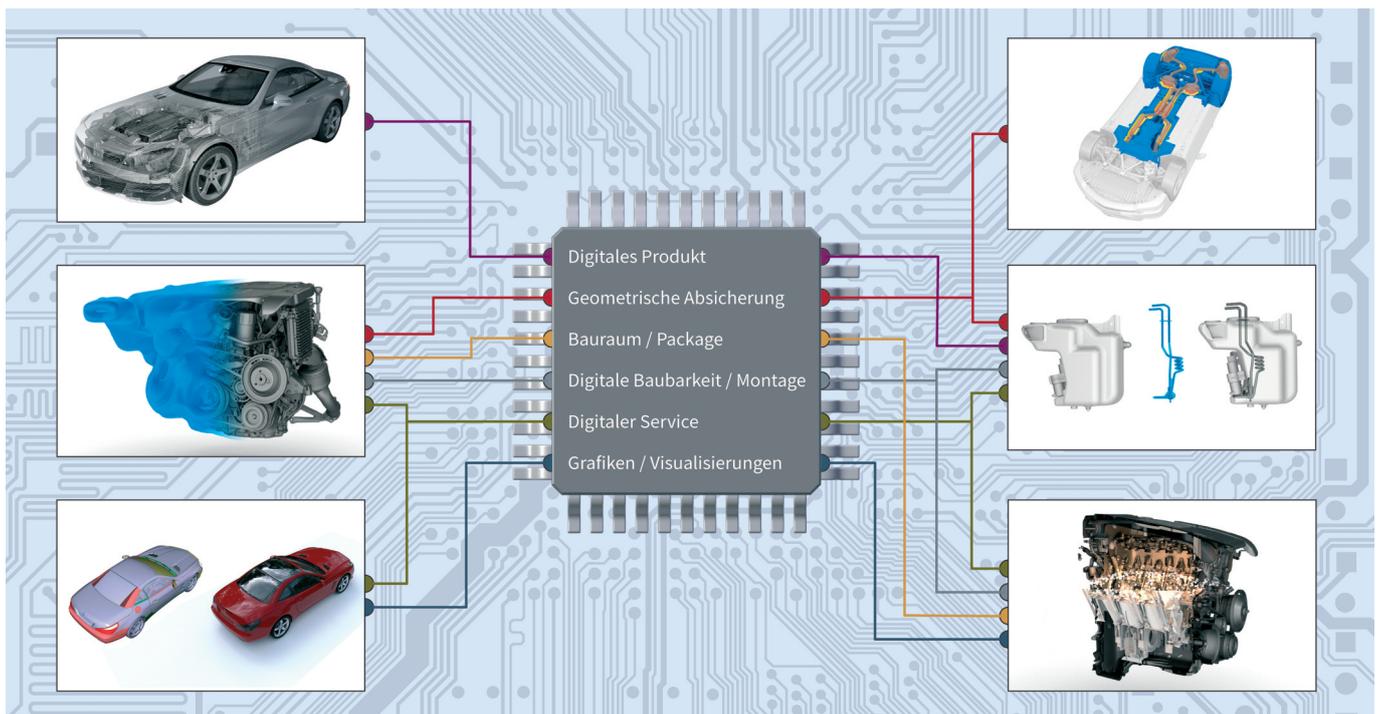
Dr. Patrick Müller, Marco Santruschek

Die Produktabsicherung ist eine zentrale Aufgabe der Entwicklung. Digital Mock-ups helfen, Fehlproduktionen, Funktionsmängel und Sicherheitsrisiken zu vermeiden. Gegenüber physischen Prototypen sparen sie zudem Zeit und Geld. Was der Industrie bislang fehlt, sind Standardverfahren für eine breitere Nutzung. Hier setzen CONTACT Software und invenio Virtual Technologies an: Sie stellen modernste DMU-Technologie direkt im PLM-Prozess bereit.

