

BILD © MAN

# NUTZFAHRZEUGTECHNIK NEUER ENTWICKLUNGSPROZESS FÜR DIE FRÜHE PHASE

Durch Globalisierung, Urbanisierung und Umweltschutz steht die Nutzfahrzeugtechnik vor neuen Herausforderungen. Dem muss sich auch der Produktentwicklungsprozess stellen. Dazu haben die Contact Software GmbH und die Hochschule München eine Studie bei der MAN Truck & Bus AG durchgeführt. Es gilt, vernetztes Arbeiten zu stärken, Optimierungen in der frühen Entwicklungsphase anzusiedeln und Prozesse effizienter zu machen. Variantenstudien sollen zum Leistungsmerkmal erhoben werden und keine Belastung für Kosten und Zeitpläne darstellen.



## AUTOREN



**DIPL.-ING. (FH)  
TANJA DAMJANOVIC**

war Absolventin der Hochschule München und ist heute Beraterin für Implementierung, Erweiterung und Optimierung von PLM-Systemen und -Prozessen bei der Prion Group in Leinfelden-Echterdingen.



**PROF. DR.-ING.  
KLEMENS ROTHER**

lehrt auf den Gebieten Technische Mechanik, Strukturintegrität und Leichtbau an der Hochschule München.



**DR.-ING. MICHAEL KÖRSTEN**

Ist im Engineering verantwortlich für die Steuerung des Vorentwicklungsportfolios und für die Technologie-Roadmap bei MAN Truck & Bus AG in München.



**DR. WERNER POHL**

ist verantwortlich für das Produktmanagement der FCM-Softwarelösung bei Contact Software GmbH in München.

## MARKTGESCHEHEN

Die deutsche Nutzfahrzeugbranche sieht sich – wie viele andere Branchen auch – vor einem Wandel, der durch Faktoren wie Globalisierung, Urbanisierung und strengere Auflagen zum Schutz der Umwelt bedingt ist. Auch größer werdende Absatzschwankungen, verursacht durch die globale Finanzkrise, sowie ein verschärfter internationaler Wettbewerb bedingen Veränderungen. Wie wirkt sich dieser Wandel auf die Branche aus? Welche Stellschrauben sind zu drehen, um weiterhin bei Attraktivität, Qualität und Kosten der Fahrzeuge erfolgreich auf dem Markt bestehen zu können? Und die entscheidende Frage: Wie ist der Produktentstehungsprozess der Zukunft hinsichtlich dieser Herausforderungen zu optimieren? Gewachsene Strukturen und Prozesse, die ihren Fokus auf die änderungs- und anpassungsgesteuerte Konstruktion richten, bieten nicht mehr ausreichend Flexibilität, um zeitnah auf die Erfordernisse des Marktes reagieren zu können. Unternehmen müssen sich für diese veränderten Entwicklungsbedingungen fit machen, um wettbewerbsfähig zu bleiben.

Anstrengungen hierfür kosten Geld und erfordern kluge Konzepte und Herangehensweisen in der Entwicklung. Eine zunehmend verzahnte, wissensgetriebene Entwicklung erfordert ganzheitliche Ansätze. Systemisches Denken und Gestalten sind gefragt. Dies sind keine neuen Erkenntnisse, doch werden sie oft nicht konsequent genug verfolgt, beziehungsweise die Anstrengungen enden an Abteilungsgrenzen mit dem Resultat, dass Insellösungen entstehen, die vernetztes Arbeiten im Unternehmen erschweren.

Frühere Bemühungen fokussierten sich auf die Ausschöpfung der späten Phase, also Serienkonstruktion plus die Produktionskette. Meist außer Acht gelassen wird, dass die größte Wertschöpfung gerade in der frühen Phase steckt. Hier werden Ideen und Konzepte entwickelt, hier wird festgelegt, was später zu tun ist, und hier kann Einfluss mit vergleichsweise geringen Kosten genommen werden.

