

DMYTRO ADAMENKO, STEFFEN KUNNEN, PETER KÖHLER, UNIVERSITÄT DUISBURG-ESSEN

Datenaustausch zwischen Planungs- und Berechnungstools im Anlagenbau nach ISO 15926

Inhalt: Bei der Planung von verfahrenstechnischen Anlagen müssen mehrere Disziplinen eingesetzt werden. Deswegen kommen auch unterschiedliche Software-Tools, die an einer Datenbasis arbeiten und die Daten voneinander während des gesamten Planungsprozesses nutzen und verarbeiten müssen zum Einsatz. Um die komplizierten Schnittstellen zwischen einzelnen Tools zu vermeiden, wurde eine Norm ISO 15926 für den Datenaustausch im Anlagenbau entwickelt. Im Rahmen dieser Arbeit wurde ein der ISO 15926 gerechter Datenaustausch zwischen Planungs- und Simulationssoftware analysiert.

Stichwörter: Datenaustausch, ISO 15926, Anlagenplanung

Data exchange between planning and calculation tools in plant construction according to ISO 15926

Abstract: During planning of process plants, several disciplines must be used. Therefore, there are also different software tools must be used and process the data from one another during the entire planning process. In order to avoid the complicated intersections between individual tools, a standard ISO 15926 has been developed for data exchange in plant construction. In the context of this work, an ISO 15926-compliant data exchange between planning and simulation software was analyzed.

Keywords: Data exchange, ISO 15926, Process plant engineering

DMYTRO ADAMENKO, STEFFEN KUNNEN, PETER KÖHLER, UNIVERSITÄT DUISBURG-ESSEN

Datenaustausch zwischen Planungs- und Berechnungstools im Anlagenbau nach ISO 15926

Inhalt: Bei der Planung von verfahrenstechnischen Anlagen müssen mehrere Disziplinen eingesetzt werden. Deswegen kommen auch unterschiedliche Software-Tools, die an einer Datenbasis arbeiten und die Daten voneinander während des gesamten Planungsprozesses nutzen und verarbeiten müssen zum Einsatz. Um die komplizierten Schnittstellen zwischen einzelnen Tools zu vermeiden, wurde eine Norm ISO 15926 für den Datenaustausch im Anlagenbau entwickelt. Im Rahmen dieser Arbeit wurde ein der ISO 15926 gerechter Datenaustausch zwischen Planungs- und Simulationssoftware analysiert.

Stichwörter: Datenaustausch, ISO 15926, Anlagenplanung

Data exchange between planning and calculation tools in plant construction according to ISO 15926

Abstract: During planning of process plants, several disciplines must be used. Therefore, there are also different software tools must be used and process the data from one another during the entire planning process. In order to avoid the complicated intersections between individual tools, a standard ISO 15926 has been developed for data exchange in plant construction. In the context of this work, an ISO 15926-compliant data exchange between planning and simulation software was analyzed.

Keywords: Data exchange, ISO 15926, Process plant engineering

CHRISTIAN DINKEL, DANIEL BILLENSTEIN, FRANK RIEG, UNIVERSITÄT BAYREUTH

Thermische Analyse gasgefüllter Spalte in Brennelement-behältern mittels Strömungssimulationen

***Inhalt:** Transport- und Lagerbehälter (T/L-Behälter) für abgebrannte, nukleare Brennelemente müssen zahlreiche Anforderungen erfüllen, unter anderem den sicheren Abtransport der anfallenden Nachzerfallswärme. Dabei dürfen vorgeschriebene Maximaltemperaturen nicht überschritten werden, um die verwendeten Materialien nicht zu beschädigen. Aus diesem Grund sind thermische Analysen derartiger Behälter in der Entwicklung essentiell. Kernpunkt der im Rahmen dieses Beitrags vorgestellten Untersuchungen zeigen den Einfluss gasgefüllter Spalte und deren Einfluss auf die Wärmeabfuhr aus T/L-Behältern auf. Im Mittelpunkt steht dabei ein kreisringförmiger Spalt, der sich zwischen innerem und äußerem Behälterteil befindet. Dieser geht im Falle eines liegenden Behälters in einen halbmondförmigen Spalt über und wird für die Wärmetransportmechanismen Leitung, Konvektion und Strahlung mittels Strömungssimulationen numerisch untersucht. Dabei wird sowohl der Einfluss der Wärmeübertragungsart als auch der Spaltweite analysiert.*

***Stichwörter:** Brennelementbehälter, thermische Analyse, CFD, Strömungssimulation, gasgefüllter Ringspalt*

Thermal analysis of gas filled gaps in fuel element casks by Computational Fluid Dynamics simulation

***Abstract:** Transport- and storage casks for spent nuclear fuel elements have to fulfill several requirements, for example the safe dissipation of the decay heat. Thereby, mandatory maximum temperature must not be exceeded in order not to damage the used materials. Due to this, thermal analyses of such casks are essential during development. Main aspect within the frame of this paper is the examination of gas filled gaps and their influence on the heat dissipation out of the cask. Focus will be placed on an annular gap which is positioned between inner and outer part of the cask. In case of lying casks, the gap shows a crescent-shaped geometry. This kind of gap is examined numerically for the heat transfer mechanisms conduction, convection and radiation. By doing this, the influence of the heat transfer mechanism as well as the gap size is investigated.*

***Keywords:** fuel element cask, thermal analysis, CFD, gas filled annular gap*

ANDREAS DÖRNHÖFER, NICOLAI BAUER, MARKUS KRAUS*, HARALD KUTKA
CHRISTIAN MÜLLER, SERGEJ DIEL, TAMÁS FÜLÖP*, PATRICK DAVID
AUDI AG, *AUDI HUNGARIA ZRT.

Numerische Simulation zur intelligenten Verbindung der Ebenen bei der Multilevel-Absicherung der Betriebsfestigkeit elektrifizierter Fahrzeuge

***Inhalt:** Soll die Betriebsfestigkeit elektrifizierter Fahrzeuge abgesichert werden, so ist ein besonderes Augenmerk auf neuartige Komponenten wie z. B. HV-Batterien zu legen. Starke Wechselwirkungen mit angrenzenden Bauteilen im Gesamtfahrzeug charakterisieren diese ebenso wie ein oft komplexer Innenaufbau und modular-hierarchische Strukturen. Eine Möglichkeit zur Festigkeitsanalyse ist die Betrachtung auf mehreren Größen-ebenen mit Hilfe des Multilevel-Ansatzes. Anhand der zwei Bauteile*

HV-Speicher und elektrischer Steckkontakt werden die Methoden zur experimentellen Beanspruchungs- und Beanspruchbarkeitsermittlung entlang der Ebenen vorgestellt. Eine intelligente Verbindung der Ebenen erfolgt durch numerische Simulationen.

Stichwörter: Betriebsfestigkeit, HV-Batterie, Steckkontakt, Elektrofahrzeug, PHEV, Multilevel-Ansatz

Numerical simulation for intelligent level linkage in multi-level fatigue analysis of electrified vehicles

Abstract: *For ensuring structural durability of electrified vehicles, special attention must be paid to new components such as high-voltage batteries. These are characterized by strong interactions with adjacent components in the entire vehicle as well as by an often complex and modular-hierarchical inner structure. One possibility for fatigue analysis is the consideration on several size levels by a multilevel approach. On the basis of the two components hv battery and electrical connector, methods for experimental stress and stressability analysis along the levels are presented. Numerical simulation provides an intelligent linkage of the levels.*

Keywords: *Fatigue analysis, hv battery, electrical connector, BEV, PHEV, multilevel approach*

F. DWORSCHAK, C. KÜSTNER, B. SCHLEICH, S. WARTZACK, FRIEDRICH-ALEXANDER UNIVERSITÄT ERLANGEN-NÜRNBERG

Szenario-Analyse zur Digitalisierung und Automatisierung des Produktentwicklungsprozesses

