

KONRAD EXNER, CHRISTIAN SCHNÜRMACHER, JUSTUS THIELE, FACHGEBIET FÜR INDUSTRIELLE INFORMATIONSTECHNIK, TECHNISCHE UNIVERSITÄT BERLIN, FELIX SCHULZ, RAINER STARK, GESCHÄFTSFELD VIRTUELLE PRODUKTENTSTEHUNG, FRAUNHOFER IPK, BERLIN

Variants evaluation of Product-Service Systems

Abstract: Due to the increasing demand of industry for concepts that span the entire lifecycle of products combined with services, Product-Service Systems (PSS) have become the subject of extensive research in recent years. The integration of tangible and intangible components in a combined solution, which is managed and maintained by the provider offer the opportunity for an increased revenue generation while improving customer satisfaction. By combining products, services, business models, infrastructure, software etc. the complexity of the systems to be developed increases. To ensure the successful development and to achieve a reduction of development time and costs different concepts during early development phases need to be evaluated by key criteria. This paper provides a literature research for variant evaluation regarding products and services and offers a method to evaluate PSS concepts.

Keywords: Product-Service Systems; PSS; variant evaluation

KEVIN SCHMITZ, JOHANNES VAN DER BEEK, JÖRG FELDHUSEN, LEHRSTUHL UND INSTITUT FÜR ALLGEMEINE KONSTRUKTIONSTECHNIK DES MASCHINENBAUS, RWTH AACHEN UNIVERSITY

Modularisierung – Entwicklungsmethodik für die Praxis

Inhalt: In vielen Bereichen des Maschinenbaus wird Modularisierung mittlerweile als erfolgsbringendes Mittel zukunftsweisender Produktentwicklung proklamiert. Die Vorteile modular aufgebauter Produkte reichen von der Parallelisierung von Prozessschritten über eine verringerte Teilevielfalt hin zu einem geringeren Prüfaufwand von Gesamtsystemen. Dem gegenüber werden teilweise zusätzliche Schnittstellen erforderlich, die Anzahl an Bauteilen steigt und damit einhergehend auch der Bauraumbedarf. Modularisierung macht eine Standardisierung auf einzelnen Ebenen der Systemhierarchie (Bauteil, Baugruppe, Modul, Gerät, Anlage) erforderlich. Während sich auf Bauteilebene aufgrund geringer Komplexität Standardisierungsmaßnahmen etwa durch das Verwenden von Gleichteilen mit überschaubarem Aufwand realisieren lassen, ist die Umsetzung auf der Modulebene schwieriger, geht jedoch aufgrund von Skaleneffekten in der Regel mit größeren Kosteneinsparungen einher. Es wird deutlich, dass für jedes Produkt individuell eine optimale Anzahl an Modulen gefunden und ideale Modulgrenzen definiert werden müssen. In diesem Beitrag wird eine Methodik aufgezeigt, die aus der praktischen Anwendung in diversen Industrieprojekten heraus entwickelt und abstrahiert wurde. Sie bietet die Möglichkeit, variantenreiche Produkte zu analysieren und den Anwender dabei zu unterstützen, diese in eine modulare Produktstruktur zu überführen. Im Speziellen hilft die Methodik, eine geeignete Anzahl von Modulen zu generieren und deren Schnittstellen so zu definieren, dass voneinander unabhängig entwickel-, konstruier-, fertig- und prüfbare Einheiten entstehen. Eine der Herausforderungen bei der praktischen Umsetzung ist es, die funktionalen und baulichen Abhängigkeiten zwischen einzelnen Funktionsmerkmalen zu identifizieren. Im Beitrag wird hierzu die softwaregestützte Erzeugung von Variantenbäumen aus Design Structure Matrizen vorgestellt. Neben der Visualisierung zur disziplinübergreifenden Kommunikation, umfasst die Methodik auch eine kombinatorische Optimierung der Module.

Stichwörter: Modularisierung, Standardisierung, Methodik, Variantenbaum

Modularization - development methodology for practice

Abstract: *In many fields of mechanical engineering, modularisation is declared as a successful tool of future- oriented product development. Some of the advantages of modular products are the parallelization of process steps, a minimisation of diversity in the product parts as well as lower effort for testing of systems. On the other hand it produces a need of additional interfaces, a rise of parts and therefore of need for more space. Modularisation calls for a standardisation on different levels of the system hierarchy (part, assembly, module, device, system). Regarding the level of parts, standardisation can be realised relatively easy through the use of carry-over parts. On the level of single modules the realisation is more difficult but has a greater influence on the reduction of costs, due to scale effects. It is obvious, that the optimal quantity of modules and ideal dividing lines have to be found for each individual product. The present paper describes a methodology, which was developed and abstracted in multiple collaborations with the industry and direct practical application. It offers an option to analyse multi-variant products and supports the user to transfer them into a modular product structure. Especially the methodology helps generating an accurate number of moduls and to define interfaces, which are independent regarding the development, construction, manufacturing and testing processes. One of the main challenges of the practical application is the identification of functional and structural dependencies between single features. The paper introduces the software-based generation of variant trees out of Design Structure Matrices. Additional to across discipline communication the methodology includes a combinatorial optimisation of the modules.*

Keywords: *modularisation, standardisation, methodology, variant tree*

MARTIN ROLBIECKI, JAN-HENDRIK OHLENDORF, KLAUS-DIETER THOBEN, INSTITUT FÜR INTEGRIERTE PRODUKTENTWICKLUNG (BIK), UNIVERSITÄT BREMEN

Einsatz virtueller und experimenteller Methoden im Produktentwicklungsprozess von Effektoren für technische Textilien

Inhalt: *In diesem Papier soll der Einsatz virtueller und experimenteller Methoden im Produktentwicklungsprozess am Beispiel von Handhabungsvorrichtungen für technische Textilien thematisiert werden. Das BIK beschäftigt sich bereits seit längerer Zeit mit dem Produktentwicklungsprozess von Effektoren für die Herstellung von Faser-Kunststoff-Verbunden (FKV). Durch automatisierte Produktionsprozesse sollen Produktionskosten für FKV gesenkt und deren Qualität gesteigert werden. Die Handhabung und der Lagenaufbau von technischen Textilien stellt dabei ein wesentliches Automatisierungspotenzial dar. Eine besondere Herausforderung für den Produktentwicklungsprozess der Effektoren ergibt sich durch die biege- und schubweiche Materialcharakteristik der textilen Halbzeuge. Dieser lässt sich mit der Kombination von virtuellen als auch experimentellen Methoden im Produktentwicklungsprozess erfolgreich begegnen. Das sehr schwer zu beschreibende bzw. zu modellierende Materialverhalten der biege- und schubweichen Textilien lässt sich nur mit sehr hohem Aufwand in einem numerischen System abbilden. Diese Modelle stoßen schnell an ihre Grenzen, da sie nur begrenzt dynamische Prozessfaktoren abbilden. Auch eine Integration der Materialmodelle in die Konstruktionsumgebung eines CAD-Systems ist aktuell nur schwer umsetzbar. Eine experimentelle Untersuchung des Materialverhaltens unter realen Bedingungen bietet daher die Möglichkeit, verschiedene Konzeptvarianten qualitativ zu bewerten. Besonders wichtig hierbei ist eine realitätsnahe Skalierung der Versuchsvorrichtungen. Deshalb kann der Produktentwicklungsprozess, insbesondere im Anwendungsbereich von biege- und schubweichen Materialien, nur in Kombination aus virtuellen und experimentellen Methoden erfolgreich abgeschlossen werden.*

Stichwörter: *Produktentwicklung, virtuell, experimentell, biegeweich, Material, Automatisierung, Handhabung, FKV.*

Use of virtual and experimental methods in the product development process of effectors for technical textiles

Abstract: This Article is focused on virtual and experimental methods of product development using the example of handling devices for textiles. The BIK is working on the product development of effectors for the production of fibre-reinforced plastic (FRP). Automation can help for lower product costs and increase the product quality of the FRP. Especially the handling process of technical textiles and the build-up of fibre structures represents a significant potential for automation. A particular challenge for the product development process of handling devices is determined by the limp material characteristics of textiles. Because of this there is the need to use both virtual and experimental methods in the product development process. The material behaviour of textiles is very difficult to describe in a numerical model. These models quickly reach their limits, since they represent only limited dynamic process factors. Also an integration of the material models in the environment of a CAD system is currently difficult to implement. Therefore an experimental investigation of material behaviour under real conditions provides the opportunity to evaluate alternative concepts. A realistic scaling of the experimental devices is of particular importance. The product development process, especially in the scope of textiles, can only be successful in combination of virtual and experimental methods.

Keywords: product development ,experimental methods, virtual methods, textiles, limp materials, automation, handling, FRP.

A.ALBERS, N.BURSACM IPEK-INSTITUTE OF PRODUCT ENGINEERING, R.LÜDCKE, J.WILL,
DR.ING.H.C.F.PORSCHÉ AG

Process Analysis and Optimization by Targeted Application of Knowledge Management – A Case Study in the Early Stages of Product Development

Abstract: The product development process is formed by many interacting activities and is due to design alterations, especially in the knowledge intensive early stages, highly iterative. At this point, an adequate knowledge management is decisive for success. The Activity Based Modeling Technique has been developed to depict interactions and iterations in the product development process and to identify needs for action in order to methodically support processes via knowledge management. In this paper it is shown that this technique can also be successfully applied in the early stages to open up potential for optimization. Research for the paper is drawn from observing the processes of Porsche AG's modular kit development which are characterized by a need for coordination and documentation. Using the Activity Based Modeling Technique, these processes have been analyzed on basis of the system triple approach and the identified needs for action were implemented. Research results indicate: the newly implemented, through iterations improved and to more stakeholders expanded knowledge management system causes time savings in the process.