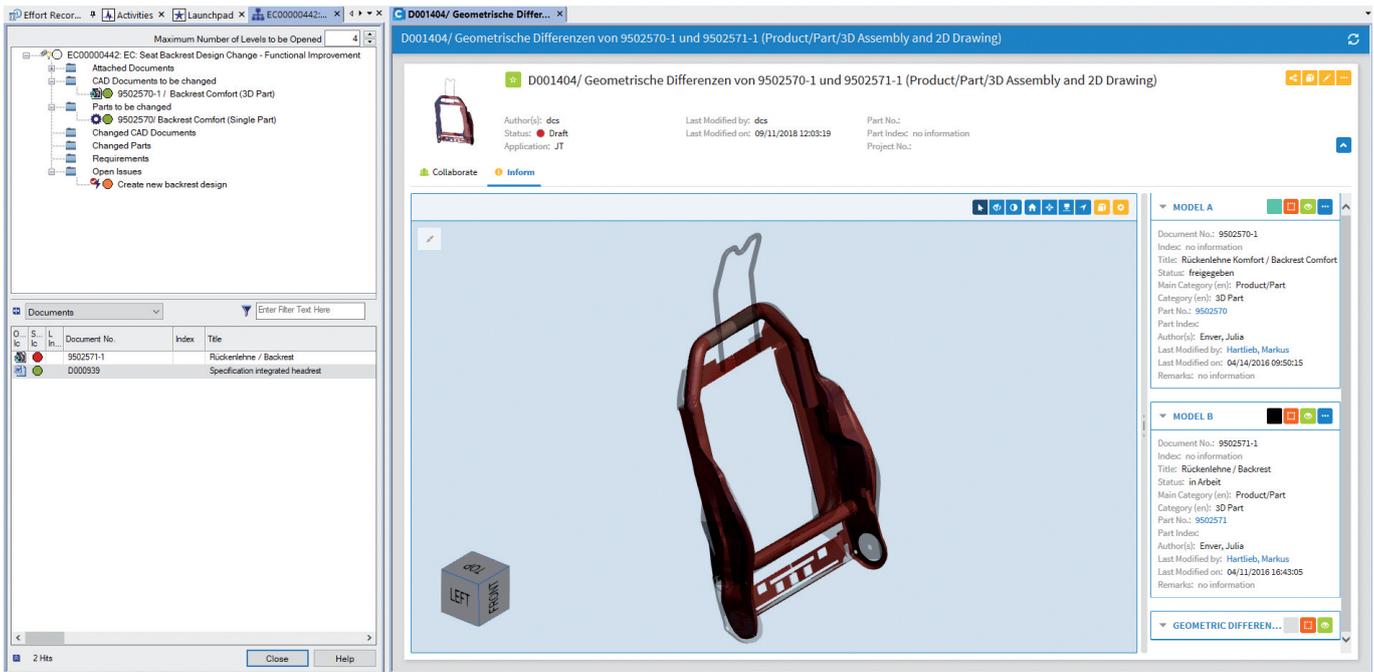
In allen Industriebranchen ist die geometrische Kompatibilität mechanischer und mechatronischer Produktkomponenten ein wichtiger Aspekt der Produktabsicherung. Dies betrifft die Lage von Produktkomponenten zueinander, deren Montierbarkeit (Ein- und Ausbauprozesse) und ihre Bewegungen (z.B. Rüttelkurven) im Betrieb.

Die Absicherung erfolgt auf Basis realer Prototypen oder virtuell anhand geometrischer Modelle, um unzulässige Kollisionen und Durchdringungen von Produktkomponenten, beziehungsweise ihrer Bauteile und Baugruppen auszuschließen. Je nach Branche und Fachdisziplin unterscheiden sich die Absicherungsprozesse von der frühen Phase bis in die

Systemintegration, -abnahme und Markteinführung hinein beträchtlich. Der Grund: DMU-Technologien werden mangels Standardintegrationen in die digitale Prozessdurchführung des PLM nicht professional an die Menge der PLM-Anwender herangetragen. Damit fehlen Skalierungseffekte für den Einsatz der DMU-Techniken in der Breite.



Einsatzbereiche von DMU-Funktionen im PLM-Prozess (Bild: invenio)



In den Änderungsprozess eingebetteter geometrischer Vergleich (Bild: CONTACT)

Die Automobilhersteller sind Vorreiter in Sachen DMU. Auch ihre Zulieferer streben, zwecks Kosten- und Zeiteinsparung, eine Reduktion physischer Prototypen an und wollen die virtuelle Absicherung verstärkt betreiben. Im Anlagenbau werden geometrische Kollisionen dagegen oft erst bei der Inbetriebnahme erkannt. Hier sind digitale Absicherungsverfahren mangels verfügbarer Geometriemodelle oder Datenmanagement-Infrastruktur bislang oft nur punktuell im Einsatz.

**Virtuelle Prototypen**

Im Zuge der digitalen Transformation steigt der Grad an digitaler Produktdokumentation und virtuellen Produktmodellen. Hinzu kommt eine Zunahme an Produktvarianten, die in Summe nicht mehr in hinreichender Form mit realen Prototypen geometrisch abgesichert werden können.