Inhalt: *Die Bundesministerien für Wirtschaft- und Energie, Verkehr und digitale Infrastruktur sowie das Bundesministerium des Inneren haben im August 2014 die Digitale Agenda 2014 - 2017 vorgestellt [1]. Der vorgestellte Maßnahmenkatalog beschreibt unter anderem das digitale Arbeiten mit Hilfe moderner IT-Technologien, wie Data-Mining (DM), und neuer Entwicklungsmethoden, wie Model-based Systems Engineering (MBSE). Im Jahr 2018 halten diese Technologien Einzug in einige große Konzerne und spezialisierte IT-Unternehmen. Allerdings ist deren Verbreitung in Klein- und Mittelständischen Unternehmen (KMU) noch sehr gering. Hierdurch kann für sie ein großer wirtschaftlicher Nachteil entstehen, da die Technologien auf ganzheitliche Ansätze, wie bspw. Systems-of-Systems Modelle sowie der Vernetzung zwischen Kunde und Zulieferer, aufbauen [2]. Das Technologietransferprojekt „Optimization-based design methodology in early phase of mechatronic product development (OptMePro)“ des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) hat es sich daher zur Aufgabe gemacht Methoden und Modelle für die Integration von modernen Entwicklungsmethoden und IT-Technologien für KMU zu entwickeln. Speziell wird in diesem Beitrag ein Vorgehensmodell zur Szenario-Analyse vorgestellt, mit welchem es KMUs ermöglicht wird, den eigenen Produktentwicklungsprozess (PEP) hinsichtlich des bestehenden Digitalisierungs- und Automatisierungsgrades zu analysieren und Potentiale aufzudecken. Das Vorgehensmodell zeichnet sich durch eine universelle Einsetzbarkeit aus, sodass es den Bedürfnissen möglichst vieler KMUs gerecht wird. Darüber hinaus werden die Zwischenergebnisse des Vorgehens verständlich und eindeutig visualisiert, um eine Anwendung in den KMU zu garantieren. Außerdem gewährleistet es die individuelle Identifikation von Handlungsfeldern für den Einsatz maschineller*

Lernprozesse, erleichtert die Integration datengetriebener Werkzeuge in moderne Entwicklungsprozesse und bildet so die Basis für eine iterative Digitalisierung und Automatisierung des PEPs in KMU.

Stichwörter: Model-Based Engineering, Informationstransparenz, Digital Engineering

Scenario analysis for the digitization and automation of the product development proces

Abstract: The Federal Ministries of Economic Affairs and Energy, Transport and Digital Infrastructure and the Federal Ministry of the Interior presented the Digital Agenda 2014 - 2017 in August 2014 [1]. The catalogue of measures presented describes digital work with the help of modern IT technologies such as data mining (DM) and new development methods such as model-based systems engineering (MBSE). Until 2018, these technologies made their way into several large corporations and specialized IT companies. However, their distribution in small and medium-sized enterprises (SMEs) is still very low. This can be a major economic disadvantage for them, as the technologies are based on holistic approaches, such as systems-of-systems models and networking between customers and suppliers [2]. The technology transfer project "Optimization-based design methodology in early phase of mechatronic product development (OptMePro)" of the European Regional Development Fund (EFRE) aims at developing methods and models for the integration of modern development methods and IT technologies for SMEs. In particular, this article presents a process model for a scenario analysis that enables SMEs to analyze their own product development process (PDP) regarding the current grade of digitization and automation. This process model characterizes the PDP, reveals automation potentials and finally suggests suitable measures for improvement. The process model is universally applicable, so that it meets the needs of as many SMEs as possible. In addition, the intermediate results of the procedure are clearly and comprehensibly visualized in order to guarantee their application in SMEs. Moreover, it ensures the individual identification of fields of action for machine learning processes, facilitates the integration of data-driven tools into modern product development processes and thus forms the basis for iterative digitization and automation of the PDP in SMEs.

Keywords: Model-Based Engineering, Traceability, Digital Engineering

FLORIAN EIGNER, ROLAND MICHEL*, MAIK BERGER, TECHNISCHE UNIVERSITÄT CHEMNITZ,
*IMK AUTOMOTIVE GMBH

HypoGear - Entwicklungsschritte zum ersten Funktionsmuster

Inhalt: Auf der Suche nach immer kompakteren koaxialen Getrieben für kleine Antriebe steht eine neue Bauweise bereit. Der Artikel stellt kurz die Baugruppen eines solchen Getriebes vor und klärt über einige der Herausforderungen auf, die die Entwicklung beeinflussen. In einem weiteren Abschnitt wird auf die Berechnung der verbauten Hypoidzahnradstufe eingegangen. Die Berechnung der Zahngeometrie ausgehend von den Wälz-Gleit-Körpern wird losgelöst von den Einschränkungen betrachtet, die herkömmliche Serienfertungsverfahren mit sich bringen. Weiterhin werden im Ausblick die Entwicklungsschritte umrissen die zunächst zum Prototyp und darüber hinaus zur Serienreife führen.

Stichwörter: Hypoid, Hyperboloid, koaxial, Verzahnung, konjugiert, Wälz-Gleit-Körper, Gleitgeschwindigkeit, Getriebe, Vorschaltgetriebe, Schneckengetriebe, hochübersetzend

HypoGear - Development steps to first functional model

Abstract: *In search of ever more compact coaxial gearboxes for small drives, a new design is now available. The article briefly introduces the components of such a gearbox and explains some of the challenges that influence its development. In a further section, the calculation of the built-in hypoid gear is explained. The calculation of the tooth geometry based on the rolling bodies is considered separately from the limitations of conventional series production processes. In addition, the outlook sketches the steps of development that will initially lead to the prototype and beyond to series production readiness.*

Keywords: *hypoid, hyperboloid, coaxial, tothing, conjugated, rolling bodies, sliding speed, gear, series gear, worm gear, high transmission.*

MARTIN GEBERT, WOLFGANG STEGER, RALPH STELZER, TU DRESDEN

Erweiterter Szenegraph für die flexible Produktvisualisierung

Inhalt: *Um Produkte für Kunden erlebbar zu machen, sind virtuelle Produktpräsentationen essentiell. Die Visualisierung bedarf jedoch aufwändiger Vorbereitung. Ein virtuelles Produkt vor Ort beim Kunden zu konfigurieren und unmittelbar zu visualisieren, ist für viele Unternehmen daher noch undenkbar.*

Der vorgestellte Szenegraph stellt aktuelle Produktdaten in Form generischer Objekte dar und ermöglicht deren Visualisierung in einer VR-fähigen Spiele-Engine. Der Szenegraph ermöglicht eine flexible Präsentation auf Basis des aktuellen Produktentwicklungsstands.

Stichwörter: *Visualisierung, Virtual Reality, Produktdaten, Szenegraph, Konfiguration*

Enhanced Scene Graph for Flexible Product Visualization

Abstract: *Virtual product presentations are essential to the communication between manufacturers and customers. The presentations make experiencing a product prior to its release possible but require extensive preparation. Thus, for most manufacturers, configuring and immediately visualising a virtual product as per customer request is unthinkable.*

The presented scene graph represents an abstract collection of current product data, enabling visualization in a VR-capable game engine. This results in flexible presentations based on the current state of the product development.

Keywords: *Visualization, Virtual Reality, Product data, Scene graph, Configuration*

KARSTEN GERLACH, STEFAN HEINRICH, MAIK BERGER, TECHNISCHE UNIVERSITÄT CHEMNITZ

Synthese einer Fadenlängenkompensation mittels des modulbasierten Analyse-Synthese-Parameter-Abgleiches

Inhalt: *Der Beitrag behandelt die Entwicklung einer neuartigen Fadenlängenkompensation einer KEMA-FIL®-Maschine zur Ummantelung endloser gefüllter Vlieswalzen mit Hilfe von numerisch ermittelten Fadenverbrauchskurven und einer modulbasierten Maßsynthese. Die im Rahmen eines AiF geförderten*

Kooperationsprojektes behandelte Maschine besitzt besondere Anforderungen an den Ausgleichsweg, wodurch herkömmliche federvorgespannte Systeme nicht zum Einsatz gebracht werden konnten. Auf Basis eines simulationsfähigen Mehrkörpermodells ließ sich zunächst die Fadenlängenänderung ermitteln. Die Methode des modulbasierten Analyse-Synthese-Parameter-Abgleiches unter Einsatz neu geschaffener Synthesefunktionalitäten in SimulationX lieferte ein Getriebe, welches die Grundfunktion der Fadenlängenänderung erfüllt.