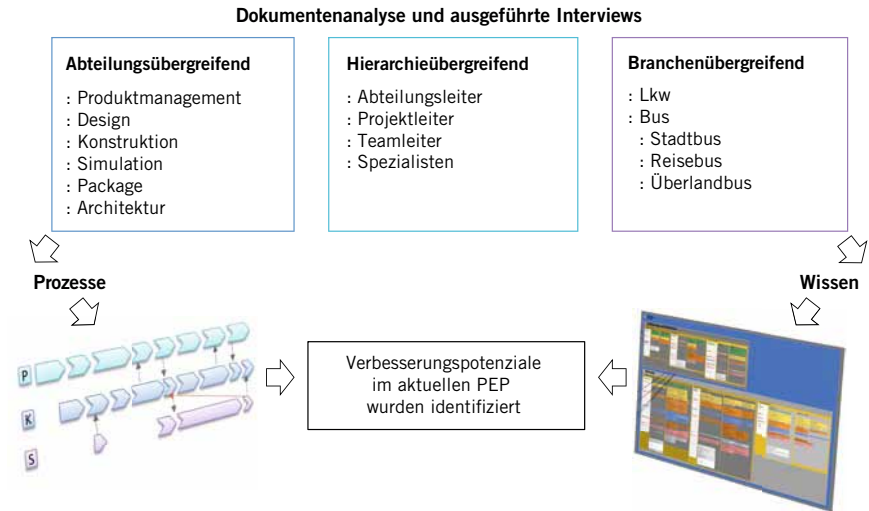
Aus diesem Grund initiierte die Hochschule München gemeinsam mit der Contact Software GmbH eine umfangreiche Studie bei der MAN Truck & Bus AG. Sie untersucht die Stellschrauben, mit denen der Produktentwicklungsprozess (PEP) der Zukunft besonders in der frühen Phase gestaltet werden kann.

## ANALYSE DES ENTWICKLUNGSPROZESSES IN DER FRÜHEN PHASE

Basis der Studie bildet eine Erhebung in den Abteilungen Konstruktion, Simulation und Package, [1, 4], zum Thema frühe Phase, wofür eine standardisierte Interviewmethode und Dokumentenanalyse verwendet wurde. Die Aufnahme der Ist-Zustand-Prozesse erfolgte anhand abteilungs-, hierarchie- sowie branchenübergreifender Interviews im Hause MAN. Deren Ergebnisse wurden in Form der Prozessmodellierung eines wissensbasierten Zusammenarbeitsmodells mittels Workflows einschließlich einer Wissenslandkarte dokumentiert. Diese Wissenslandkarte veranschaulicht die Verfügbarkeit und Logistik des im Unternehmen verfügbaren Know-hows in Form von expliziertem sowie taktischem, also bisher nicht dokumentiertem Wissen.

Prozessbeschreibungen wurden durch die Befragten formuliert, die Aussagen vertikal und horizontal in der Entwick-

lungsorganisation abgeprüft und in sogenannten Service Blueprints und Work-flowdiagrammen konkretisiert. Darauf aufbauend wurden Verbesserungspotenziale aus systemischer ganzheitlicher Sicht identifiziert und Lösungsvorschläge abgeleitet. Gruppen- oder abteilungszentrierte Sichtweisen, wie sie die Durchführung und den Wert derartiger Analysen oft stark erschweren und einschränken, wurden gezielt hinterfragt. Nachfolgend werden beispielhaft drei wichtige Potenziale dargestellt, die sich für die Integration der frühen Phase in den Entwicklungsprozess bei der Studie als besonders relevant herausgestellt haben, ②.

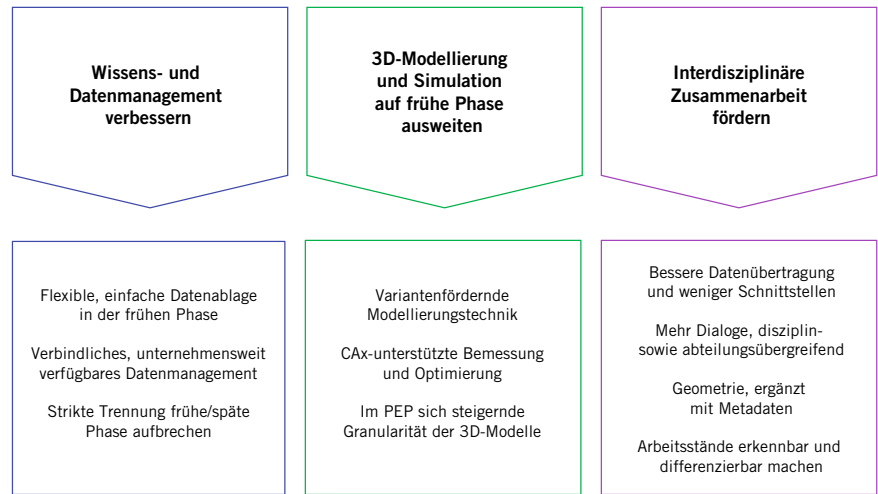


① Erkenntnisgewinn durch Analyse und Auswertung von Prozessabläufen und Wissenslogistik