Keywords: Knowledge management, activity based modeling technique, modular kit development

MICHAEL ALTGOTT, WOLFGANG STICHT, EBU UMFORMTECHNIK GMBH, BAYREUTH

Einführung eines ERP-Systems – ein Praxisbericht

Inhalt: Die Einführung eines modernen ERP-Systems bedeutet für KMU erhebliche Aufwendungen in Bezug sowohl auf Investitions- als auch Ressourcenkapazitäten. Die Auseinandersetzung mit bestehenden Prozessabläufen und die Abbildung im einzuführenden ERP-System bilden dabei die zentralen Punkte der Umsetzung. Der Praxisbericht geht auf Detailkonzepte und -lösungen ein.

Stichwörter: ERP-System, PDM-ERP-Schnittstelle, PDM-ERP-Kopplung, Prozessabläufe

Introduction of an ERP system - a practical report

Abstract: *The initiation of an ERP-System means extensive charges for SMEs related to capital investments and capabilities. The discussion about existing processes and the transformation to the new ERP-System constitute the essence of the implementation. This report shows detailed concepts and solutions.*

Keywords: *ERP-System, PDM-ERP-Interface, PDM-ERP-Interlinking, workflow*

SVEN MATTHIESEN, THOMAS GWOSCH, SEBASTIAN MANGOLD, IPEK INSTITUT FÜR PRODUKTENTWICKLUNG KARLSRUHE

Eine Methode für eine Prüf- und Validierungsumgebung zur Komponentenuntersuchung handgehaltener Geräte in der Produktentwicklung

Inhalt: *Eine Reduzierung der Entwicklungszeit bietet den Herstellern bei der Produktentwicklung von Elektrowerkzeugen die Chance auf einen früheren Markteintritt. Hierfür müssen Unsicherheiten in Bezug auf Funktion und Lebensdauer der Geräte reduziert werden, um das Investitionsrisiko zu senken. Insbesondere ist die Validierung der Prototypen in den einzelnen Entwicklungsschritten einer jeden Generation durch Versuche bis Lebensdauerende aufgrund des hohen Personaleinsatzes kostenintensiv. Ebenso stellt die Beeinflussung der Handtests durch die Heterogenität der Anwender eine Herausforderung dar. Ein effizienter Ansatz zur Begegnung dieser Herausforderungen kann die Validierung durch ein virtuelles Modell, kombiniert mit Validierung an Prüfständen liefern. In diesem Beitrag wird ein Konzept für eine Entwicklungs- und Validierungsumgebung für Teilsysteme handgehaltener Geräte vorgestellt. Ziel dieser Umgebung ist eine möglichst realitätsidentische Prüfung von Teilkomponenten in einer frühen Phase der Produktentwicklung in der sich andere Teilsysteme, bspw. das umgebende Gehäuse, noch in früheren Entwicklungsphasen befinden. Die Validierungsumgebung wird am Beispielsystem Winkelschleifer diskutiert.*

Stichwörter: *Entwicklungs- und Validierungsumgebung handgehaltener Geräte; Teilsystementwicklungsprüfstand; Komponentenentwicklung; Validierungsmethoden*

A method for a test and validation environment for Component investigation of hand-held devices

Abstract: *Reducing the development time of products allows power tool manufacturer to launch their products earlier into the market. To reduce the investment risks, the proof of functions and life expectancy are inevitable steps within the product development process. Especially the prototype validation of every development generation costs, due to high human resources for hand tests, a lot of money. An additional challenge is the heterogeneity of the users in these experimental procedures. To handle this challenge test rigs containing virtual and physical modelling can extend validation activities. This paper presents a method using a product engineering and validation platform for testing subsystems of power tools. The aim of this platform is a test environment to simulate realistically conditions at early stages of product engineering. In these stages some subsystems like the housing are not developed yet, but required for validation activities of other parts such as the transmission. In this article an innovative validation platform is introduced using an angular grinder as an example.*

Keywords: *product engineering and validation platform for power tool testing; test rig for subsystem research; component development; validation methods*

JOHANNES VAN DER BEEK, KEVIN SCHMITZ, JÖRG FELDHUSEN, LEHRSTUHL UND INSTITUT FÜR ALLGEMEINE KONSTRUKTIONSTECHNIK DES MASCHINENBAUS, RWTH AACHEN

Entwicklung kontextsensitiver Standards in modularen Produktplattformen

Inhalt: Kundenindividuelle Produkte und die Präsenz auf globalen Märkten lassen die Produktvielfalt in vielen Unternehmen wachsen. Ein Unternehmen, welches Anlagen mit hohem Anteil an Komponenten mit kurzen Technologiezyklen anbietet, steht vor der ständigen Herausforderungen eine flexible Grundstruktur von Produkten und Prozessen vorzuhalten. Produktstandardelemente und Systemlösungen in Kombination mit einer flexiblen Plattform bieten erhebliches Rationalisierungspotential. Diese vorgedachten Produktelemente sind entweder im Unternehmen existent oder müssen entwickelt werden. Die notwendigen Standards, deren Anzahl und deren konstruktive Umsetzung sind stark kontextgebunden, sowohl produkt- als auch unternehmensspezifisch. Die Methode zur kontextsensitiven Standardentwicklung unterstützt die Findung und Entwicklung idealer Produktstandardelemente. Dabei gliedert sich das Vorgehen in eine Analyse der Ausgangssituation, um notwendige Merkmale eines zukünftigen Standards zu identifizieren und diesen in einer anschließenden Synthesephase zu konzipieren und abschließend als neuen Standard zu definieren. Dabei wird die Nutzung der Vorgehensweise an zwei konkreten Anwendungsbeispielen validiert.

Stichwörter: Modularisierung, Standardisierung, Produktstandardelemente

Development of context-sensitive standards in modular product platforms

Abstract: Customized products and the presence on global markets cause a growing range of products in many companies. A company which deals with facilities with high amount of components with short technology lifecycles is meeting the challenge of providing a flexible basic structure of products and processes. Product standard elements and systems solution embedded in a flexible product platform influence the rationalization capability powerful. Some of these product elements still exist in a company or they have to be developed. The necessary kind of standards, there quantity and there design are strongly bound to the context, firm-specific and productspecific. The method of context-sensitive standard development provides the identification and definition of ideal product standard elements. The procedure analyses an existing product for identifying necessary features of a future standard. In a synthesis of the knowledge is concreted to design and define the new standard. The usability of the procedure is shown by two industrial samples.

Keywords: Modularization, standardization, product standard elements

HENRIK SCHNEGAS, LEHRSTUHL FÜR KONSTRUKTIONS- UND APPARATETECHNIK, HOCHSCHULE WISMAR

Interdisziplinäre Produktplanung und Produktdefinition – ein Turmbau zu Babel ?

Inhalt: Die Entwicklung eines neuen Produktes erfolgt betriebswirtschaftlich betrachtet als Projekt, in dem eine interdisziplinäre und oft auch interkulturelle Zusammenarbeit zwischen unterschiedlichen Abteilungen notwendig ist. Neben Maschinenbauingenieuren gehören gleichberechtigt Technologen, Betriebswirtschaftler, Designer oder Qualitätsbeauftragte zum Team, die i.d.R. über individuelles und spezifisches Fach- und Methodenwissen verfügen, welches bereits in den frühen Phasen der Produktentwicklung aufeinandertrifft und sehr oft zu Irritationen und schwerwiegenden Verständigungsproblemen führt. Aktuelle Statistiken weisen Kommunikations- und Verständnisprobleme als häufigsten Grund für das Scheitern von Projekten aus. Daraus resultiert die Notwendigkeit, dass in Ergänzung zu den Arbeitsschritten der fachspezifisch publizierten Methoden noch vor den eigentlichen Arbeitsschritten eine gemeinsame Sprache und gemeinsame Begriffe als weitere Prozessaktivität definiert und auch dokumentiert werden. Ein Verständigungsdokument wird somit zu einem neuen Meilenstein im Projekt.

Stichwörter: Projektmanagement, interdisziplinäres Projektteam, Begriffs-, Produkt- und Prozessdefinition als Meilenstein, Anforderungsliste, Pflichten- und Lastenheft .

Interdisciplinary product planning and product definition - a tower of Babel ?

Abstract: Development of new products we can also name projects. In the most projects teamwork between engineers, designers, quality managers, business administrators a.s.o. is necessary. In every day work each specialist has an own specific language and own methodological knowledge. Communication and understanding problems are the most significant reasons for failure of projects. Before project start, it's necessary to define and document common terms for communication. Document of understanding is so a new milestone in projectmanagement.

Keywords: Project management, interdisciplinary project team, product- and process definition as a milestone, system specification, requirements specification.