Stichwörter: KEMAFIL®, modulbasierter Analyse-Synthese-Parameter-Abgleich, Koppelgetriebe, Maßsynthese, Zeichnungsfolge-Rechenmethode

Synthesis of a Thread Length Compensation Using the Module Based Analysis-Synthesis-Parameter-Adjustment

Abstract: This paper describes the design of a new active thread length compensation within a KEMAFIL® machine which is used to cover continuously filled fleece rolls. Due to extraordinary boundary conditions, a frequently used feather-based tension compensation could not be applied in this AiF promoted project. The feather length adjustment was gathered from a multi-body simulation. Applying the module-based analysis-synthesis-parameter-adjustment by using a new synthesis library in SimulationX led to a new mechanism which met the boundary conditions.

Keywords: KEMAFIL®-Machine, module based analysis-synthesis-parameter-adjustment, coupler linkages, geometrical synthesis, drawing pattern calculation method

JULIAN HOFFMANN, GERHARD SCHARR, ALBRECHT RADTKE, UNIVERSITÄT ROSTOCK Verbesserung der bruchmechanischen Eigenschaften von heißaushärtenden faserverstärkten Kunststoffen durch den Einsatz von rechteckigen z-Pins

Inhalt: Das z-Pinning-Verfahren stellt eine bewährte Methode dar, dem lange bekannten Problem der geringen Schadenstoleranz von Faser-Kunststoff-Verbunden entgegen zu wirken. Im Allgemeinen steht den positiven Auswirkungen auf die interlaminare Bruchzähigkeit von Faserverbundwerkstoffen jedoch eine negative Beeinflussung der mechanischen in-plane-Eigenschaften gegenüber. Die typischerweise verwendeten z-Pins mit kreisrundem Querschnitt stellen dabei sowohl in Bezug auf die interlaminaren als auch die in-plane Eigenschaften eines z-pin-verstärkten Verbundwerkstoffs keine optimale Lösung dar. Untersuchungen an rechteckigen z-Pins am Lehrstuhl für Konstruktionstechnik/Leichtbau der Universität Rostock zeigen, dass sich eine Änderung der Querschnittsform positiv auf die bruchmechanischen Eigenschaften sowie die mechanischen Kennwerte unter Zug- bzw. Druckbelastung von z-pin-verstärkten Verbundwerkstoffen auswirkt.

Stichwörter: Leichtbau, Faserverbundwerkstoffe, z-Pinning

Effect of rectangular z-pins on the interlaminar fracture properties of hot-cured composite laminates

Abstract: Z-pinning is a well-established technique to counteract the long-standing concern of the low damage tolerance of fiber-reinforced plastics. However, the positive effects on the interlaminar fracture toughness of fibrous composites are accompanied by a deterioration of the mechanical in-plane properties. Typically, z-pins are needle-shaped round bars. However, z-pins with a circular cross-section geometry turned out to be not the optimal solution in terms of enhancing the interlaminar and affecting

the in-plane properties of z-pin reinforced composites. Experimental studies on rectangular z-pins at the University of Rostock show that a change in the cross-sectional shape of z-pins has positive effects on both the interlaminar fracture toughness and the mechanical in-plane properties of z-pinned composites.

Keywords: *Lightweight design, fiber-reinforced composite, z-pinning*

FLORIAN HÜTER, JOHANNES WITTMANN, CLAUDIA KLEINSCHRODT, BETTINA ALBERLAUKANT, FRANK RIEG, KIM KOECK*, VANESSA WICKLEIN*, THOMAS SCHEIBEL*, LEHRSTUHL FÜR KONSTRUKTIONSLEHRE UND CAD, *LEHRSTUHL FÜR BIOMATERIALIEN, UNIVERSITÄT BAYREUTH

Strategie zur Modellierung des Steifigkeitsverhaltens partikelverstärkter, nicht-linear-elastischer Gradientenmaterialien

Inhalt: *In vielen technischen und medizinischen Bereichen wächst das Interesse an Materialien mit graduell variierbaren Eigenschaften. Durch die graduelle Anpassung der Materialeigenschaften lassen sich beispielsweise Spannungskonzentrationen an Materialübergängen mit sprunghafter Steifigkeitsänderung vermeiden. Die Finite Elemente Analyse stellt einen geeigneten Ansatz für die mechanische Auslegung derartiger Gradientenmaterialien dar. In diesem Beitrag wird eine Strategie zur Modellierung von graduell partikelverstärkten nichtlinear-elastischen Materialien vorgestellt. Um den hohen Modellierungs- und Rechenaufwand einer direkten numerischen Simulation des Kompositmaterials zu umgehen, wird hier ein Ansatz zur Homogenisierung der Mikrostruktur verfolgt. Das Gradientenmaterial wird auf makroskopischer Ebene als homogener Körper mit graduell variierendem Steifigkeitsverhalten modelliert. Dabei werden die effektiven elastischen Eigenschaften des homogenen Körpers anhand eines Einheitszellenmodells der heterogenen Mikrostruktur des Kompositmaterials bestimmt.*

Stichwörter: *Finite-Elemente-Analyse, Gradientenmaterial, Einheitszelle*

Modeling strategy for the stiffness behaviour of particle-reinforced nonlinear elastic graded materials

Abstract: *The interest in materials with gradually varying properties is growing throughout many technical and medical fields. Due to the gradual adaptation of the material properties, stress concentrations at the transition of two materials with different elastic moduli can be avoided. The Finite Element Analysis provides a suitable approach for the design of these mechanically graded materials. Hence, a modeling strategy for gradually particle-reinforced nonlinear elastic materials is presented in this paper. A homogenization strategy is applied to avoid the high modeling and computational effort of a direct numerical simulation of the composite material. On the macroscopic scale, the mechanically graded material is modeled as a homogeneous body with gradually varying stiffness behavior. The effective elastic properties of the homogeneous body are determined by means of a unit cell model of the heterogeneous microstructure of the composite material.*

Keywords: *Finite element analysis, mechanically graded material, unit cell*

Auslegung und Optimierung von Bauteilgeometrien mittels FEM und DoE am Beispiel dünnwandiger Profilwellen

Inhalt: Dünnwandige Zahnwellenprofile, welche aus Rohren umformend hergestellt werden, versprechen eine deutliche Steigerung der Drehmomentübertragbarkeit gegenüber konventionellen Zahnwellen bezogen auf den Materialeinsatz. Das Herstellungsverfahren erlaubt und erfordert allerdings neue kerbarme Verzahnungsformen. Wie bei vielen anderen Maschinenelementen auch, ist ein Optimum oftmals von einer Vielzahl an (Geometrie-)Parametern abhängig. Zur methodischen Auslegung und Optimierung eines solchen Maschinenelementes empfiehlt sich eine Modellbildung zum Beispiel mit FEM, mit der sich relevante Eingangsgrößen ändern und Zielgrößen ermitteln lassen. Mit Hilfe von numerischen Variantenberechnungen, welche sich nach den Vorgaben eines statistischen Versuchsplanes bzw. Design of Experiments durch Veränderung der Parameter ergeben, kann ein mehrparametrisches mathematisches Ersatzmodell gebildet werden. Dieses beschreibt die (Wechsel-)Wirkungen der Eingangsgrößen auf die Ausgangsgrößen. Mit Hilfe von Optimierungsalgorithmen kann ein Optimum der Eingangsgrößen hinsichtlich bestimmter Zielgrößen und unter Berücksichtigung von Restriktionen ohne erneute aufwändige FEM-Berechnung gefunden werden. Mit Hilfe des beschriebenen Verfahrens kann methodisch eine Baureihe für dünnwandige Profilwellen ausgelegt werden.

Stichwörter: Dünnwandig, Zahnwelle, Profil, Leichtbau, FEM, statistische Versuchsplanung, Wechselwirkung, Auslegung, Optimierung, Varianten, Umformung, Rohre, DoE, Design of Experiments

Design and optimization of geometries using FEM and DoE using thin-walled profile shafts as an example

Abstract: Splined shafts, cold formed from thin-walled tubes, show significant advantage over torque-to-weight ratio compared with conventional solid shafts. Existing and partly standardized profile shapes are not suitable for thin-walled profile shafts. Because spline profiles are defined over a large number of parameters, a methodical design procedure was developed: The first step is to generate a FEM model in which a selection of relevant input parameters can be changed. Based on an initial design, the input parameters are modified using statistical design of experiments (DoE). From the different calculated variants, a mathematical model can be generated, which describes the relationship between input and output parameters. This model is used to generate an optimum for the input parameters and thus for an optimized geometry.