Das grundlegende Interesse in der Produktabsicherung besteht darin, eine möglichst hohe Testabdeckung über den gesamten Variantenraum konfigurierbarer oder individualisierbarer Produkte zu erzielen. Absicherungsprozesse werden zunehmend auf virtuelle Methoden verlagert, insbesondere dann, wenn der Aufbau realer Prototypen nicht zu vertretbaren Kosten, Zeitrahmen, Mengen und Zyklen umgesetzt werden kann [1]. Dies ist beispielsweise der Fall, wenn der Variantenraum eines stark konfigurierbaren Produkts (wie etwa ein Automobil)

sehr groß ist, oder wenn ein realer Prototyp im Engineer-to-Order Prozess eines Anlagenbauers schlicht nicht durch die Projektkosten getragen wird.

In der Software-Entwicklung stellt der Einsatz automatisierter Tests eine hohe Testabdeckung sicher. Dies ist gängige Praxis und fester Bestandteil der Methodik zur kontinuierlichen Integration (Continuous Integration and Delivery [2]). Übertragen auf die Produktentwicklung im Allgemeinen kann dieser Ansatz für mechatronische, Software-intensive Produkte nur gelingen, wenn auch in der Mechanik und Elektronik automatische Tests genutzt werden.

In der Mechanik werden dafür sogenannte Digital Mock-Ups (DMUs), also virtuelle Zusammenbauten von geometriebehafteten Produktkomponenten, eingesetzt. Der DMU ist dabei der Zusammenbau aller 3D-Modelle zum digitalen Prototypen, an dem sich dann die Produkteigenschaften und Verhaltensweisen direkt testen lassen. Ziel ist eine geometrische, funktionale und produktionstechnische Absicherung der Prototypen über den kompletten Entwicklungsprozess.

**DMU im PLM-Prozess**

Der Weg zum digitalen Zusammenbau sieht in der heutigen Praxis sehr unterschiedlich aus. Bei den Automobilzulieferern sind oft noch manuelle DMU-Pro-

zesse üblich. Die CAD-Anwender bauen vereinzelt DMUs aus Geometriemodellen auf, um zum Beispiel zwei Modelle im CAD-System zu vergleichen. Die Nachteile dieses Vorgehens sind ein hoher Zeitaufwand, seine Fehleranfälligkeit und die Einschränkung auf punktuelle Analysen.

Im OEM-Segment sind automatisierte DMU-Prozesse gängiger, bei denen DMU-Algorithmen in das zentrale Produktdatenmanagement integriert sind. Dadurch lassen sich automatische Berechnungen durchführen, wie beispielsweise der geometrische Vergleich von Versionsständen (Geometric Difference) oder Kollisionsanalysen (Clash & Clearance). Zumeist handelt es sich dabei um individuelle Integrationen der DMU-Technologie in die vorhandene IT-Infrastruktur des jeweiligen Autoherstellers.

Heutige Technologien des digitalen Daten- und Prozessmanagements und der Geometrieverarbeitung ermöglichen eine weitaus breitere und zudem kontinuierliche virtuelle Absicherung mechanischer Bauteile und Baugruppen. Eine PLM-basierte Prozessautomation mit integrierter DMU-Technologie lässt ebendiese Aufgabe zu einer professionellen Standardvorgehensweise werden. Davon profitieren zahlreiche Fachanwender in der Entwicklung, die nachgelagerten Unternehmensbereiche und nicht zuletzt die Kunden, die funktional gut abgesicherte Produkte bekommen – quer über die verschiedenen Industriebranchen hinweg.

**Kontinuierliche Absicherung**

Die Integration von DMU-Algorithmen in standardisierte, offene PLM-Technologie bietet Unternehmen die Möglichkeit, automatisierte Testdurchläufe und manuelle Operationen optimal in das digitale Daten- und Prozessmanagement einzubetten. Die Grundlage für eine derartige Implementierung liefern die offenen Technologieplattformen von CONTACT Software und invenio Virtual Technologies.

CONTACT Elements stellt die PLM-Bausteine bereit, mit denen Teilstämme, Stücklisten, CAD-Daten und Konvertierungsdienste verwaltet und Modelldaten mit Statusnetzen und Workflows geltungssicher durch die Organisation geleitet werden. In die Elements-Architektur sind die modularen und leistungsfähigen DMU-Algorithmen von invenio eingebunden und stehen in verschiedenen Fachanwendungen zur Verfügung.