ALBERT ALBERS, BENJAMIN WALTER, BARTOSZ GLADYSZ, NICOLAS REIß, MATTHIAS DÖRR,
MAXE HINKELMANN, INSTITUT FÜR PRODUKTENTWICKLUNG, KARLSRUHER INSTITUT FÜR
TECHNOLOGIE (KIT),KARLSRUHE

Ansatz zur situations- und bedarfsgerechten Methodenauswahl in der Produktentstehung basierend auf dem Systemtripel aus Zielsystem, Handlungssystem und Objektsystem

Inhalt: Angesichts der zunehmenden Anzahl unterstützender Methoden in Produktentstehungsprozessen gewinnt die Aufgabe, diese Methoden situations- und bedarfsgerecht auszuwählen, zunehmend an Bedeutung. Der vorliegende Beitrag greift bestehende Ansätze auf und erweitert den Ansatz der situationsgerechten Methodenauswahl um den Aspekt der bedarfsgerechten Methodenauswahl. Dazu stellt es praxisrelevante Kriterien der Methodenauswahl strukturiert dar und ordnet sie dem Systemtripel aus Zielsystem, Handlungssystem und Objektsystem zu. In enger Zusammenarbeit mit Industriepartnern wurden ein Workshop-Konzept und eine virtuelle App entwickelt, die dieses theoretische Framework nutzen und damit für die Praxis der Produktentwicklung zur Verfügung stellen.

Stichwörter: Methodenauswahl, Methodenempfehlung, Produktentwicklung, Produktentstehung, Produktentwicklungsmethoden, Produktentstehungsmethoden, ZHO, Zielsystem, Handlungssystem, Objektsystem, Kongruenzfaktor,

Approach to situation- and demand-oriented method selection in product development based on the system triad of target system, action system and object system

Abstract: Due to the increasing number of methods in product engineering the task to choose the right method according to the characteristics of the situation and the demand of the product engineer gains increasingly in importance. This paper refers to existing approaches and refines them meeting the characteristics of the situation and the demand of the product engineer. For that purpose it structures the criterions of choosing methods and assigns them to the system of objectives, the operation system and the system of objects. In order to provide this theoretical framework to product engineer a workshop concept and a virtual application for mobile devices have been developed.

Keywords: choice of methods, recommendation of methods, product development, methods of product development, system of objectives, operation system, system of objects, factor of congruence

ILIJAS RAZA, MUHAMMAD SHAFIQUE, AND JÖRG FELDHUSEN, INSTITUT OF ENGINEERING DESIGN(IKT), RWTH AACHEN

Effective Role of Vendor´s Selection in Product Development Industries

Abstract: *The scope of this study is to evaluate the performance of the vendors involved in manufacturing of mechanical parts used in assemblies at the product development organization. The performance data of vendors in the form of non-conformances (NCs) was collected from product Planning and Quality Control Department and it was analyzed for different factors like rejection rate, rework and delayed deliveries. The shortcomings of existing vendor evaluation procedure such as non-quantification of vendor capabilities, lack of feedback to vendors, non-monitoring of vendors' operator and equipment's performance and risk management were addressed in this study. A comprehensive plan was proposed to assess the technical capabilities of the vendors that returned measurable attributes. In the study, a feedback mechanism was adopted to share vendor evaluation output with the vendors. The feedback to the vendors not only completed the communication link between vendor and the user, but also it helped vendors improve their processes. Another significant contribution of this study is employment of Measurement System Analysis (MSA). MSA tools linearity and Bias study Gauge R&R (crossed) were employed to assess their measurement tools and operator's training. Major problems identified during the study were; untrained labor and below standard measurement tools. The effectiveness of the proposed vendor selection guidelines was measured through data analysis after implementation of the guidelines. The proposed technical evaluation led to more vigilant assessment that eliminated the previously top ranked vendors. The inclusion of new vendors as per selected guidelines resulted in improvement in terms of rejection rate, delays, and rework of developed components.*

Keywords: *Product Development, Vendors, MSA, Gauge R & R, Rejection Rate*

FELIX SCHULZ, HAYGAZUN HAYKA, RAINER STARK, GESCHÄFTSFELD VIRTUELLE PRODUKTENTSTEHUNG, FRAUNHOFER IPK, KONRAD EXNER, FACHGEBIET FÜR INDUSTRIELLE INFORMATIONSTECHNIK, TECHNISCHE UNIVERSITÄT BERLIN

Ingenieurarbeitsplatz der Zukunft: Anforderungsaufnahme, Systematisierung und Versuchsaufbau für ein Labor

Inhalt: *In diesem Beitrag geht es um die Gestaltung des Ingenieurarbeitsplatzes der Zukunft. Es werden Einflussfaktoren auf Arbeitsweise verschiedener, typischer ingenieurstechnischer Arbeiten und Arbeitsweisen recherchiert, zusammengefasst und systematisiert. Hieraus resultierende Elemente einer Laborgestaltung, in dem der Einfluss neuer Technologien im Rahmen der virtuellen Produktentstehung auf das Arbeiten erprobt werden soll, werden vorgestellt.*

Stichwörter: *Ingenieurarbeitsplatz der Zukunft; Ingenieurarbeitsweise, Virtuelle Produktentstehung*

Engineering workplace of the future: Requirements analysis, systematization and test set-up for a laboratory

Abstract: *This paper deals with the design of the engineering working place of the future. Impact factors to typical engineering functioning are researched, summarized, and systematized. Results are used to design elements of an experimental laboratory for investigating the influence of new technologies on functioning in the context of virtual product creation.*

Keywords: *engineering working place of the future; engineering functioning; virtual product creation*

DIPL.-WIRTSCH.-ING. KEVIN KUHLMANN, DIPL.-WIRTSCH.-ING. FABIAN KLINK, PROF. DR.-
ING. KARL-H. GROTE

Kosteneinsparpotenzial durch die Verwendung von hohlen, generativ gefertigten Ausbrennmodellen für das Vakuum-Differenzdruck-Gießen

Inhalt: Das Vakuum-Differenzdruck-Gießen (VDDG) gehört zu den Gießverfahren mit verlorenen Formen und verlorenen Modellen. Die für die Erstellung der Gießform nötigen Ausbrennmodelle werden je nach gewünschter Gussstückanzahl generativ, mithilfe einer zuvor erstellten Silikonform oder mittels Dauerform gefertigt. Bei der generativen Fertigung kommen meist Vollkörper zum Einsatz. Für die Formgebung ist aber ausschließlich die äußere Hülle maßgebend, so dass die Verwendung von Hohlkörpern zur Material- und somit Kosteneinsparung möglich ist. In diesem Beitrag werden die Kostenstrukturen in Abhängigkeit der Stückzahl am Beispiel eines einfachen Zylinders mit einem Durchmesser von 60,75 mm und einer Höhe von 60,75 mm aufgezeigt. Aufgrund der maßgeblichen Unterschiede liegt der Fokus auf der Gegenüberstellung der Kostenstrukturen, der Berechnung möglicher Break-even-Points sowie dem Aufzeigen der Kosteneinsparung durch die Verwendung von generativ gefertigten Hohlkörpern.

Stichwörter: Feinguss, Vakuum-Differenzdruck-Gießen, Ausschmelzmodelle, Kostenbetrachtung, generative Fertigung, Break-even-Points

Cost saving potential through the use of hollow, generatively manufactured burn-out models for vacuum differential pressure casting

Abstract: The vacuum differential pressure casting (VDDG) belongs to the casting methods where lost molds and pattern are used. Lost pattern, which are necessary to produce the casting mold, are manufactured generatively with the aid of a previously fabricated silicon or a permanent mold. The production of the lost molds depends on the quantity of the casting units. Often solid bodies are used to manufacture molds generatively. For forming a mold just the outer hull is decisive, so that the use of hollow bodies to save material and cost seems to be possible. The structure of costs depending on the quantity of units will be illustrated using the example of a cylinder with a caliber of 60.75 mm and a height of 60.75 mm. Because of the standard differences the comparison of the structures of costs, the calculation of the break-even-points and to depict possibilities to save costs by using generatively manufactured molds are focused in this abstract.

Keywords: investment casting, pattern, generative manufacturing, costing, cost savings, break-even-points

DR.RER.NAT.ROSEMARIE BOT-SCHULZ MBA, LEHRBEAUFTRAGTE FACHHOCHSCHULE
WÜRZBURG-SCHWEINFURT, DR.-ING. INGO SCHULZ, SKF GMBH

Methodische Integration von Mitarbeiterwissen in die Produktentwicklung

Inhalt: Produktentstehungsprozesse werden immer komplexer. Grundsätzlich besteht die Herausforderung darin, vielfältiges Wissen, welches durch die Mitarbeiter erworben wurde, in die Produktentwicklung mit einzubeziehen. In diesem Beitrag werden Methoden vorgestellt, die Mitarbeitern die Möglichkeit geben, ihr Erfahrungswissen einzubringen und damit zu einem qualitativ hochwertigen Produkt beizutragen. Hierbei werden drei bekannte Methoden der systematischen Produktentwicklung mit der Szenariotechnik sowie des Bayesianischen Theorems gezielt erweitert. Anhand von Beispielen aus dem wissensintensiven Bereich der Schleifscheibenentwicklung werden die Methoden erläutert.

Stichwörter: Produktentstehungsprozess, Produktentwicklung, Wissensbasierte Produktentwicklung, Bayesianisches Theorem, Morphologischer Kasten, Szenariotechnik, Fehler-Ursachen-Analyse

Methodical integration of employee knowledge into product development

Abstract: Product development processes are getting more and more complex. Today we have to face the challenge to integrate employee`s expert knowledge into new products. In this article methods are described that allow the integration of experience in product development processes to contribute to high quality products. Three well-known methods from systematic engineering design are shown and are extended by the Scenario-technique and Bayes` Theorem. The methods are explained with examples from the highly knowledge intensive field of the grinding wheel development.