Keywords: splined shafts, thin-walled, tubes, profile shafts, FEM, DoE, design of experiments, torque, design, cold forming

JEROME KASPAR, PHILIPP KUHN, MICHAEL VIELHABER, UNIVERSITÄT DES SAARLANDES Systemeffizienter Hybridleichtbau – Ein technischer, wirtschaftlicher und ökologischer Potenzialvergleich im Anwendungsfeld Karosseriebau

Inhalt: Leistungsfähigkeit aber auch Ressourceneffizienz spielen bei der Entwicklung moderner Leichtbausysteme insbesondere im Automobilbau eine immer größere Rolle. Angesichts eines systemeffizienten Leichtbaus wird daher zukünftig insbesondere auch auf eine geeignete Zusammenführung mannigfaltiger Werkstoffkombinationen, den sogenannten Hybridwerkstoffen, mit entsprechend vielversprechenden Prozessschritten (Produktionsprozesse wie hybride Verbindungstechniken) zur bestmöglichen

technischen, ökonomischen sowie ökologischen Eigenschaftsgenerierung von Strukturkomponenten abgezielt. Dahingehend bietet dieser Beitrag eine systematische Auswahlmethodik zur geometrieabhängigen Potenzialanalyse von Hybridstrukturen.

Stichwörter: Werkstoffauswahl, Leichtbau, Potenzialanalyse, Hybridleichtbau, Strukturbauteile

System-Efficient Hybrid Lightweight Design – A technical, economic and ecological potential analysis in the automotive car body section

Abstract: A technical or rather functional performance as well as resource efficiency play an ever-increasing role in the development of modern lightweight systems, especially in automotive engineering. In view of a system-efficient lightweight design, in future a suitable integration of diverse material combinations with correspondingly promising processing steps (production processes like hybrid bonding techniques) will be targeted for the best possible technical, economic and ecological product property generation. As a result, this contribution offers a systematic selection methodology concerning a geometry-dependent potential analysis of hybrid structures.

Keywords: Material Selection, Lightweight Design, Potential Analysis, Hybrid Design, Structural Components

CLAUDIA KLEINSCHRODT, JOHANNES MOHR, MARKUS ZIMMERMANN, FRANK RIEG, UNIVERSITÄT BAYREUTH

Konzeptionelles Design zur softwaregestützten Analyse und Modifikation von Produktdaten

Inhalt: Ein funktionierender Austausch qualitativ hochwertiger Daten über Abteilungs-, Firmen- und auch Branchengrenzen hinweg ist eine der Voraussetzungen für durchgängige, digitalisierte und automatisierte Prozesse im Sinne von Industrie 4.0. Jedoch stellen die Bereitstellung lückenloser Informationen sowie deren Übertragung immer noch ein großes Problem für alle beteiligten Akteure dar. Die Ursachen hierfür sind vielfältig und praktikable Lösungen Mangelware. Um auf die verschiedensten am Markt vorhandenen Anforderungen an den Datenaustausch reagieren und eine praxisnahe Hilfestellung bieten zu können, wird ein branchenoffenes, flexibel anpassbares Software-Konzept zur Analyse und Modifikation von Produktdaten entwickelt.

Hierzu wird zunächst auf den Produktdatenaustausch eingegangen. Anschließend werden die an die Software gestellten Anforderungen betrachtet und das konzeptionelle Design erarbeitet. Dieses Konzept wird abschließend exemplarisch auf den qualitativ minderwertigen Austausch von Werkzeugdaten angewendet.

Stichwörter: Datenaustausch, Produktdaten, Software-Design, Werkzeug

Conceptual design for software-supported analysis and modification of product data

Abstract: A functioning exchange of high-quality data between departments, companies and industry boundaries is one of the prerequisites for integrated, digitised and automated processes according to

Industry 4.0. However, the provision of complete information and its transfer is still a major problem for all actors involved. The causes for this are manifold and practical solutions are rare. In order to be able to react to the most diverse requirements on the market for data exchange and to be able to offer practical assistance, an industry-open, flexibly adaptable software concept for analysing and modifying product data is being developed.

First of all, the product data exchange will be discussed. Subsequently, the requirements placed on the software are considered and a conceptual design is developed. Finally, this concept is applied to an example of insufficient tool data exchange.

Keywords: *Data exchange, product data, software design, tools*

SEBASTIAN KLEMENT, BERNHARD SASKE, STEPHAN ARNDT, RALPH STELZER, TU DRESDEN **Prozessmodell für Datenanalysen in der Produktentwicklung**

Inhalt: *Die Durchführung der Analyse großer Datenmenge im Produktentwicklungsprozess ist bisher nur unzureichend beschrieben. Im Rahmen dieser Veröffentlichung wird ein Prozessmodell beschrieben, das Ingenieuren als Grundlage zur Durchführung komplexer Datenanalysen dient. Dazu wird ein verbreitetes Prozessmodell der Datenanalyse an die Gegebenheiten der Produktentwicklung angepasst. Nachfolgend wird das Prozessmodell anhand eines Anwendungsfalls genutzt und validiert.*

Stichwörter: *Datenanalyse, Produktentwicklung, Prozessmodell, CRISP-DM*

Process model for Data Analysis in Product Development

Abstract: *The conduct of analysing large data sets in the product development process has yet not been described in detail. This publication defines a process model for the execution of complex data analysis tasks through engineers. One well known process model is adapted to the circumstances of product development. Subsequently, the process model is used and validated with a use-case.*

Keywords: *Data analysis, Product development, Process model, CRISP-DM*

FABIAN KLINK, MARCO KALMAR, THOMAS HOFFMANN, UNIVERSITÄT MAGDEBURG

Entwicklung eines Hydrogelphantoms zur Simulation von Temperaturverteilung im Gehirn

Inhalt: *Für die Erforschung und Entwicklung einer optimalen Schlaganfalltherapie ist es notwendig die jeweiligen Prozesse an geeigneten künstlichen Phantomen zu evaluieren. Danach kann eine Anwendung am Patienten erfolgen. Im Fokus dieser Arbeit liegt die Simulation des ischämischen Schlaganfalls an einem Gehirnphantom, hierbei wird der betroffene Gehirnbereich nicht mehr vollständig durchblutet. In der Medizin sind Phantome zur Bewertung von typisch verwendeten bildgebenden Verfahren keine Neuheit. Doch ist es mit den gängigen Modellen aufgrund der verwendeten Materialien nicht möglich, eine korrekte Temperaturentstreuung im MRT zu messen. Entweder sind die verwendeten Phantome nicht MRTverträglich oder ihre Materialeigenschaften unterscheiden sich zu sehr von denen des Gehirns, wodurch keine Evaluierung möglich ist. Eine Lösung für dieses Problem ist die Verwendung von Hydrogelen. Aufgrund des hohen Wasseranteils ähneln diese Gele den Eigenschaften des Gehirns.*

Marktreife Gele gibt es bereits seit längerem, doch lassen sich diese nur schwer in eine geeignete Form bringen und nachträglich bearbeiten. Abhilfe könnte hierbei ein neuartiges Hydrogel auf Basis von Isopropanol schaffen. Die Besonderheit sind die zusätzlich eingebrachten Nanopartikel, die unter UV-Licht verhältnismäßig schnell und kontrollierbar aushärten.

Stichwörter: Hydrogel, Phantom, MRT, Schlaganfall, Temperaturverhalten

Development of a hydrogel phantom to simulate temperature distribution in the brain

Abstract: For the research and development of an optimal stroke therapy it is necessary to evaluate the respective processes at suitable artificial phantoms. Afterwards, an application can be applied to the patient. The focus of this work is the simulation of ischaemic stroke on a brain phantom. The affected brain area is no longer supplied with blood. In medicine, phantoms for the evaluation of typically used imaging methods are not new. However, it is not possible to measure the correct temperature propagation in the MRI with current models. Because the used materials do not represent the reality very well. Either the phantoms used are not MRI-compatible or their material properties differ too much from those of the brain, which makes evaluation impossible. One solution to this problem is the use of hydrogels. These gels resemble the characteristics of the brain due to their high water content. Market-ready gels already exist for a long time, but they are difficult to shape into a suitable form and difficult to subsequently process. A new hydrogel based on isopropanol could help here. With the addition of reactive nanoparticles, it is possible to cure the hydrogel relatively quickly and definitively under UV light.