Produktentwickler bekommen so die Möglichkeit, Kollisionsprüfungen und Abstandsberechnungen, Nachbarschaftsuchen, Füllstandanalysen und vieles mehr direkt im Kontext ihrer Aufgaben durchzuführen. Gerade darin liegt der wesentliche Vorteil der Standardintegration: Für potenziell jeden Anwender im PLM-System werden DMU-Fähigkeiten verfügbar und im Arbeitskontext als Operationen angeboten. Außerdem greifen Systemoperationen für die Automatisierung in systemisch geführten Work-

flows. Damit wird DMU-Befähigung auch für Anwender umgesetzt, die keine CAD-Experten sind.

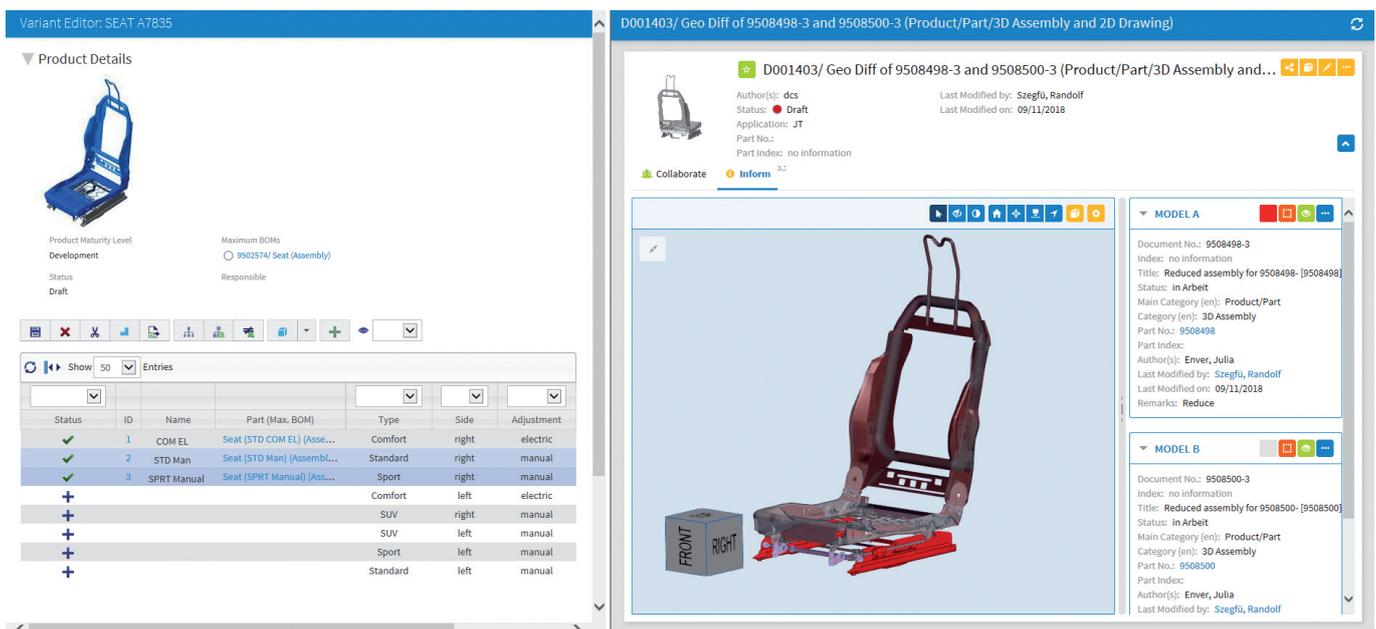
CONTACT Elements übernimmt das Modellmanagement und die Ergebnisdatenverwaltung für die DMU-Operationen. Auf Basis dieser Infrastruktur können Daten aus dem CAD-Prozess und aus dem Datenaustausch mit Zulieferern über das Versionsmanagement im PLM erfasst und automatisiert wie auch manuell in den DMU-Prozess geführt werden. Damit sind die DMU-Funktionen unmittelbar und konfigurationssicher im Stücklistenmanagement, dem Variantenmanagement oder dem Änderungsdienst inklusive Design Review und Freigabeprozess zu verwenden. Sie operieren immer auf aktuellen Modelldaten, deren Zustand eindeutig ist.