Keywords: Product development process, product development, knowledge based product development, Bayes` theorem, morphological box, scenario technique, root-cause-analysis

ALBERT ALBERS, FRIEDRICH BREZGER, UWE REICHERT, IPEK-INSTITUT FÜR PRODUKTENTWICKLUNG AM KARLSRUHER INSTITUT FÜR TECHNOLOGIE (KIT)

Eine Methode zur Anpassung von Prüfumgebungen für Wirkungsgraduntersuchungen an Hochdrehzahlgetrieben

Inhalt: Die Entwicklung von Elektrofahrzeugen stellt die Ingenieure bei der Erprobung einzelner Antriebsstrangkomponenten auf Prüfumgebungen aufgrund des Drehzahlbereichs bis 20'000 U/min vor Herausforderungen. Diese ist u. a. begründet in der auftretenden Schwingungsanregung. Ein konventioneller Prüfaufbau für Antriebsstrangkomponenten von Verbrennungsfahrzeugen stößt dabei an seine Leistungsgrenzen. Somit ergibt sich die Fragestellung bezüglich der richtigen Anpassung einer Prüfumgebung, beispielsweise für eine genaue Wirkungsgraduntersuchung für den Hochdrehzahlbereich. Im vorliegenden Paper wird mittels des am IPEK entwickelten C&C2-Ansatzes eine konventionell aufgebaute Prüfumgebung für Verbrennungsfahrzeuge bezüglich des Zusammenhangs von Funktion und Gestalt analysiert. Am Beispiel auftretender Schwingungen werden hierfür die kritischen Bauteile identifiziert und durch eine Synthese in eine neue Gestalt überführt, wodurch die am Prüfaufbau auftretenden Schwingungen deutlich reduziert werden können.

Stichwörter: Methodik, Prüfumgebung, Hochdrehzahlgetriebe, Wirkungsgraduntersuchung

A method for adapting test environments for efficiency studies on high speed gearboxes

Abstract: The development of electric vehicles confronts the engineers with challenges by testing single drive train components on test benches, because of the rotational speed range of 20'000 rpm. Amongst others, the resulting challenge is in the occurrent oscillation excitation. A conventional mounting arrangement for tests for drive train components of cars with combustion engine doesn't reach the necessary performance limit. Consequently, the question is how to correctly conform a test bench, for example for an examination of the degree of efficiency for the high speed range. In the present paper, by the IPEK developed C&C2-Approach, a conventionally built test bench for cars with combustion engine is analyzed respective the context of function and form. Using the example of appearing oscillations, therefor the critically component parts are identified and through a synthesis in a new form transformed, whereby the appearing oscillations on the test bench can explicit be reduced.

Keywords: methodology, test bench, high-speed-engine gear box, examination of the degree of efficiency

YOUSEF HOOSHMAND, PETER KÖHLER, INSTITUT FÜR PRODUKT ENGINEERING, UNIVERSITÄT DUISBURG-ESSEN, ANDREA KORFF-KRUMM, SIEMENS AG

Varianten- und Komplexitätsmanagement für individualisierte Produkte

Inhalt: Die rasch voranschreitenden technologischen Entwicklungen und der steigende Bedarf an Individualisierung haben in den letzten zwei Jahrzehnten die Komplexität sowohl der Produkte als auch der Produktentstehungsprozesse drastisch erhöht. Gleichzeitig zwingen die immer kürzer werdenden Produktlebenszyklen und der zunehmende Wettbewerbsdruck die Unternehmen und insbesondere die Entwicklungsteams, schneller und innovativer auf Marktbedürfnisse zu reagieren. Die Situation verschärft sich, wenn die Entwicklungs- und Engineering-Teams global verteilt sind, sie aber auf gleiche Unternehmensdaten und das gleiche Unternehmenswissen zugreifen müssen. Um diesen Herausforderungen zu begegnen, sind konstruktionstechnische und administrative Maßnahmen mit geeigneten informationstechnischen Ansätzen zu verbinden. Es gilt die wechselseitigen Abhängigkeiten der verschiedenen Disziplinen und Anforderungen entlang des gesamten Produktlebenszyklus zu erfassen und zu beherrschen. Dies ist für die Einzelfertigung von komplexen Produkten, die immer wieder auf Basis von kundenspezifischen Anforderungen neu ausgelegt oder teilweise neu entwickelt werden müssen, eine besondere Herausforderung. Gegenstand dieses Beitrags ist die Entwicklung und Umsetzung eines Konzeptes zum Varianten- und Komplexitätsmanagement in der Einzelfertigung im Bereich der Strömungsmaschinen. Dies umfasst insbesondere den Aufbau einer unternehmensweiten Referenzstruktur als Basisbaustein des Konzepts, ein integriertes Variantenmanagement, das Änderungsmanagement und das Wissensmanagement, so dass auch eine nachhaltige Transparenzerhöhung in der Organisation erreicht werden kann. Das Konzept wurde im Rahmen eines gemeinsamen Projekts zwischen der Universität Duisburg-Essen und der Geschäftseinheit E P CP der Siemens AG entwickelt und umgesetzt. Es ist jedoch allgemeingültig und kann auf andere Unternehmen im Einzelfertigungsbereich übertragen werden.

Stichwörter: Referenzstruktur, Variantenmanagement, Änderungsmanagement, Wissensmanagement, Kontinuierlicher Verbesserungsprozess, Transparenz

Variant and complexity management for individualized products

Abstract: During last two decades, rapid technological developments and growing demand for individualized products increased drastically the complexity of both products and product creation processes. At the same time, the ever shortening product life cycles and increased competitive pressure force the companies and specially the development teams to respond faster and more innovative to market needs. The situation intensify with globally dispersed development and engineering teams who need to access to the same data and knowledge. In order to cope with these challenges, design-related measures have to be incorporated in informationbased methods. This needs the identification of existing interdependences between different disciplines along the entire product life cycle. It is particularly a special challenge for complex engineer to order products, which need to be engineered or even partly newly developed based on customer specific requirements and preferences. The objective of this paper is the development and implementation of a concept for variant and complexity management in engineer to order manufacturing of Turbomachinery. This includes in particular the development of a companywide reference structure as the basic building block of the concept, an integrated variant management, change and configuration management and knowledge management to ensure a sustainable increasing of transparency in organization. The proposed concept is developed and implemented as a part of a joint project of the university Duisburg-Essen and the E P CP division of Siemens AG. It is however universally valid and can be used for other engineer to order manufacturing companies.

Keywords: Reference structure, Variant management, Change management, Knowledge management, Continuous improvement process, Transparency

ENRICO KLOß, KLAUS BRÖKEL, LEHRSTUHL FÜR KONSTRUKTIONSLEHRE/CAD, UNIVERSITÄT ROSTOCK

Analyse und Vergleich neuer 3D CAD Datenformate als Basis für Soll-Ist-Vergleiche auf mobilen Endgeräten

Inhalt: In diesem Beitrag werden die drei neutralen CAD-Datenformate JT, STL und AMF mit ihren Strukturen vorgestellt und es wird ein Konverter präsentiert, der es ermöglicht die benötigten Konstruktionsdateien für einen Soll-Ist-Vergleich auf mobilen Endgeräten in das je nach Einsatzfall benötigte Format zu transformieren und die Geometrie für den weiteren Arbeitsablauf bereitzustellen.

Stichwörter: neutrales CAD-Datenformat, Soll-Ist-Vergleich, mobile Anwendung

Analysis and comparison of new 3D CAD data formats as a basis for target/actual comparisons on mobile devices

Abstract: This research article presents the structures of the neutral CAD file formats JT, STL and AMF. Furthermore a converter is presented, that generates design data sets in any of these formats for the use in target-actual-comparisons according to the application.

Keywords: neutral CAD data format, target actual comparison, mobile application

MAXIMILIAN ZOHOLL, THOMAS TRINKEL, REINER ANDERL, FACHGEBIET DATENVERARBEITUNG IN DER KONSTRUKTION (DIK), TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

Methode zur Beherrschung von Unsicherheit in expliziten 3DCAD Geometrien

Inhalt: Explizite 3D-CAD Geometrien werden von der a priori Unsicherheit über deren Datenqualität überlagert. Dies führt zu einer Abweichung gegenüber der Modellierungsabsicht und beeinflusst alle darauffolgenden Phasen des Lebenszyklus der Produktdaten, insbesondere die Fertigung und die Datenmigration. Zur Analyse der Datenqualität steht eine große Anzahl von Programmen zur Verfügung. Doch divergierende numerische Ergebnisse bei der Analyse von identische CAD Modellen machen eine a posteriori Unsicherheit über die Genauigkeit der Programme und der Datenqualität deutlich. Die vorgestellte Methode reduziert diese Unsicherheit und erlaubt eine quantifizierbare Aussage über die Genauigkeit von Analyseprogrammen, sowohl für den Verifikations- als auch für den Validierungsprozess von 3D-CAD Geometrien. Hierdurch kann die erfolgreiche Implementierung von Standards, wie ISO 10303-203, -214, -242 und ISO 14306 beschleunigt werden.

Stichwörter: Unsicherheit, CAD, Datenqualität, Verifikation, Validierung, Ontologie

Method for controlling uncertainty in explicit 3DCAD geometries

Abstract: 3D explicit CAD models are never exact but include an a priori uncertainty with regard to the modelling intention. This deviation is usually described as CAD data quality. It affects all subsequent phases in the product data life cycle such as manufacturing processes and data migration. In order to guarantee a maximum data quality, a large number of data quality tools has been developed. All available tools propose different numerical results for the same set of CAD models so that an a posteriori uncertainty about the accuracy of data quality tools and the CAD model remain. In this paper, we propose a methodology for the comparison of data quality tools both for the verification and the validation process of CAD models. The major findings make it possible to distinguish different references for the verification and the validation process in order to reduce the a posteriori uncertainty about the accuracy of data quality tools thus of CAD models. This allows a faster implementation of standards such as ISO 10303-203, -214, -242 and ISO 14306.