Keywords: hydrogel, phantom, MRI, stroke, temperature behaviour

NORMANN KOLDRACK, PASCAL SCHMITT, UNIVERSITÄT ROSTOCK

Über den Einfluss von Aceton auf die Zugfestigkeit und Welligkeit von 3D-gedrucktem ABS-P430

Inhalt: Diese Studie untersucht das Verhalten von Acrylnitril-Butadien-Styrol-Copolymer auf das Lösungsmittel Aceton. Dabei steht die Oberflächenwelligkeit und Zugfestigkeit 3D-gedruckter Bauteile mit dem Fused-Layer-Manufacturing im Vordergrund. Es wird gezeigt, dass eine Tauchzeit von 30 Sekunden im Aceton ausreichend ist, um die durch den Druckprozess entstandene Welligkeit vollständig zu entfernen. Weiterhin wird die Zugfestigkeit in Abhängigkeit zur Behandlungs- und zur Abtrockenzeit untersucht. Hier zeigt sich, dass die maximale Zugfestigkeit nach einer Behandlungszeit von 30 Sekunden um 17 % sinkt. Eine Abtrockenzeit von 24 h muss bei den gewählten Parametern mindestens eingehalten werden.

Stichwörter: Aceton, ABS-P430, 3D-Druck, Zugfestigkeit, zeitabhängig, Welligkeit

Effect of Aceton on tensile strength and surface waviness of 3D-printed ABS-P430 using the FDM process

Abstract: This study investigates the behavior of acrylonitrile-butadiene-styrene copolymer on the solvent acetone. The focus is on the surface waviness and tensile strength of 3D-printed components with fused layer manufacturing. It is shown, that an immersion time of 30 seconds in acetone is sufficient to completely remove any undulation caused by the printing process. Furthermore, the tensile strength is

investigated as a function of the treatment time and the drying time. Here it can be seen that the maximum tensile strength drops by 17 % after a treatment time of 30 seconds. A minimum drying time of 24 h must be maintained for the selected parameters.

Keywords: Acetone, ABS-P430, 3D printing, tensile strength, time dependent, ripple, waviness

STEFFEN KUNNEN, DMYTRO ADAMENKO, PETER KÖHLER, UNIVERSITÄT DUISBURG-ESSEN **Entwicklung und Anwendungsmöglichkeiten eines strukturübergreifenden Datenmodells**

Inhalt: Die große Komplexität und der hohe Vernetzungsgrad von Produkten und Systemen benötigen eine grundlegende Methodik, um die interdisziplinäre Kommunikation aller beteiligten Gewerke und Personen zu gewährleisten. Ein durchgehendes Systemmodell ermöglicht es unterschiedliche Disziplinen über ein System zu vereinen. Im Rahmen dieses Beitrages wird ein Ansatz gezeigt, um mit Hilfe der Modellierungssprache SysML aus verschiedenen Partialmodellen ein verknüpftes und durchgehendes Datenmodell zu schaffen. Anschließend werden konkrete Anwendungsfälle aus einem Forschungsprojekt der Universität Duisburg-Essen erläutert. Die SysML Struktur soll in externe Engineering-Tools überführt werden, sodass sowohl die Dokumentation in einem PDM-System vereinfacht wird, als auch die Struktur an ein Simulations-Tool überführt wird, um eine frühzeitige Absicherung unterschiedlichster Konzepte zu ermöglichen.

Stichwörter: Modellbasierte Systementwicklung, Datenmodellierung, Systemarchitektur.

Development and application possibilities of a cross-structure data model

Abstract: The great complexity and the high degree of connectivity of products and systems require a fundamental methodology to guarantee the interdisciplinary communication of all participating disciplines and persons. A continuous system model allows different disciplines to be combined in one system. Within the context of this paper, an approach is shown to create a linked and continuous data model from different partial models with the help of the modelling language SysML. Subsequently, concrete applications from a research project of the University of Duisburg-Essen will be described. The SysML structure will be transferred to external engineering tools, so that not only the documentation in a PDM system is simplified, but also the structure is transferred to a simulation tool, enabling a wide variety of concepts to be secured at an early stage.

Keywords: Model-Based Systems Engineering, Datamodelling, Systemarchitecture.

MANUEL LÖWER, FRANZ WIECK, BERGISCHE UNIVERSITÄT WUPPERTAL

MBSE-Partialmodell zur Unterstützung des Design-Technik Konvergenzprozesses

Inhalt: Zunehmende technische Produktkomplexität bei gleichzeitig erhöhtem Anspruch an die Produktsprache führen zu iterativen, interdisziplinären Abstimmungsprozessen zwischen den technischen Bereichen und dem Produktdesign. Dabei stellen nicht nur die unterschiedliche Fachsprache und die zu meist divergenten Zielvorstellungen eine große Herausforderung dar, sondern der Prozess wird zudem durch domänenspezifische, digitale Werkzeuge mit geringer Datendurchgängigkeit, Medienbrüchen

und unterschiedlichen Austauschformaten belastet. Änderungsbedarfe beider Disziplinen werden, insbesondere im Automobilbau in Bezug zum Package, in Design-Reviews, unter Zuhilfenahme von sogenannten Schnittmappen, identifiziert und besprochen. Hierbei handelt es sich um Bilder aus dem CAD, die Schnitte von Baugruppen an neuralgischen Punkten darstellen. Um die Nachhaltigkeit und Nachvollziehbarkeit von Änderungen und deren Gründen, respektive Anforderungen für die beteiligten Disziplinen nachhaltig und nachvollziehbar zu dokumentieren, wird der Ansatz verfolgt, die Schnitte in ein übergeordnetes Model-Based Systems Engineering Modell zu integrieren. Gleichsam wird hierdurch eine Verlinkung bzw. Referenzierung, sowohl zu den nativen Geometrien des disziplinspezifischen CAD-Programms, als auch zu den zu modellierenden Anforderungen ermöglicht.

Stichwörter: MBSE Partialmodell, Design-Technik-Konvergenz, Integriertes Design-Technik-Datenmodell

Partial MBSE Model to Support the Design-Engineering Convergence Development Process

Abstract: Increasing technical product complexity along with a rising design demand lead to extensive iterative, interdisciplinary coordination processes between engineering and product design (styling). This constitutes a major challenge, since not only different terminologies and languages are used but also divergent objectives are prevalent. In practice, a process, which is characterized by domain-specific digital tools with a low data throughput, media discontinuities and different data exchange formats is the result. Within the automotive industry, both disciplines (engineering and styling) communicate package and interface issues during design-reviews by using so called sections. These 2D-sketches, created by engineering CAD software, visualize the product assembly at critical spots. In order to achieve total traceability of changes and their reasons (e.g. requirements) a model-based Systems Engineering (MBSE) approach is used. This approach involves the integration of sections into a holistic MBSE model. As a result, direct links from the initial geometry in the CAD software to the stored information within the MBSE model are achieved.

Keywords: Partial MBSE model, Design-Technology Convergence, Integrated Product Design - Engineering data model

THIVAKAR MANOHARAN, PETER KÖHLER, UNIVERSITÄT DUISBURG-ESSEN

Wissensbereitstellung als Service

Inhalt: Die Digitalisierung von Prozessen in Unternehmen nimmt immer mehr zu. Engineering-Prozesse müssen angepasst werden, um bei diesem Wandel mithalten zu können. Es sind Grundlagen zu schaffen, dass andere nachfolgende Prozesse auf die Daten und Informationen zugreifen können, die in den Engineering-Prozessen eingebracht werden. Hierbei genügt es nicht, die Daten nur zu hinterlegen. Sie sind mit der Quelle der Daten zu verknüpfen, damit bei Änderungen die Daten aktualisiert werden können. Dies soll über einen zentralen Service erfolgen, der als Wissensbasis verschiedene Quellen ansprechen kann und die Logik beinhaltet, diese zu verarbeiten und bereitzustellen. Die zugreifenden Systeme müssen nur die Verbindung zu diesen Service aufbauen. Auch Normen sollten in der Zukunft als Service aufgebaut werden, um den Zugriff auf und die Verknüpfung mit den Norminhalten von externen Programmen und Maschinen erfolgen kann.