## ANFORDERUNGEN AN DEN PROZESS DER ZUKUNFT

Daten und Wissen zur richtigen Zeit am richtigen Ort (1. Potenzial): Die Erhebung ergab die Notwendigkeit eines verbesserten zentralen Wissens- und Datenmanagements, das bereits ab der Initialphase greift und das Anforderungs-, Konfigurations- und Änderungsmanagement sowie die Modell- und Datenverwaltung von Produkt- und Projektplanung, von Konstruktion und Simulation einschließt. Die durchgängige Prozessnutzung von Modellen, Daten und Ergebnissen dient als wichtige Voraussetzung, um die Entwicklungsqualität zu steigern sowie Zeit und Kosten zu reduzieren. Hierzu muss eine einfache Handhabung und flexible Speicherung, jedoch „mit der Verbindlichkeit eines Datenmanagementsystems“, gewährleistet werden. Falls zum Beispiel der Anwender im täglichen Arbeiten durch die Datenspeicherung behindert wird, so wird er die Ablage im zentralen System so lange hinauszögern, bis er einen endgültigen Stand im System verbuchen kann. Die Veränderung der Produktdaten kann in diesem Fall nicht nachvollzogen werden, wodurch wertvolle Informationen verloren gehen. Vor allem der Zugriff für andere Prozessbeteiligte ist verwehrt.

Die bloße zentrale Verwaltung von Daten allein reicht jedoch nicht aus. Informationen müssen über semantische Suchfunktionen auffindbar gemacht und mit phasenspezifischen Metadaten angereichert werden. Nur wenn alle notwendigen Informationen über den gesamten Prozess zur richtigen Zeit am richtigen Ort für den



② Potenziale für einen verbesserten Entwicklungsprozess unter Berücksichtigung der frühen Konzeptphase

Anwender greifbar sind, ist ein flexibles und agiles Arbeiten möglich.

Parametrisierte dreidimensionale Modellierung von Geometrie mit fortlaufender Verfeinerung des Detaillierungsgrads von früher bis später Entwicklungsphase (2. Potenzial): Gerade in der frühen Phase muss die Möglichkeit geschaffen werden, erste „grobgranulare“ virtuelle dreidimensionale Modelle zu erstellen, um damit die konstruktiven Konzepte zu beschreiben und inhaltlich kommunizieren zu können. Zukünftige Modellierungstechniken müssen flexible und parametrisierte Konzeptgeometrie zulassen sowie die effiziente Erstellung von Alternativen ermöglichen. Im weiteren Entwicklungsverlauf sollen diese Konzeptentwürfe detailliert werden, ohne dabei Datenformate umzuwandeln oder Systeme wechseln zu müssen. Die

Geometrie muss mit „Intelligenz“ versehen werden, was deren Anreicherung mit Metadaten erfordert.

Sind solch grobgranularen CAD-Modelle erstellt, sind diese für den Simulationsprozess nutzbar zu machen. Die herkömmliche CAE-gerechte Aufbereitung von CAD-Modellen mit hohem Detaillierungsgrad ist zeitaufwendig und kein wertschöpfender Prozess. Beschleunigung des Preprocessing hat enormes Potenzial, um den Berechnungsingenieuren die notwendige Zeit zu geben, den Fokus auf die Bewertung von vielen Alternativen zu legen – und nicht auf die Erstellung des perfektionierten Simulationsmodells für nur einzelne Varianten. Modelle müssen für (automatisiert gesteuerte) Optimierung genutzt werden. Nur so lassen sich Effekte wie beispielsweise die Umkehrung der Gewichts-

spirale durch Nutzung von Sekundäreffekten aktivieren [2].