Keywords: Uncertainty, CAD, data quality, verification, validation, ontology

DIRK HOFMANN, PHILIPP SEMBDNER, STEFAN HOLTZHAUSEN, CHRISTINE SCHÖNE, RALPH STELZER, TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN

Potenzial der bildgebenden Digitalisierverfahren im Maschinenbau

***Inhalt:** Im folgenden Beitrag wird ein am Lehrstuhl Konstruktionstechnik/CAD entwickeltes Werkzeug vorgestellt, welches neue Methoden der Bauteilanalyse und -auswertung mittels CT-Daten aufzeigt. Am Beispiel einer Lötverbindung werden aktuelle Problemstellungen und Möglichkeiten der CT-Datenauswertung veranschaulicht und visualisiert.*

***Stichwörter:** Computertomographie, Digitale Bildverarbeitung, Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung*

Potential of imaging digitisation processes in mechanical engineering

***Abstract:** In this article a tool currently developed by the chair of engineering design and CAD is presented, showing new methods of component analysis and the evaluation specifically of CT data. Using the example of a brazed pipe connection, current problems and possibilities are illustrated and visualized.*

***Keywords:** cone beam computed tomography (CBCT), digital image processing, non-destructive material testing*

ALEXANDER ARNDT, SEBASTIAN HAAG, REINER ANDERL, FACHGEBIET DATENVERARBEITUNG IN DER KONSTRUKTION, TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

Integration einer Prüfmethode auf fertigungsgerechte Konstruktion für generative Fertigung in die virtuelle Produktentwicklung

***Inhalt:** Generative Fertigungsverfahren unterliegen derzeit einer anhaltenden Weiterentwicklung. Dies zieht eine umfassende Betrachtung jener Verfahren aus Sicht der Forschung nach sich. Daher wird im vorliegenden wissenschaftlichen Beitrag neben einer kurzen Einführung zum Terminus ‚generative Fertigung‘ samt der digitalen Prozesskette und dem Aufzeigen von bereits bestehenden Gestaltungsrichtlinien eine Prüfmethode auf fertigungsgerechte Konstruktion für die generative Fertigung zur Integration in die virtuelle Produktentwicklung vorgestellt. Jene Vorstellung umfasst die Konzeptentwicklung sowie die prototypische Implementierung der Prüfmethode in ein 3D-CAD-System.*

***Stichwörter:** Generative Fertigungsverfahren, digitale Prozesskette, 3D-CAD-Modellierung, fertigungsgerechte Konstruktion, virtuelle Produktentwicklung.*

Integration of a test method for production-ready design for generic production in virtual product development

***Abstract:** Additive manufacturing technologies currently experience persistent further development. This leads to the comprehensive consideration of those processes from a research perspective. Thus in the present study a short introduction of the concept of Additive Manufacturing is given, the digital process chain is examined and prior work concerning design guidelines for additive manufacturing is presented. Consequently a testing method for additive-manufacturing-ready design based on existing design guidelines for integration into virtual product design is introduced. This includes the conceptual development as well as the prototypical implementation of the testing method into a 3D CAD system.*

***Keywords:** Additive Manufacturing, digital process chain, 3D-CAD-modeling, production-oriented design, virtual product design.*

KATHARINA ALBRECHT, THIAGO WEBER MARTINS, REINER ANDERL, FACHGEBIET DATEN-
VERARBEITUNG IN DER KONSTRUKTION, TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

Nichtlineares Spaltprofilieren von Blechprofilen im rechnerunterstützten Produktentwicklungsprozess

Inhalt: Seit 2005 besteht der Sonderforschungsbereich 666, um neuartige Methoden zur Fertigung integraler Blechbauweisen höherer Verzweigungsordnung zu entwickeln. Beim linearen Spaltprofilieren wird die Kante eines Blechbandes so umgeformt, dass ein Y-Profil entsteht. In der ersten Förderperiode lag der Forschungsschwerpunkt auf der Entwicklung, Fertigung und Bewertung dieser Blechprofile. Die zweite Förderperiode war durch die Entwicklung von flächigen Bauteilen mit Verzweigungen – dem Spaltbiegen gekennzeichnet. In der aktuellen dritten Förderperiode werden die schon bestehenden Methoden um das nichtlineare Spaltprofilieren erweitert. In diesem Beitrag wird das nichtlineare Spaltprofilieren in das bestehende Informationsmodell aufgenommen und dieses angepasst. Zusätzlich wird einen Ansatz zur Überführung des beschriebenen Informationsmodells in eine Modellierungsfunktion basierend auf die Feature-Technologie von 3D-CAD-Systeme vorgestellt.

Stichwörter: nichtlineares Spaltprofilieren, Informationsmodell, 3D-CAD

Non-linear gap profiling of sheet metal profiles in computer-aided Product development process

Abstract: The Collaborative Research Center 666 is researching the technology of new methods to manufacture integral sheet metal design with higher order bifurcations since 2005. The method of linear flow splitting enables the cleaving of sheet metal strips by plastic deformation to a y-profile. The first funding period discussed development, manufacturing and evaluation of sheet metal profiles, while the second funding period focused on extensive sheet metal with bifurcation. The third funding period now focusses on nonlinear flow splitting based on the previously obtained results. This article describes the adaption of the information model to nonlinear flow splitting. In addition, an approach for the transfer of the described information model in a modelling function based on the feature technology of 3D-CAD-Systems is presented.

Keywords: nonlinear flow splitting, information model, 3D-CAD

INGO JONUSCHIES, KLAUS BRÖKEL, LEHRSTUHL FÜR KONSTRUKTIONSLEHRE/CAD, UNIVERSITÄT ROSTOCK, JENS KURTH, BERND J. KRAUSE, KLINIK UND POLIKLINIK FÜR NUKLEARMEDIZIN, UNIVERSITÄTSKLINIKUM ROSTOCK

3D-Tumor-Referenzmodelle für die Evaluierung von Kontierungsalgorithmen für das PET/CT Bildgebungsverfahren

Inhalt: Das Verfahren der Positronen-Emissions-Tomographie (PET) wird in der Nuklearmedizin für die Lokalisierung von Tumoren verwendet. Für die Charakterisierung und Kalibrierung von PET Bildgebungssystemen werden üblicherweise Phantome bestehend aus Glashohlkugeln, die mit einer radioaktiven Lösung gefüllt sind, benutzt. Diese Art der Phantome ist nicht besonders gut für die Validierung von Kontierungsalgorithmen zur Darstellung von Tumorgeometrien geeignet. Gründe hierfür sind auftretende Randschichteffekte an der Glaswand und die im Körper nicht vorkommende perfekte Kugelgeometrie. Mit der hier vorgestellten Methode können Phantomkörper mit realitätsnahen Tumorgeometrien und ohne Randschichteffekt hergestellt werden. Sie können neben der Validierung zusätzlich zur Optimierung von Kontierungsalgorithmen Verwendung finden. Die realitätsnahen Tumorgeometrien werden durch einen Reverse Engineering Prozesses aus realen CT-Patientendaten gewonnen und mittels eines Rapid Prototyping Verfahrens in Tumorsurrogate umgesetzt.

Stichwörter: PET/CT, Rapid Prototyping, Tumorgeometrien, Referenzmodell, Randschichteffekt

3D tumor reference models for the evaluation of account assignment algorithms for the PET/CT imaging procedure

Abstract: The method of positron emission tomography (PET) is commonly used in nuclear medicine for the localization of tumours. Characterization of PET imaging systems is normally done with phantoms consisting of hollow spheres, filled with radioactive solution. These phantoms are not well suited for the evaluation of algorithms used to monitor a tumour response. This is mainly, because the inactive wall leads to quantification errors in the presence of background activity and because in vivo tumour structures deviate from a perfect sphere. A method is developed for the reproducible production of F-18 (radioactive marker) labelled tumour models from alginate, which have no inactive walls and are based on real CT tumour geometries. From CT data sets tumour geometries are segmented and converted into STL-files that describe the surface geometry. Based on these data different reusable negative moulds are manufactured by a rapid prototyping process. With these moulds the final tumour model is made in specially tailored alginate mixed with the desired concentration of F-18.

Keywords: PET/CT, Rapid Prototyping, tumour geometries, reference model, surface layer effect

ALEXANDER CHRIST, REINER ANDERL, FACHGEBIET DATENVERARBEITUNG IN DER KONSTRUKTION, TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

CAD-neutrale 3D-Mastermodelle als zentrale Informationsträger in verteilten Entwicklungsprojekten

Inhalt: In diesem Paper wird das Konzept für den Einsatz von standardisierten und CAD-neutralen Datenformaten als Basis für 3D-Mastermodelle vorgestellt. Als Grundlage dienen die etablierten Datenformate STEP und JT. JT wird primär zur effizienten Visualisierung von 3D-Produktdaten eingesetzt und STEP AP242 für die Bereitstellung eines XML-Schemas zur Integration von JT und Metadaten. Die 3DMastermodelle ermöglichen die Integration von Informationen aus verschiedenen Autorenssystemen und fungieren als zentrale Informationsträger in Entwicklungsprojekten. Die Anbindung an ein PDM-System stellt Funktionalitäten wie Elementverwaltung und Privilegienverwaltung zur Verfügung. Mit den 3DMastermodellen werden Informationen in geeigneter Form für CAx-Prozessketten, wie Simulation, Fertigung und Montage zur Verfügung gestellt. Der Einsatz von Mobilgeräten wird unterstützt. Aufgrund des Einsatzes von standardisierten und CAD-neutralen Formaten wird die Interoperabilität auf Systemebene verbessert und Kosten für Softwarelizenzen werden eingespart.