Stichwörter: Engineering 4.0, Digitalisierung, Digitale Norminhalte, Microservices

Knowledge Provision as a service

Abstract: *The digitization of processes in companies is increasing more and more. Engineering processes must be adapted to keep pace with this change. Fundamentals have to be created so that other subsequent processes can access the data and information that is included in the engineering processes. It is not sufficient simply to store the data. They must be linked to the source of the data so that the data can be updated when changes are made. This is to be done via a central service, which can address various sources as a knowledge base and contains the logic to process and make them available. The accessing systems only need to establish a connection to this service. In the future, standards should also be set up as a service so that they can be accessed and linked to the standard contents of external programs and machines.*

Keywords: *Engineering 4.0, Digitalization, Digital Standard Contents, Microservices*

BEYA MHADBI, MARCEL MISCHKE, PROF. DR. KLAUS HÖSCHLER,
BRANDENBURGISCHE TECHNISCHE UNIVERSITÄT COTTBUS-SENFTENBERG
DR. ANDRÉ HUPPERTZ, ROLLS-ROYCE DEUTSCHLAND

Semi-automatische Erstellung parametrisch-assoziativer 3D CAD-Modelle am Beispiel eines Flug-Kerntriebwerks

Inhalt: *Zukünftige Produktentwicklungen werden auf multidisziplinäre Optimierungen eines virtuellen Modells basieren, da nur sie die Interaktionen zwischen den beteiligten Disziplinen berücksichtigen. Beabsichtigt man beispielsweise ein Produkt hinsichtlich seiner aerodynamischen, thermodynamischen und statisch-dynamischen Eigenschaften zu optimieren, ist es erforderlich, die Generierung der virtuellen Produktgeometrie zu automatisieren und die interessierenden Dimensionen, welche für die o.g. Disziplinen relevant sind, zu parametrisieren, d.h. flexibel zu gestalten und eine potenzielle Veränderung der Morphologie bzw. der Abmessungen vorzusehen. Wie eine flexible, für die Optimierung angemessene Geometrie zu erstellen ist, ist Gegenstand des vorliegenden Artikels. Hierbei wird gezeigt, wie ein 3D CAD-Modell ausgehend einerseits von einer einfachen 2D Referenzgeometrie, welche aus Grundgeometrien besteht, und andererseits von generischen, parametrisch-assoziativen Benutzerformelementen (User-Defined Features, UDFs) zu generieren ist und zusätzlich wie dieser Prozess automatisiert werden kann. Der methodische Ansatz wird am Beispiel eines Kerntriebwerks konkretisiert. Der vorgestellte Prozess ist ein Schritt in Richtung einer flexiblen Geometrieerstellung, die die Durchführung multidisziplinärer Optimierung ermöglicht.*

Stichwörter: *Automatisierung, Vorauslegungsphase, Assoziativität, Siemens NX, 3D CAD-Modell, Parametrisierung, UDFs, Generisch*

Semi-automated Creation of parametric associative 3D CAD models exemplified by a core aero engine

Abstract: *Future product developments require multidisciplinary optimization of a virtual model, as only multidisciplinary optimization takes the interactions between several applications into account. For example, if one intends to optimize a product in terms of its aerodynamic, thermodynamic and static-dynamic properties, one will have to automate the product geometry and to parametrize the dimensions,*

which are relevant to the above mentioned disciplines, i.e. to design flexible geometries and to allow for potential changes in morphology and geometrical dimensions. The present paper deals with how to create a flexible geometry that is appropriate for the optimization. It demonstrates how to generate a 3D CAD model based on the one hand upon a simple 2D reference geometry consisting of geometric primitives, and on the other hand upon generic, parametric-associative user-defined features (UDFs). This design process is then automated and the methodological approach is illustrated with the example of a core aero engine. The presented approach is a step towards the generation of a flexible geometry enabling the implementation of multidisciplinary optimization.

Keywords: Automation, Preliminary Design Phase, Associativity, Siemens NX, 3D CAD Model, Parametrization, UDFs, Generic

PETER MOLLER, DR. TOBIAS BLÄSING, RHEINMETALL MAN MILITARY VEHICLES GMBH

Sicherheitsgerichtete Produktentwicklung eines Drive-by-Wire Systems

Inhalt: Drive-by-Wire Systeme ersetzen simple Mechanik durch komplexe Elektromechanik, Elektronik und Software. Da im Ernstfall Gefahr für Leib und Leben besteht ist der Hersteller gezwungen die gesetzlichen Standards einzuhalten und eine ausreichende Zuverlässigkeit des Systems nachzuweisen. Methodische Risikobetrachtungen mittels FMEA und FMEDA bilden hierfür ein probates Mittel und sind essentieller Bestandteil einer zeitgemäßen sicherheitsgerichteten Produktentwicklung.

Stichwörter: Drive-by-Wire, Steer-by-Wire, Funktionale Sicherheit, IEC 61508, Sicherheitsintegrität, SIL, FMEA, RPZ, FMEDA, PFD, PFH, SFF, Force Feedback

Safety related Product Development of a Drive-by-Wire System

Abstract: Drive-by-Wire Systems replace simple Mechanics by complex electromechanics, electronics and software. Based on the potential risk of injury and death in case of emergency manufacturers have to observe legal standards and to verify a sufficient reliability of the system. Method based risk assessments by FMEA and FMEDA are an effective instrument for this and essential parts of a contemporary safety related product development.

Keywords: Drive-by-Wire, Steer-by-Wire, Functional Safety, IEC 61508, Safety Integrity, SIL, FMEA, RPN FMEDA, PFD, PFH, SFF, Force Feedback

FLORIAN MÖRZ, ARMIN LOHRENGEL, TECHNISCHE UNIVERSITÄT CLAUSTHAL

Beitrag zur Verbesserung der praktischen Realisierung der geometrischen Gestalt von Pressverbindungen mit gerändelter Welle

Inhalt: Im Folgenden Artikel wird ein Vorschlag für die fertigungsgerechte Bemaßung und Tolerierung von Rändelpressverbindungen gemacht. Außerdem werden dem Praktiker Beispiele für die Gestaltung von Rändelpressverbindungen an die Hand gegeben. Damit sollen die Möglichkeiten zur praktischen Umsetzung von Pressverbindungen mit gerändelter Welle bzw. der Gestaltung der gerändelten Welle verbessert werden.

Stichwörter: Welle-Nabe-Verbindung, Rändeln, Rändelpressverbindung, Gestaltung, Tolerierung

Article for the improvement of the geometrical implementation of interference fits with knurled shaft

Abstract: *The following article is meant to provide a possibility for the production-oriented dimensioning of shape and positional tolerances of interference fits with knurled shaft. Furthermore examples for the shape of inference fits with knurled shaft are given. These considerations shall lead to an improvement of the possibilities for the practical use of interference fits with knurled shaft.*

Keywords: *haft-hub-connection, knurling, interference fit with knurled shaft, dimensioning, tolerancing*

ALEXANDER NELSON, TOBIAS BLÄßING, VOLKER RORIG,
RHEINMETALL MAN MILITARY VEHICLES GMBH

Kurzzeitdynamische Berechnungen bei der sicherheitsgerichteten Produktentwicklung im Sonderfahrzeugbau

Inhalt: *Bei der sicherheitsgerichteten Auslegung von Sonderfahrzeugen bei der RMMV ist die rechnergestützte Simulation omnipräsent. Der vorliegende Beitrag greift einige Aspekte der Berechnung kurzzeitdynamischer Belastungen auf und ordnet diese in den Produktentwicklungsprozess ein. Es werden kurzzeitdynamische Belastungen klassifiziert und mittels ihrer Wirkung auf den Schutz und die Belastung der Insassen sowie die Mobilität des Fahrzeugs abgegrenzt. Mit Fokus auf Belastungen durch IED und Mine werden Ziele bei der Auslegung von Gesamtfahrzeugen eingeführt und priorisiert. Bei der Realisierung der Ziele kommen rechnerische und experimentelle Methoden zum Einsatz. Die Schnittstellen zwischen Konstruktion, Berechnung und Versuch werden erläutert. Gesondert wird auf die elasto-visko-plastische Materialmodellierung sowie Berechnungsmethoden für Sprengbelastungen eingegangen. Anhand von Berechnungsergebnissen zweier bauteilähnlicher Proben werden zwei gängige Berechnungsmethoden erläutert. Dabei werden Effizienz, Vor- und Nachteile sowie Übertragbarkeit auf reale Strukturen diskutiert.*