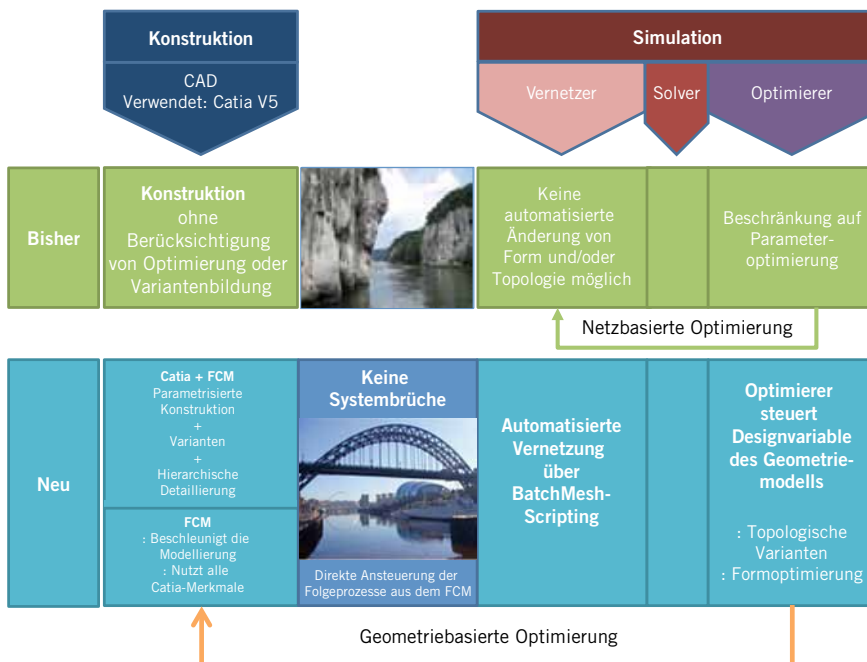
Schnittstellen zwischen Konstruktion und Simulation vermeiden und interdisziplinäre Arbeitsmodelle fördern (3. Potenzial): Jede Schnittstelle ist Keimzelle für Fehler und zeitliche Verzögerungen. Gerade Berechnungsingenieure werden im traditionellen Entwicklungsprozess oft zu spät eingebunden und auf die Nachweisführung fertiger detaillierter Konstruktionen reduziert (bisheriges Motto: erst konstruieren, dann zur Funktionsabsicherung berechnen). Eine stärkere und frühzeitigere Vernetzung von Konstruktion und Simulation ist anzustreben, um die Vorteile der Produktgestaltung durch die Berechnung und Simulation zu aktivieren (neues Motto: 1. Konzepte entwickeln, berechnen und optimieren; 2. Konstruktion entsprechend der Erkenntnisse aus der Simulation detaillieren; 3. Funktion beziehungsweise Konstruktion durch Simulation mit hohem Detaillierungsgrad absichern). Simulationsspezialisten und verfügbare Berechnungsmethoden sollten so früh wie möglich herangezogen werden. In den letzten Jahrzehnten gewachsene hausinterne Organisationen und Praktiken haben zu Prozessen geführt, welche oft Arbeit zwischen Abteilungen und

interdisziplinäre Ansätze verhindern. Dies ist der Grund dafür, warum die Realisierung eines frontgeladenen CAE-Prozesses normalerweise ein organisatorische und geistige Neuausrichtung erfordert.

Effiziente Modellierung als Integrator von Konstruktion und Berechnung

Als eine Teillösung für eine verbesserte IT-Umgebung wird im Folgenden beispielhaft auf die effiziente Modellierung von parametrisierter Geometrie eingegangen, mit der die Teilziele (i) Schaffung vollständig parametrisierter Konstruktionen, (ii) steigender Detaillierungsgrad ohne Medienbrüche und (iii) eine effiziente Ankoppelung der Simulation an den Entwicklungsprozess von früher Phase bis zur Detailkonstruktion erreicht werden.

Der Fast Concept Modeller (FCM) ist eine in Catia V5 implementierte Workbench, welche die schnelle Erzeugung von formparametrisierter Konzeptgeometrie und einen durchgängigen CAD-CAE-Prozess ermöglicht [3, 4]. Durch die intuitive, robuste und flexible Gestaltung und Anpassung von Geometrie wird dem Anwender die Möglichkeit geboten, neben einer evolutionären Gestaltung von Geometrie auch revolutionäre Konzepte zu verfolgen. Durch das Konzept Functional Modelling wird



3 Auf Geometrie basierende Optimierungsschleifen mit dem Fast Concept Modeller (FCM) ermöglichen ein schnelleres und weniger fehleranfälliges Arbeiten sowie höhere Produktqualität durch Exploration eines erweiterten Konstruktionsraums

komplexe Konzeptgeometrie anhand weniger Befehle und Parameter interaktiv oder im Batch erzeugt. Änderbarkeit der voll parametrisierten Modelle ist durch eine geringere Verzweigungs- und Verschachtelungstiefe der Modellstruktur gegenüber dem traditionellen Catia-Modell gewährleistet.