Stichwörter: CAx, Informationsintegration, Interoperabilität, JT, 3D-Mastermodelle, STEP AP242 XML

CAD-neutral 3D master models as central information carriers in distributed development projects

Abstract: In this paper the concept for the application of standardized and CAD-neutral data formats as basis for 3D master models is introduced. Therefore, the established data formats STEP and JT are used. JT is used for the efficient visualization of 3D product data. STEP AP242 provides a XML scheme for the integration of JT and meta data. The 3D master models enable the information integration of different authoring systems and serve as central information carrier in development projects. Through the linkage to a PDM system, functionalities like element management and privilege management are deployed. The 3D master models provide information for CAx process chains like simulation, manufacturing and assembling in a suitable form. The application of mobile devices is supported. Due to the usage of standardized and CAD-neutral formats, interoperability is improved and license costs are reduced.

Keywords: CAx, information integration, interoperability, JT, 3D master models, STEP AP242 XML

FRANK RUDOLPH, FELIX VIEBAHN, FRANK RIEG, LEHRSTUHL FÜR KONSTRUKTIONSLEHRE UND CAD, UNIVERSITÄT BAYREUTH

Automatisierte Parameterstudien in der Finiten-Elemente-Analyse zur Verbesserung des Leichtbaupotenzials von Sandwichstrukturen

Inhalt: Dieser Beitrag stellt einen automatisierten Strukturgenerator aufbauend auf der Finite-Elemente-Analyse Software Z88Aurora vor, der es durch automatisiertes Preprocessing ermöglicht, einen nach ASTM C393-00 genormten Vierpunkt-Biegeversuch eines Prüfkörpers zu simulieren. Dieser Prüfkörper besteht aus einem durch Harzinfiltration hergestellten Sandwichmaterial, in dessen Kern durch Einschnitte stabile Harzstege, im Folgenden auch Versteifungen genannt, eingebracht werden. Im Rahmen einer Parameterstudie werden die Möglichkeiten dieses Strukturgenerators dargestellt und der Einfluss der Anzahl dieser Versteifungen in Längen- und Breitenrichtung auf die Biegeeigenschaften des Prüfkörpers untersucht.

Stichwörter: Finite-Elemente-Analyse, Leichtbau, Sandwichkonstruktionen, Z88Aurora, Z88RS

Automated parameter studies in finite element analysis to improve the lightweight construction potential of sandwich structures

Abstract: This publication presents a software tool that acts as an automated preprocessor based on the Finite-Element-Analysis software Z88Aurora. This tool enables the simulation of four-point bending tests according to ASTM C393-00. The test specimen is set up as a standardized sandwich structure that features resin-filled cuts in the core material. To further demonstrate the capabilities of the software tool, a variation of parameters is executed to explore the influence of these cuts on the specimen's bending stiffness by varying the number of cuts along the length and width of the specimen.

Keywords: Finite-Element-Analysis, lightweight construction, sandwich material, Z88Aurora, Z88RS

DIPL.-ING. MARKO EBERMANN, PROF. DR.-ING. E. LEIDICH, PROFESSUR KONSTRUKTIONSLEHRE, TECHNISCHE UNIVERSITÄT CHEMNITZ

Integration der geometrischen Produktspezifikation (GPS) in den methodischen Konstruktionsprozess am Beispiel eines Prüfstandes

Inhalt: Obwohl der Konstruktionsprozess inzwischen wissenschaftlich sehr gut erforscht ist und die funktionsorientierte Betrachtungsweise in nahezu allen Hochschulen gelehrt wird, sind besonders in der Montage oder während der Inbetriebnahme nicht selten Nacharbeiten zur vollen Funktionserfüllung erforderlich. Die Gründe dafür sind mehrschichtig und reichen von der fehlenden Simulation im Entwicklungsprozess über eingesparte Funktionsmodelle bis hin zur nicht eindeutigen Tolerierung der Fertigungsteile. Damit die Funktion gewährleistet werden kann, müssen die geometrische Gestalt, der strukturierte Aufbau und die Materialbeschaffenheit eindeutig beschrieben sein. Zur Sicherstellung der internationalen Verständigung sind Normen und Richtlinien unerlässlich. Für die geometrische Beschreibung steht dafür das umfassende System der geometrischen Produktspezifikation (GPS) zur Verfügung [1]. Der effiziente Einsatz der GPS ist jedoch nur durch systematische Anwendung möglich, da dem Konstrukteur die enormen Umfänge der GPS in der Regel nicht vollständig bekannt sein werden. Erste Ansätze einer solchen Systematik zur Integration des GPS-Systems in den methodischen Konstruktionsprozess [2] ab der frühen Entwurfsphase wurden von den Autoren nach funktionalen Aspekten bereits in [3] vorgestellt. Demnach ist die geometrische Spezifikation, ausgehend von der Funktion und den damit verbundenen Systemtoleranzen, ab dem Grobentwurf zu definieren und während des Konstruktionsprozesses zu aktualisieren. Diese werden begleitend zum Gestaltungsprozess am CAD-Modell und ausgehend von Flächenkontaktschnittstellen der modularen Systemstruktur verfeinert, so dass mit dem vollendeten Gesamtentwurf die Funktion vollständig spezifiziert ist. Im Beitrag wird die methodische Umsetzung der funktionalen Tolerierung (Toleranzsynthese) am Beispiel einer Reibkorrosionsprüfvorrichtung vorgestellt. Es wird dargelegt, wie sich die Tolerierung auf den Montageprozess und die Inbetriebnahme auswirken und ob die genannte Methode für weitere Konstruktionen Anwendung finden kann. Bei der Erstellung der geometrischen Spezifikation für die Vorrichtung ist besonderer Wert auf die methodische und funktionsanalytische Herleitung der Toleranzen gelegt worden. Auf Basis arithmetischer Toleranzanalysen in den konstruktionsmethodischen Schleifen kann die funktionsorientierte Tole-

ranzsynthese weiter verfeinert werden. Ausgangspunkt für die dimensionale Tolerierung ist ein ähnliches, bereits existierendes Prüfstandkonzept. Die Darstellung der fertigungs- und messtechnischen Ausführungen nach der funktional ausgearbeiteten Spezifikation ist ebenfalls Bestandteil des Beitrages und zeigt Schwerpunkte, die bei der Transformation von funktions- in fertigungs- und mess-orientierter Tolerierung Beachtung finden müssen. Die frühe Berücksichtigung der geometrischen Produktspezifikation wird so bei einem effizienten Arbeitsablauf zu einer Verringerung der Konstruktionsschleifen führen und damit zur Verkürzung des Konstruktionsprozesses beitragen.

Stichwörter: geometrische, funktionale und methodische Tolerierung; Geometrische Produktspezifikation; methodisches Konstruieren

Integration of the geometric product specification (GPS) into the methodical design process using the example of a test bench

Abstract: Although in recent years the construction process has been extensively researched and a function-oriented approach is taught at most universities, rework during the assembly process and during operation seems to be still necessary to reach full capacity. The reasons for that are manifold and range from missing simulations during the development process and absent functional models to insufficient tolerances of manufactured parts. To guarantee operation, the geometric shape, the structured composition and the material consistence have to be precisely determined. On an international level, norms and guidelines are indispensable. A complex system for the geometric description, which sets these international guidelines, is the geometrical product specification (GPS) [1]. The efficient usage of GPS relies on its systematic application because it is almost impossible for a constructing engineer to capture the immense complexity of GPS. First approaches for the integration of the GPS system into the early stages of the methodic construction process according to functional aspects were introduced in [3] by the authors. Therefore, the geometrical specification based on the function and its associated system tolerance needs to be defined at the early stages of the preliminary draft and updated during the construction phase. Based on the surface contact interface of the modular structure of the system, system tolerances are adapted parallel to the design process of the CAD model which renders it possible that the function is fully specified with the final stages of the draft. This contribution illustrates the methodic realization of functional tolerance (tolerance synthesis) using a fretting corrosion test device as an example. The paper analyzes how tolerances influence the assembly process respectively the initial operation and whether the above mentioned method can be applied to further constructions. During the development of the geometrical specification for the test device, the focus lay on the methodical and functional analytic derivation of tolerances. The function-oriented tolerance synthesis can be improved if arithmetic tolerance analyses of constructional methodological loops are taken as a basis. A starting point for the dimensional tolerance is a similar already existing concept of a testing device. Another component of this paper is the presentation of the manufacturing and measuring execution according to the functional specification. It also identifies key aspects which are important for the transformation from functional to manufactured and measure-oriented tolerances.