**Anwendungsszenarien**

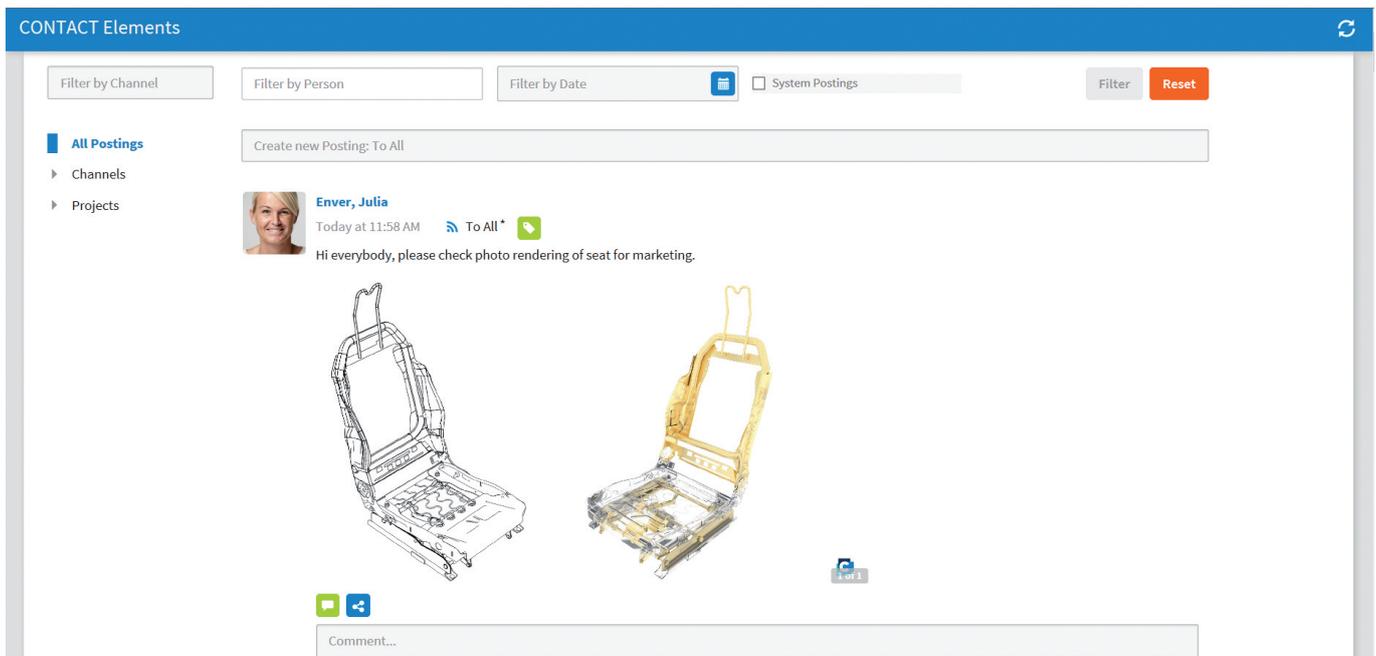
Anwender verwalten alle Daten rund um das digitale Produkt im PLM: neben der geometrischen Repräsentation auch Teilstämme, Stücklisteninformationen, Produkthanforderungen, Variantenregeln, technische Spezifikationen und vieles mehr. Ebenso werden dort die Änderungen am digitalen Produkt protokolliert. Stehen DMU-Funktionen direkt im PLM-Prozess zur Verfügung, so ergeben sich daraus zahlreiche Vorteile.

Exemplarisch skizzieren wir hier drei Anwendungsfälle, um das Potenzial der PLM/DMU-Integration aufzuzeigen:

- **Engineering Change Check Automation:** Eine digitale Änderungsmappe dient dazu, alle relevanten Modelle im PLM-System zusammenzuhalten. Die Workflow-Steuerung führt diese Mappe durch die Organisation, wobei alte und neue Modellstände durch die Änderungsmappe referenziert werden. Nach erfolgter Änderung wird ein automatischer geometrischer Vergleich für die geänderten Teile angestoßen. Das Berechnungsergebnis wird als Differenzmodell Teil der Änderungsnotiz und damit automatisch an die Änderungsmappe angehängt und für Folgeprozesse publiziert (Visual Reporting). Das Berechnungsergebnis muss nicht mehr mühsam mit Bildern in Office-Dokumenten aufbereitet werden. Es wird stattdessen als 3D-Geometriemodell publiziert und mittels eingebetteter, Web-fähiger Visualisierung im PLM direkt für Projektleiter, Qualitätssicherung und erfahrungsbasiert für die Zusammenarbeit mit externen Entwicklungspartnern kann das Ergebnis sowohl Modell- als auch Dokument-basiert ausgeleitet werden.
- **Variantenmanagement:** Bei Änderungen an variantenreichen Produkten wird eine Änderung hinsichtlich ihrer Kompatibilität gegenüber dem Produktbaukasten abgesichert, indem automatische Kollisionsanalysen eines geänderten Teils in seinen Verbauungen in einer Vielzahl an Produktvarianten erfolgt. Erkannte Problemstellen werden systemunterstützt aufgedeckt