Die Modelle können mit Metadaten (zum Beispiel mit Angaben zu Werkstoff oder lokalen Wandstärken) für den Simulationsprozess angereichert werden und stehen über die bidirektionale Schnittstelle beiden Welten (CAD und CAE) zur Verfügung. Daraus erschließt sich der Vorteil, Doppelarbeit zu reduzieren und CAD-Modelle mit mehr „Intelligenz“ auszustatten, da ein Konstrukteur das CAD-Modell mit notwendigen Informationen attributieren und vollständig spezifiziert an die Simulation übergeben kann. Den Simulationsabteilungen wird mit dem FCM ein Werkzeug an die Hand gegeben, das die FEM-gerechte Aufbereitung des Modells aus dem CAD-Werkzeug startet, um semi- oder vollautomatisch ein verwertbares Solid-, Schalenmodell oder eine Balkendiskretisierung zu erhalten. Hoher Zeitbedarf für aufwendige Menübedienung oder Datentransfer entfällt.

Auch eine CAE-basierte Optimierung lässt sich in einer automatisierten Optimierungsschleife direkt aus dem CAD-System ansteuern. So fokussiert sich der Anwender hauptsächlich auf die Bewertung und Optimierung. Die resultierende CAD-Geometrie lässt sich mit Standardfunktionen von Catia weiter detaillieren und zur vollständigen Extrahierung von Fertigungsunterlagen genutzt werden.

## VERIFIZIERUNG UND BEWERTUNG

Das Vorgehen mit Anwendung des FCM wurde im Rahmen des Projekts für die frühe Phase unter realen Bedingungen getestet, indem die Karosserie eines Stadtbusses modelliert und für den Simulationsprozess aufbereitet wurde, ④ [5]. Der Prozess von der Erstellung bis zur Bereitstellung für die Simulation wurde mit dem herkömmlichen Prozess verglichen. Anhand dieses Vergleichs konnten positive Effekte auf allen drei Achsen Zeit, Kosten und Qualität nachgewiesen werden.

Die Geometrieerstellung und FEM-Modellierung für die vollständige Bei-

spielkarosserie wurde von mehreren auf weniger als zwei Wochen reduziert. Eine Anreicherung der CAD-Modelle mit CAE-relevanten Informationen beschleunigt den Datenzugriff, da alle nötigen Informationen bereits im CAD-Modell enthalten sind. Wird die Erstellung des FEM-Modells basierend auf der mit Attributen angereicherten Geometrie im Batch angestoßen, verringert sich der Aufwand nicht wertschöpfender Tätigkeiten erheblich. Gerade hierfür sind im bisherigen Workflow Datenübertragung, Nachmodellierung und Fehlerkorrektur als Vorbereitung für die manuell gesteuerte Vernetzung notwendig.

Im kausalen Zusammenhang steht hierzu die Steigerung der Entwicklungsqualität. Sekundäreffekte bei angrenzenden Disziplinen (zum Beispiel Package oder Simulation) werden sichtbar. Diese können früher als bisher auf CAD-Modelle zugreifen, wodurch deren Entwicklungsleistung deutlich gesteigert wird. Die Verwendung von Modellen auf derselben Datenbasis fördert die Kooperation zwischen Mitarbeitern unterschiedlicher Disziplinen, da Prozessbeteiligte Einblick in die Arbeitsweise anderer Bereiche erhalten. Mehr frühzeitig erzeugte und bewertete Varianten, welche auch einer automatischen Optimierung unterzogen werden können, erhöhen die Entwicklungsqualität. Frühzeitige Aussagen über Kosten, Gewicht und Fertigungsmöglichkeit sind denkbar und vermeiden aufwendige und

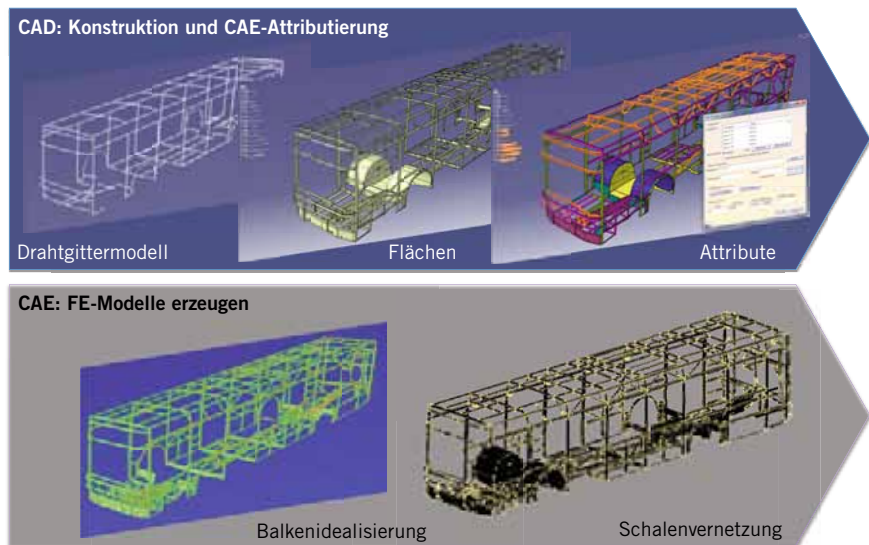
riskante Änderungen kurz vor dem Produktionsstart. Folglich spiegeln sich all diese Faktoren positiv in den Entwicklungskosten wider.