Keywords: geometrical, functional and methodical tolerancing; Geometric product specification; systematic embodiment design

MARCIN HUMPA, PETER KÖHLER, INSTITUT FÜR PRODUKT ENGINEERING, LEHRSTUHL FÜR RECHNEREINSATZ IN DER KONSTRUKTION, UNIVERSITÄT DUISBURG ESSEN

Effizienzsteigerung des Produktentwicklungsprozesses durch fertigungsgerechte CAD-Methoden

***Inhalt:** Zur Effizienzsteigerung des Produktentwicklungsprozesses ist es notwendig, aktuelle Lösungen hinsichtlich ihrer Brauchbarkeit in der gesamten Prozesskette zu analysieren. Da die Entscheidungen in der Konstruktion auch großen Einfluss auf die Fertigungskosten haben, hat die Absicherung der Fertigungsgerechtheit für CAD-CAM-Kopplungen eine besondere Bedeutung. In diesem Beitrag werden fertigungsgerechte CAD-Methoden anhand von ausgewählten Problemfeldern für Dreh- und Frästeile vorgestellt. Es wird gezeigt, wie technologische Fertigungsinformationen über spezielle Featuretechniken und Applikationsanbindungen in den CAD-Prozess integriert werden können. Verdeutlicht wird auch, wie dadurch die Qualität von CAD-CAM-Kopplungen erhöht werden kann.*

***Stichwörter:** fertigungsgerechte Modellierung, featurebasierte CAD-CAM-Kopplung, CAD-Methodik*

Efficiency increase of the product development process through production-oriented CAD methods

***Abstract:** To increase the efficiency of the product development process, it is essential to analyze the usability of current solutions along the entire process chain. The decisions during the design phase influence strongly the manufacturing costs, which indicates the significant importance of ensuring manufacturability for CAD-CAM-couplings. In this paper, manufacturing-oriented CAD methods are presented based on selected problem areas for turning and milling parts. It will be shown how technological manufacturing information can be integrated in the CAD process via special feature-techniques and application binding. In addition, it will be illustrated how the proposed methods increase the quality of the CAD-CAM-coupling.*

***Keywords:** design for manufacturability, manufacturing-oriented design, feature-based CAD-CAM coupling, CAD methodology*

MARKUS WALCH, ALBERT ALBERS, IPEK INSTITUT FÜR PRODUKTENTWICKLUNG, KARLSRUHER INSTITUT FÜR TECHNOLOGIE (KIT)

Entscheidungsunterstützung bei der kunden- und anbiertgerechten Konzeptentwicklung im Rahmen der Angebotsdefinition in der Anpassungs- und Variantenkonstruktion

***Inhalt:** Infolge hoher Variantenvielfalt, zunehmend komplexeren Produkten und sinkenden Entwicklungszeiten wird es immer wichtiger, auf bestehende Produktlösungen effizient zurückgreifen zu können, um in kurzer Zeit kunden- und anbiertgerechte Angebote erstellen zu können. Gerade bei der Neukonfiguration von bestehenden Subsystemen zu verkaufsfertigen Gesamtsystemen gibt es ein erhebliches Verbesserungspotential. Im Rahmen eines Gemeinschaftsprojektes mit einem Tier-1-Automobilzulieferer für Motorkomponenten wurden Ursachen, Einflussfaktoren und Charakteristika von vermeidbaren Iterationen mittels qualitativer Expertenbefragungen erfasst, um daraus Erkenntnisse im Hinblick auf die Bedarfssituation von Konstrukteuren in der industriellen Praxis zu sammeln. Ziel ist es, Konstrukteure bei der Konzeptentwicklung methodisch zu unterstützen, indem Varianten toolbasiert abgeleitet und auf Basis der aktuellen kunden- und anbiertseitigen Randbedingungen bewertet werden können.*

***Stichwörter:** Vermeidbare Konstruktionsaktivitäten, Angebotsphase, Variantenkonstruktion, Entscheidungsunterstützung, situationsgerechte Konzeptentwicklung, Produktkonfiguration.*

Decision support for the customer- and supplier-oriented concept development within the scope of the offer definition in the adaptation and variant construction

Abstract: High numbers of variants, increasing product complexities and decreasing development periods enhance the importance of efficient selecting product variants based on existing solutions in order to derive offers that fit customer's and internal requirements within tight time ranges. In this context, there is a remarkable potential in making the design selecting process more efficient. Within a joint project with a tier 1 automotive supplier qualitative expert interviews were carried out in order to identify causes, influences and characteristics of avoidable design activities. The results are used to derive design engineers' needs regarding design selecting during the tender phase. The objective is to methodically support design engineers in design selecting by tool-based deduction and evaluation of product variants based on the current customer and internal requirement profile.

Keywords: Avoidable design activities, tender phase, variant design, decision support, situational design selection, product configuration.

PIOTR GENDARZ, INSTITUT FÜR AUTOMATISIERUNG UND INTEGRIERTE FERTIGUNGSSYSTEME, SCHLESISCHE TECHNISCHE UNIVERSITÄT

Theorie der Konstruktionsähnlichkeit bei der Bildung von geordneten Konstruktionsfamilien

Inhalt: Die Theorie der Konstruktionsähnlichkeit basiert auf der Theorie der physikalischen Ähnlichkeit. Das primäre Ziel dieser Arbeit ist eine derartige Auswahl von Konstruktionsmerkmalen in den einzelnen Typengrößen der Typenreihen, um identische: physikalische, stereomechanische aber auch einfache Zustände, wie in der Grundkonstruktion, zu erhalten. Die Grundaufzeichnungsform einer Konstruktion einer Typenreihe ist die programmierbare, grafische und relationale Parametrisierung.

Stichwörter: die Konstruktionsmerkmale, die Typenreihen, die Konstruktionsähnlichkeit, die Grundkonstruktion, grafische und relationale Parametrisierung.

Theory of construction similarity in the formation of ordered design families

Abstract: The theory of Constructional Similarity bases on the theory of physical similarity. The pattern construction is a model in the theory of constructional similarity. The essence of this work is to choose such constructional features of the new designed constructional means to obtain the identical states: physical, stereo mechanical or simple like in the pattern construction.

Keywords: constructional similarity, constructions families, parametrization.

THIVAKAR MANOHARAN, ALEXANDER MARTHA, PETER KÖHLER, LEHRSTUHL FÜR RECHNEREINSATZ IN DER KONSTRUKTION, INSTITUT FÜR PRODUKT ENGINEERING, UNIVERSITÄT DUISBURG ESSEN

Automatisierte Konfiguration auftragsspezifischer Stahlkonstruktionen

Inhalt: Dieser Beitrag soll am Beispiel von Einhausungen für Abzugsförderer darstellen, wie auch Stahlkonstruktionen mit unterschiedlichen Ausprägungen automatisiert erzeugt werden können. Eine besondere Schwierigkeit stellt hierbei die je nach Größe, Belastungsart, Bestimmungsland aber auch durch die kundenindividuellen Bedürfnisse unterschiedlich ausgeführte Fachwerkkonstruktion dar. Dabei verändert sich nicht nur die Größe oder Form der einzelnen Stahlprofile, sondern auch die Anordnung und Verbindung dieser. All diese, weitere Anforderungen und die bereits vorliegenden Gestaltungsgrundsätze mussten bei der Entwicklung eines Configurators für Autodesk Inventor 2011 berücksichtigt werden, um eine vollautomatisierte Generierung der 3D-CAD-Baugruppenmodelle und anschließende teilautomatisierte Zeichnungsableitung nach Kundenwunsch zu erstellen. Letztendlich konnte so die Bearbeitungszeit zur Entwicklung der Einhausungen für Abzugsförderer deutlich reduziert werden.

Stichwörter: Konfiguration, Stahlfachwerkkonstruktionen, Einhausung, Abzugsförderer, Knowledge Based Engineering, Inventor, API

Automated configuration of order-specific steel structures

Abstract: This article is intended to represent how steel structures with different forms can automatically be generated. This will be shown in the example of enclosures for discharge conveyor. A particular difficulty in this case represents the depending on size, load type, destination country but also by the individual customer needs, differently designed truss structure. Here, not only the size or shape of the individual steel profiles, but also the arrangement and connection of these changes. All these and other requirements and the previously developed design principles had to be considered in the development of a configurator for Autodesk Inventor 2011 to create a fully automated generation of 3D CAD assembly models and subsequent semiautomatic drawing creation to customer specification. Finally, the processing time to the development of enclosures for discharge conveyor can be significantly reduced.

Keywords: configuration, steel structure, enclosures, discharge conveyor, Knowledge Based Engineering, Inventor, API

L. G. NGAHANE NANA , T. FIEDER, S. DALLMEIER, B. GÜNTHER, J. FELDHUSEN, LEHRSTUHL UND INSTITUT FÜR ALLGEMEINE KONSTRUKTIONSTECHNIK DES MASCHINENBAUS (IKT) FÜR RWTH AACHEN

Systematische Identifikation einer anforderungsoptimalen Sandwichkonfiguration mit Hilfe einer Multikriterienoptimierung (MKO)

Inhalt: Dem Leichtbau kommt heutzutage eine immer größere Bedeutung zu. Eine Möglichkeit eine Leichtbaulösung zu erzielen ist der konstruktive Leichtbau, bei dem eine möglichst gleichmäßige Werkstoffausnutzung angestrebt wird. Ein Beispiel dafür ist die Sandwichstruktur. Einer der Vorteile bei Sandwichbauteilen ist ihre nahezu unendlichen Kombinationsmöglichkeiten hinsichtlich Materialien und geometrischen Abmessungen. Allerdings liegt hier auch einer der Hauptnachteile, denn es fehlen einfach anzuwendende Gestaltungsrichtlinien, die es dem Konstrukteur ermöglichen, die optimale Konfiguration aus dieser riesigen Anzahl möglicher Lösungen auszuwählen. Deswegen werden Sandwichs im Maschinenbau nur eingeschränkt eingesetzt. Hier greift die Arbeit der Forschungsgruppe Multimaterial-Strukturen am Institut für allgemeine Konstruktionstechnik (ikt) an. Eins der Ziele der Gruppe ist die Entwicklung einer Methodik, mit der eine optimale Material- und Geometriekombination für mehrere, zuvor definierte Kriterien identifiziert werden kann. Da diese Kriterien je nach Einsatzzweck stark variieren können, ist eins der wesentlichen Merkmale der Methode ihre Flexibilität.