Stichwörter: *Kurzzeitdynamik, Blast, IED, Mine, Schockwelle*

Abstract: *The computer-aided simulation is a ubiquitous tool in the safety-oriented design of special vehicles. This contribution deals with some aspects of the finite element calculation of short-term dynamic loads and shows its meaning within the product development process at RMMV. To this end, short-term dynamic loads are classified and distinct by their effect on the protection and load on the occupants as well as mobility of the vehicle. With the focus on IED and Mine loads, important goals for the design of complete vehicles are introduced and prioritized. Computational and experimental methods are exploited in the realization of the goals. The interfaces between design, simulation and experiment are explained. An emphasis is put on elasto-visco-plastic material modeling as well as calculation methods that are required to simulate explosive loads. Based on component-like specimen, two particular calculation methods are elaborated. Numerical efficiency, advantages and disadvantages as well as transferability to real life applications are discussed.*

Keywords: *Short-term dynamics, Blast, IED, Mine, Shockwave*

HANS-PETER PRÜFER, RUHR-UNIVERSITÄT BOCHUM

Norm oder nicht Norm – wie können FEM-Resultate verstanden werden?

***Inhalt:** Obwohl die FEM als Berechnungsverfahren etabliert ist, gibt es nach wie offene Fragen. Ein wenig betrachtetes Phänomen ist die Interpretationsbedürftigkeit der Resultate, deren Auswertung individuell geprägt ist. Dies ist zu einem erheblichen Teil auf Defizite der Lehre und der Lehrmaterialien zurückzuführen. Im Beitrag wird ein Vorschlag erarbeitet, wie eine reproduzierbare Bewertung gestaltet werden kann. Darüber hinaus wird die Idee einer in Normen gefassten Resultatauswertung betrachtet.*

***Stichwörter:** Finite Elemente, Lehrkonzepte, Ergebnisinterpretation, Normung*

Thinking of FEM results – is standardized evaluation a sensible issue?

***Abstract:** The Finite Element Method is a well-known and proven technique for structural analysis. However, the evaluation and interpretation of the results is mainly left to personal experiences. This is partly due to course contents, which lack very often practical applications. In the paper a proposal is made how to get a reproducible evaluation of results. This is finally summarized in the idea of a technical committee engaging in standardized procedures.*

***Keywords:** finite elements, teaching, evaluation of results, standardization*

CHRISTOPHER SAUER, PATRICIA KÜGLER, PHILIPP KESTEL, MICHAELA GRAF,
KYRA GÖBEL, CORNELIA NIESSEN, BENJAMIN SCHLEICH, SANDRO WARTZACK,
FRIEDRICH-ALEXANDER-UNIVERSITÄT ERLANGEN-NÜRNBERG

Ein ontologiebasierter Ansatz zur Wissensrepräsentation für die smarte Produktentwicklung

***Inhalt:** Die Wissensbereitstellung und der Wissensaustausch in Produktentwicklungsteams, die oft in unterschiedlichen Entwicklungsumgebungen arbeiten, muss verbessert werden. Bei diesem Wissen handelt es sich beispielsweise um konstruktionsrelevantes Fertigungswissen oder Methoden zur Überprüfung der Eigenschaften und des Verhaltens von Bauteilen durch numerische Simulationen. Thema des vorliegenden Beitrags ist eine Schnittstelle, die alle relevanten Kenntnisse dafür bereitstellt. Sie basiert auf der Wissensrepräsentation mittels Ontologien. Die Neuheit des vorgestellten Ansatzes liegt in der Anwendung der Ontologie für das relevante ingenieurwissenschaftliche Wissen und zudem in der Beschreibung des gesamten Ontologie-Erstellungsprozesses.*

***Stichwörter:** Smart Engineering, Wissensmanagement, Transparenz, Ontologien*

An ontology-based approach for knowledge representation for smart product development

***Abstract:** The amount of knowledge shared between or inside engineering design teams, often working in different engineering environments, needs to be increased. For instance, such knowledge refers to design-relevant manufacturing knowledge or methods for checking the properties and the behaviour of components using numerical simulations. An efficient knowledge exchange is essential. To support this new collaborative design approach, this contribution proposes an interface in engineering design, which*

provides all relevant knowledge to a design. It is based on the knowledge representation employing ontologies. The novelty of the presented approach can be found in using an ontology for the relevant engineering design knowledge and in the description of the whole ontology design process.

Keywords: *Smart Engineering, Knowledge Management, Transparency, Ontologies*

GÜNTER SCHÄFER, THOMAS KORTE, TECHNISCHE UNIVERSITÄT CLAUSTHAL

Längsstifte als kerbarme Welle-Nabe-Verbindung

Inhalt: *Für die Optimierung und den Leichtbau im Bereich der Antriebstechnik ist eine kerbarme Gestaltung der im Kraftfluss liegenden Elemente eine ganz wesentliche Voraussetzung. Für die konstruktiv häufig anzutreffende Aufgabe der Verbindung von Wellen und Naben bieten sich Längsstiftverbindungen als Alternative zu Passfedern bei vergleichbar einfacher Fertigung an. Für die Erstellung von Auslegungsgrundlagen wurden in den letzten Jahren am Institut für Maschinenwesen umfangreiche Untersuchungen durchgeführt, deren Ergebnisse hier vorgestellt werden. Darüber hinaus wird ein zur Passfeder anschlusskompatibler Geometrieentwurf bewertet.*

Stichwörter: *Welle-Nabe-Verbindung, Passfeder, Längsstift, Spannstift, Kerbspannung*

Longitudinal pin as shaft hub connection with reduced notch factor

Abstract: *Longitudinal pin connections for transmission of torque provide a potential to improve drive systems compared to standard feather keys. Systematically variation of parameters in simulation and experiments enable a simple dimensioning of connections with one or more pins. At least a geometrical suggestion is given for a feather key compatible design with reduced notch factor.*

Keywords: *Shaft-hub-connection, feather key, longitudinal pin, spring-type straight pins, notch stress*

MARC CLAUS SCHMITT, KARL-HEINRICH GROTE*, BMW GROUP, OTTO-VON-GUERICKE-UNIVERSITÄT MAGDEBURG

Operativer Einsatz der Prüffeldoptimierungsmethodik zur Prozessoptimierung im Prüffeldbetrieb

Inhalt: *Prüfstände dienen in der Automobilindustrie dazu, reproduzierbare Tests durchzuführen und Entwicklungsleistungen in frühen Phasen zu validieren. Um die durch neue Antriebstechnologien und Emissionsanforderungen gestiegene Auslastung zu bewältigen, sind ständige Prozessanpassungen und -optimierungen in Prüffeldern notwendig. Hierfür wird die erarbeitete Prüffeldoptimierungsmethodik vorgestellt. Neben der Etablierung eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses stellt diese die strukturierte Durchführung von Verbesserungsprojekten sicher. Der praktische Einsatz der Methodik führt zu einer deutlichen, messbaren Verbesserung der ablaufenden Prozesse und belegt damit die Wirksamkeit der Prüffeldoptimierungsmethodik.*

Stichwörter: *Optimierungsmethodik, Prüffeld, Prüfstand, Produktion, Prozessoptimierung, Übertragbarkeit*

Operational use of the test field optimization methodology for process optimization in test field operations

Abstract: Test beds are used in the automotive industry to perform reproducible tests and to validate development tasks in early stages. In order to cope with the increase in utilization caused by new power-train technologies and emission requirements, permanent process adjustments and optimizations in test fields are necessary. For this purpose, the developed test field optimization methodology is presented. In addition to the establishment of a continuous improvement process, this ensures the structured conduct of improvement projects. The practical use of the methodology leads to a distinct improvement of the running processes and thus proves the effectiveness of the test field optimization methodology.