Analyse von Produktvarianten (Bild: CONTACT)



Automatisiert erzeugte Illustration für die technische Dokumentation oder das Marketing (Bild: CONTACT)

und zur Bewertung vorgelegt. Technologisch greift hier das Management regelbasierter Stücklisten im PLM, die automatische Berechnung der variantenspezifischen Geometriemodelle und der DMU-Algorithmus zur Kollisionsberechnung für geänderte Komponenten.

- Technische Dokumentation: Auf Basis der vorhandenen Modelldaten können automatisiert hochwertige Bildinformationen (Illustration, fotorealistisches Rendering) für die technische Dokumentation oder das Marketing erzeugt und mit Informationen aus den Stammdaten, dem CAD-Datenmanagement oder der Klassifizierung angereichert werden. Die Ergebnisse werden in illustrierten Teilelisten im PLM, in Office-Exporten oder konsumierenden IT-Systemen (beispielsweise PIM/Product Information Management) genutzt.

### Close Loop Systems Engineering

Im Rahmen eines modernen, zunehmend modellbasierten Systems Engineering ist schließlich nach wie vor die geometrische Analyse komplexer Zusammenbauten erforderlich. Sie wird immer dringlicher in Anbetracht der Tatsache, dass ein Management von Produktvariabilität zunehmend von den OEMs auf ihre Systemlieferanten verlagert wird. Durch die Integration und Automation der DMU-Algorithmen in modernste PLM-Technologie können Unternehmen eine breite Wirkung der skizzierten Vorzüge

erzielen. Die standardisierte Vorgehensweise beschleunigt Absicherungsprozesse und Designentscheidungen, ermöglicht Kosteneinsparungen und schafft mehr Transparenz in der disziplinübergreifenden Entwicklung. Die kontinuierliche Absicherung und Erhöhung der Testabdeckung leistet damit einen wichtigen Beitrag zur funktionalen Sicherheit im Systems Engineering.

Die Kombination von DMU und PLM unterstützt Digitalisierungsvorhaben in diversen Aspekten – von der ersten Idee bis hin zum Betrieb des Produkts. In der frühen Phase und Detailentwicklung helfen DMUs bei der Fehleranalyse. Die Übergabe in die Fertigung und Nutzung wird durch die Ausleitung produktbegleitender Informationen, wie technische Datenblätter mit automatisch generierten Illustrationen und das 3D-Modell zum Digital Master, unterstützt. Als Beitrag zum digitalen Zwilling von im Betrieb befindlichen Produktinstanzen stärken DMUs dessen visuelle Aussagekraft.

### Schlussbetrachtung

Die industrielle Digitalisierung führt zu einer deutlichen Stärkung virtueller Entwicklungsmethoden. 3D-Modelle sind in der Breite verfügbar, das Daten- und Prozessmanagement wird zum Maßstab erfolgreicher Entwicklungsorganisationen. Die Partnerschaft von CONTACT Software und invenio Virtual Technologies zeigt, dass offene, flexibel erweiter-

bare PLM-Ökosysteme, die Best-in-Class Technologien zusammenbringen, ein Hebel für mehr Wertschöpfung sind. So steht die führende DMU-Software, die bisher vor allem bei großen Automobilherstellern aus dem Premiumbereich im Einsatz ist, nun auch im Zulieferersegment, Anlagenbau und anderen Branchen als standardisierte Anwendung zur Verfügung. ■

### Quellen:

- [1] 1. STARK, R., KRAUSE, F.-L., KIND, C., ROTHENBURG, U., MÜLLER, P., HAYKA, H. AND STÖCKERT, H.: Competing in Engineering Design – the Role of Virtual Product Creation. CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology, 3/2010, 175–184.
- [2] Stephan Augsten: Was ist Continuous Integration? Dev-Insider, März 2018

Dr. Patrick Müller  
CONTACT Software  
E-Mail:  
Patrick.Mueller@contact-software.com



Marco Santruschek  
invenio Virtual Technologies  
E-Mail:  
Marco.Santruschek@invenio.net



**Kontakt**