Mit dieser Pilotstudie wurden enorme Einsparungen prognostiziert. Weitere Verbesserungen zielen auf Organisation, Datenmanagement, Arbeitsabläufe, schnelle Simulationsverfahren und die Know-how-Logistik, worauf hier jedoch nicht weiter eingegangen werden kann.

## ZUSAMMENFASSUNG

Aus einer Studie mit ganzheitlicher Betrachtung des Entwicklungsprozesses hinsichtlich Organisationsstruktur, Prozessabläufen, IT-Infrastruktur und Wissensmanagement konnten konkrete Maßnahmen zur Verbesserung des Entwicklungsprozesses und der Integration der frühen Phase abgeleitet werden. Am gewählten Beispiel der dreidimensionalen, voll parametrisierten Geometriemodellierung einer Stadtbuskarosserie wurde demonstriert, dass vor allem schnittstellenintensive Insellösungen vermieden und Entwickler besser vernetzt und integriert werden können, um damit die Prozessgeschwindigkeit zu steigern und Fehler zu vermeiden.

Die Autoren dieses Beitrags sehen gerade durch die Integration kreativer Phasen mit variantenreicher Konzeptentwicklung ohne Kompromisse große Chancen, die virtuellen Entwicklungsprozesse zu verbessern. Zum richtigen



④ Prozessoptimierung am Beispiel einer Stadtbuskarosserie

Zeitpunkt mit dem notwendigen Detaillierungsgrad zu arbeiten und die Granularität der Geometriebeschreibung sukzessive im Entwicklungsprozess zu steigern, erfordert eine IT-Umgebung, bei der Modellierung, Simulation, Daten- und Wissensmanagement aufeinander abgestimmt sind und wenig bis keine Medienbrüche erfahren. Softwareinhomogenität für frühe und späte Phasen wird vermieden.

Letztlich konnte gezeigt werden, dass die Vereinheitlichung von Software auch mehr Dialoge und Absprachen zwischen Projektbeteiligten verschiedener Fachrichtungen ermöglicht. Allein diese Teillösung für einen verbesserten Entwicklungsprozess fördert eine innovativere und effizientere Produktentwicklung.

#### LITERATURHINWEISE

- [1] Damjanovic, T.; Rother, K.; Körsten, M.; Pohl, W.: Produktentstehungsprozess der Zukunft in der Nutzfahrzeugtechnik. Vortrag, 6. Grazer Symposium Virtuelles Fahrzeug, vif Graz, 14. und 15. Mai 2013
- [2] Trautwein, T.; Henn, S.; Rother, K.: Gewichtsspirale – Stellhebel der Fahrzeugauslegung. In: ATZ 113 (2011), Nr. 5, S. 390-394
- [3] Rother, K.; Löffl, Ch.: Holistic and Efficient Approaches for Modelling, Simulation and Optimization of Body-in-white Structures in the Conceptual Phase. Nafems-Seminar Concept Design Driven by Simulation, Wiesbaden, 20. und 21. März 2013
- [4] Damjanovic, T.: Analyse des Produktentstehungsprozesses in der frühen Phase der Nutzfahrzeugtechnik – Betrachtung virtueller Methoden am Beispiel einer Stadtbuskarosserie. München, Hochschule für angewandte Wissenschaften, FK 03, Diplomarbeit, 2012
- [5] Damjanovic, T.: Konzeptentwicklung einer Stadtbuskarosserie. München, Hochschule für angewandte Wissenschaften, FK03, Seminararbeit, 2012



**DOWNLOAD DES BEITRAGS**

[www.springerprofessional.de/ATZ](http://www.springerprofessional.de/ATZ)



**READ THE ENGLISH E-MAGAZINE**

order your test issue now:

[springervieweg-service@springer.com](mailto:springervieweg-service@springer.com)