Keywords: optimization methodology, test field, test bed, production, process optimization; transferability

HENRIK SCHNEGAS, HOCHSCHULE WISMAR

Kreativitätsfördernder Daten- und Informationsaustausch interdisziplinärer und dezentraler Innovationsteams

Inhalt: Gegenwärtig findet die Suche nach Produktinnovationen als Meeting häufig unter Bezeichnung Brainstorming statt. Während des Brainstormings wird in einer eher statischen Arbeitsumgebung, was Zeit, Personal, Methode und Werkzeug betrifft, vorhandenes Wissen abgeschöpft und in Ideen umgewandelt. Analoge Hilfsmittel wie Stift, Papier, Flipchart, Whiteboard prägen die Arbeit. Die Verwendung des Smartphones oder des Laptops halten Einzug, sind jedoch noch nicht sehr ausgeprägt. Nachdem statistische Untersuchungen ergeben haben, dass lediglich 1% aller Ideen in klassischen Kreativitätsworkshops entstehen, sind neue Herangehensweisen gefordert, die aktuell unter Nutzung digitaler und vernetzter Hard- und Software entwickelt werden. Ein Idealsystem wird mit dem vorliegenden Artikel vorgestellt, in dem die Mitglieder interdisziplinärer Entwicklerteams mit Hilfe individuell ausgewählter digitaler Hilfsmittel, an selbst gewählten Orten, mit personenspezifischen Kreativitätswerkzeugen Ideen oder Inspirationen generieren und in vernetzten Umgebungen untereinander austauschen.

Stichwörter: Dezentrale Teamarbeit, Kreativität, Informationswerkzeuge, Ideenplattform, Innovation

Creativity-enhancing data and information exchange of interdisciplinary and decentralized innovation teams

Abstract: Brainstorming is the most popular tool in the development of innovative products. In a static work environment existing knowledge is change to innovative ideas. Pens, paper, flipcharts or whiteboards are normal tools. Smartphone or notebooks are used not so often. Because statistical studies showed, that only 1% of all new ideas are created during Brainstormings, new methods are necessary. In this paper an ideal methode is proposed. If using this methode interdisciplinary teammembers can use individual electronical expedients, on individual places with individual creativity tools in collaboration environments.

Keywords: Decentralized Teamwork, Creativity, Information Tools, Ideas-Pool, Innovation

JOHANN TÜCHSEN, MORITZ OBENDORFER, BROSE FAHRZEUGTEILE GMBH & CO. KG
THOMAS LUFT, BENJAMIN SCHLEICH, SANDRO WARTZACK, FRIEDRICH-ALEXANDER-UNIVERSITÄT ERLANGEN-NÜRNBERG

Methode zur Einbindung von heuristischem Wissen in die erweiterte matrixbasierte Produktbeschreibung

***Inhalt:** Im Zuge der zunehmenden Vernetzung und Digitalisierung ist es zur Beherrschung von Komplexität im Rahmen der interdisziplinären und kollaborativen Produktentwicklung notwendig, die vielfältigen Abhängigkeiten zwischen Produktmerkmalen und Produkteigenschaften detailliert zu beschreiben. Die vorliegende Arbeit stellt daher eine Methode zur Implementierung und Verarbeitung von heuristischem, impliziten Wissen in der erweiterten matrixbasierten Produktentwicklung (eMBPB) und im Characteristic-Property-Model (CPM) vor. Mittels dieser Methode können das Erfahrungswissen der Entwickler in den holistischen Produktbeschreibungsansatz integriert und Produkte unter der Berücksichtigung von Prozesseinflüssen und Unsicherheiten beschrieben werden. Diese vorgeschlagene Methode wird zudem anhand des industriellen Beispiels der Welle-Rotorblechpaket-Verbindung veranschaulicht und evaluiert.*

***Stichwörter:** Wissensmanagement, heuristisches Wissen, eMBPB, CPM*

Method for Implementation of Heuristic Knowledge in the Matrix- and Graph-based Product Model

***Abstract:** In the course of increasing networking and digitalization, it is necessary to master the complexity of interdisciplinary and collaborative product development in order to describe in detail the diverse dependencies between product features and product properties. Therefore, the presented work introduces a method for implementing and processing heuristic and implicit knowledge in the matrix- and graph-based product development (eMBPB) and in the Characteristic-Property-Model (CPM). Using this method, developers' experience knowledge can be integrated into the holistic product description approach, and products can be described by taking into account process influences and uncertainties. This proposed method will be further illustrated and evaluated by the industrial example of the shaft-rotor-connection.*

***Keywords:** Knowledge Management, heuristic Knowledge, eMBPB, CPM*

CHANTAL WEIGEL, GEORG JACOBS, TIM KATZWINKEL, JUSTUS SIEBRECHT, JUDITH MERZ,
JASCHA PARIS, BURKHARD CORVES, HENRI BUFFART, SUSANNE HOFFMANN, MARTIN
TRAUTZ, RWTH AACHEN

Technische Faltung: ein praktischer Entwicklungsansatz

***Inhalt:** Neuartige Konstruktionsprinzipien stellen Anwender vor neuartige Herausforderungen. Dies gilt auch und insbesondere im relativ jungen Bereich der Anwendung technischer Faltungen. Aufgrund der Komplexität der Entwicklung ist die Forschung gefragt: dem Entwickelnden ist ein Prozess an die Hand zu geben, der die Arbeit unterstützt und Hilfsmittel einordnet. In diesem Beitrag wird ein solcher Prozess vorgestellt, der mögliche Hilfsmittel den Prozessschritten zuordnet und in einen gesamten Zusammenhang setzt. Ferner wird der Prozess anhand eines Workshops, welcher mit dessen Hilfe durchgeführt wurde, überprüft.*

Stichwörter: Technische Faltungen, Konstruktionsmethodik, PEP

Technical Folding: a Practical Development Approach

Abstract: Novel construction principles leave engineers with novel challenges. This also and especially applies to the relatively young field of the application of technical folding. Due to the complexity of the development of such, research is in demand: it has to offer a process to the developer, which supports the work and arranges expedients. This paper presents said process, which assigns expedients to the different development steps and sets them into a complete context. Furthermore, the process is evaluated on the basis of a workshop that was executed using it.

Keywords: Technical Folding, Engineering Design, Product Development Process

CHANTAL WEIGEL, GEORG JACOBS, TIM KATZWINKEL, JUDITH MERZ, JASCHA PARIS, BURKHARD CORVES, HENRI BUFFART, SUSANNE HOFFMANN, MARTIN TRAUTZ, RWTH AACHEN

Vergleich und ableitbare Vorteile technischer Faltung

Inhalt: Die Anwendung technischer Faltungen findet sich im heutigen Ingenieurwesen selten und ist von ausgewiesenen Experten gekennzeichnet. Das Konzept und insbesondere seine Potentiale sind im Maschinenbau relativ unbekannt. Das vorliegende Paper zielt auf die Vorstellung außerordentlicher Beispiele ab, welche sich technischer Faltung bedienen und einen ersten Eindruck des ihr innewohnenden Potentials erlauben. Eine Ableitung der Vorteile technischer Faltungen gegenüber Standardlösungen wird durchgeführt. Außerdem werden Lösungen vorgestellt, für die kein Pendant im Bereich der Standardlösungen verfügbar ist, da sie ausschließlich auf Basis technischer Faltungen möglich sind.

Stichwörter: Innovation, Potential technischer Faltung, Dicke Platten, Origamibasierte Strukturen in Ingenieursanwendungen, Faltung als Gestaltungsprinzip

Comparison and Derivable Benefits of Technical Folding

Abstract: The application of technical folding in today's engineering is scarce and characterized by designated experts. Furthermore, the concept and especially its potential are relatively unknown in mechanical engineering. This paper aims at an introduction of outstanding examples of applications, which use technical folding and allow a glimpse on the potential it inherits. A derivation of benefits, that technical folding can offer in comparison to standard solutions, is executed. Furthermore, solutions for which there are no standard counterparts, but which only work on the basis of technical folding are presented.

Keywords: Innovation, Potential of Technical Folding, Thick Origami, Origami-based Structures in Engineering Application, Folding as a Design Principle.