Stichwörter: Sandwich-Bauweise, Optimum, Multi-Kriterien-Optimierung, Methodik, Pareto-Set

Systematic identification of a requirement-optimal sandwich configuration with the aid of multi-criteria optimization (MKO)

Abstract: *The lightweight design has nowadays an increasingly important role. One way to achieve a lightweight solution is the lightweight design, where utilization of material is mostly uniform for the complete structure. One example for this lightweight approach is the sandwich structure. The major advantage of sandwich panels is their almost infinite combination possibilities with regard to materials and geometric dimensions. However, here is one of the main disadvantages too, the lack of applicable design guidelines that enable the designer to select the optimal configuration of this vast number of possible solutions. That is the reason why sandwich structures are not common used in the field of mechanical engineering. This issue is addressed by the research group multi-material structures of the institute for engineering design at the RWTH Aachen University. One goal of the group is to develop a methodology by which an optimal material and geometry combination for multiple, previously defined criteria can be identified. As these criteria can widely vary, depending on the application, one of the essential features of the method is its flexibility.*

Keywords: *Sandwich structure, Optimum, Multi-Objective Optimization, methodology, Pareto-set*

RALPH STELZER, STEPHAN ARNDT, ERIK STEINDECKER, WOLFGANG STEGER, LEHRSTUHL FÜR KONSTRUKTIONSTECHNIK/CAD, TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN

Generalisierte Einbindung von Interaktionstechniken in Engineering-Anwendungen

Inhalt: *Engineering-Anwendungen werden für gewöhnlich per Maus und Tastatur bedient. Demgegenüber nutzt VR (Virtual Reality) die Vorteile direkter Interaktionstechniken (z.B. haptische Eingabegeräte oder Datenhandschuhe) für das realistische und intuitive Erleben virtueller Prototypen. Aufgabenabhängig ist es sinnvoll, die genannten Interaktionstechniken auch in Engineering-Anwendungen anzuwenden, wofür sich eine generalisierte Schnittstelle besonders gut eignet. Eine mögliche informationstechnische Basis stellt die im VR-Umfeld verbreitete VRPN-Bibliothek dar. Die Funktionalitäten von VRPN können für die Erzeugung, Speicherung, Übertragung sowie die (Weiter-)Nutzung von Interaktions- und Bewegungsdaten verwendet werden. In diesem Zusammenhang lässt sich ebenso die Interaktion mit digitalen Prototypen dokumentieren, indem Daten aufgezeichnet und bei Bedarf wiedergegeben werden. Der Beitrag beschreibt beispielhaft VRPN-Implementierungen in die CAD-Anwendung SolidWorks und zeigt, welche verschiedenen Szenarien sich daraus ableiten lassen.*

Stichwörter: *Eingabegeräte, VRPN, Wiederverwenden von Interaktions- und Bewegungsdaten*

Generalized integration of interaction techniques in Engineering applications

Abstract: *Peripherals like mouse or keyboard usually are used for engineering applications. Otherwise VR (Virtual Reality) solutions benefit from interaction devices like haptic controller or dataglove that allow a realistic and intuitive experience of virtual prototypes. Using VR-like interaction devices for engineering applications seems to be useful. Therefore a common, generalized interface has to be used to reduce the development effort. The library VRPN is such an interface that enables the use of any interaction device which is supported. Data from interaction and motion activities can be created, stored, transferred and (re-)used for further work. Documentation topics can also be considered and implemented by using record and play back functions. The paper describes the adaption and extension of the VRPN concept to SolidWorks, a CAD-application.*

Keywords: *input devices, VRPN, re-use of data from interaction and motion activities*

DIPL.-ING. DANIEL GOLLER, CHRISTIAN GLENK, M.SC., PROF. DR.-ING. FRANK RIEG,
LEHRSTUHL FÜR KONSTRUKTIONSLERE UND CAD, UNIVERSITÄT BAYREUTH

Finite Elemente Analyse auf Android

Inhalt: Im folgenden Beitrag wird das Konzept und die Entwicklung einer Finiten Elemente App für Android beschrieben, sowie die dafür verwendete Softwareumgebung.

Stichwörter: Finite Elemente Analyse, Android, App, C#, .NET, Z88Aurora

Finite Element Analysis on Android

Abstract: This paper describes the concept and development of a finite element app for android, as well as the software environment that was used.

Keywords: Finite Elemente Analysis, Android, App, C#, .NET, Z88Aurora

STEFAN ZORN, KLAUS BRÖKEL, LEHRSTUHL FÜR KONSTRUKTIONSTECHNIK/ CAD, UNIVERSITÄT ROSTOCK

Integrierte Betrachtung von temporären Mischreibungsgebieten bei der Simulation hydrodynamisch wirkender Radialgleitlager - Ansätze für das System SIRIUS

Inhalt: Für die Berechnung und Simulation von hydrostatisch und hydrodynamisch wirkenden Radialgleitlagern wurde an der Universität Rostock das Programm SIRIUS entwickelt. Dieses Programm konnte bereits bei unterschiedlichen Forschungsvorhaben verifiziert werden. Der Umfang der dort realisierten Funktionalitäten wird kurz beschrieben, bevor eine Betrachtung verschiedener wissenschaftlicher Ansätze für die Berücksichtigung von auftretenden Mischreibungsgebieten bei kritischen Spalthöhen erfolgt. Im Speziellen werden dabei die in SIRIUS implementierbaren Möglichkeiten genauer betrachtet.

Stichwörter: hydrodynamische Gleitlager, Elastohydrodynamische Schmierung, Kavitation, Mischreibung, Festkörperkontakt

Integrated consideration of temporary mixed friction areas in the simulation of hydrodynamically acting radial plain bearings - approaches for the SIRI-US system

Abstract: SIRIUS is a software product, developed by the University of Rostock for the simulation of hydrostatic and hydrodynamic journal bearings. SIRIUS has been evaluated in several research projects. Most bearings operate in the regime of mixed friction where the mechanism of hydrodynamic filmformation is affected by surface structure and deformation. This paper discusses different mixed-lubrication models and estimates which will be the best to extend the opportunities of SIRIUS.

Keywords: hydrodynamic journal bearings, elastohydrodynamic lubrication, kavitation, mixed friction,

ALI DARYUSI, CHRISTIAN BENZ, PROFESSUR FÜR MASCHINENELEMENTE UND CAD/CAE-LABOR, HOCHSCHULE OFFENBURG

FEM-Optimierung der Spannungskonzentrationen durch Entlastungskerbenn an Sicherungsringnuten bei Zahnwellen

Inhalt: Die bisherigen Forschungen [1] im Bereich der Entlastungen von den örtlichen Spannungskonzentrationen in den Sicherungsringnuten beschränken sich auf glatte Vollwellen. Über die Abschwächung der Kerbwirkung von Sicherungsringnuten bei Zahn- und Keilwellen lagen bisher keine systematischen Untersuchungen und keine ausreichend gesicherten Ergebnisse vor. Deshalb wurden Untersuchungen zur Ermittlung der entlastenden Wirkung der Spannungsformzahlen von SR-Nuten bei Zahnwellen durchgeführt. Diese erfolgen mittels der Finite-Elemente-Methode (FEM) für die Belastungsarten Zug/Druck, Biegung und Torsion. Eine Formzahlreduktion von ca. 35% in der SR-Nut konnte bei Biegung und Zug/Druck realisiert werden. Bei Torsion beträgt diese ca. 30 % nach der NSH bzw. 12% nach der GEH gegenüber der originalen Kerbgeometrie ohne Entlastungsnuten. Die gewonnenen Ergebnisse erweitern die qualitativen und quantitativen Erkenntnisse über die Entlastung von der mehrfachen Kerbwirkung.

Stichwörter: Entlastungskerbenn, Formzahlen, FEM-Optimierung, Sicherungsringnuten, Zahnwellen.

FEM optimization of stress concentrations by means of relief notches on retaining ring grooves in splines

Abstract: The previous research [1] in the field of the reduction of local stress concentrations in the grooves of the retaining rings for shafts (circlip) limited to solid shafts. On the reduction of the notch effect of circlipgrooves in the involute splines shafts were so far not been systematically evaluated and not sufficiently secured results. Studies were conducted to determine the effect of relieving stress concentration factors of circlip-grooves at the Involute splines. These are made using the finite element method (FEM) for the types of loads tension/compression, bending and torsion. A reduction of the stress concentration factors to about 35% in the groove could be realized by bending and tension/compression. The reduction amounts to about 30% by torsion after the Maximum-Normal-Stress and 12% after the von Mises Criterion, compared to the original notch geometry without relief grooves. The results obtained extend the qualitative and quantitative findings regarding mitigating the stress concentrations due to multiple notches.

Keywords: relief notches, stress concentration factors, FEM-optimization, circlip grooves, involute splines.

JOACHIM LANGENBACH, NADINE NAGLER, NORBERT MÜLLER, ARMIN LOHRENGEL, INSTITUT FÜR MASCHINENWESEN, TECHNISCHE UNIVERSITÄT CLAUSTHAL

Systematisches Testen von numerischen Berechnungswerkzeugen

Inhalt: In Berechnungssoftware integrierte numerische Berechnungsmodelle stellen erhöhte Anforderungen an die Validierung des zugrundeliegenden Modells. Zum einen ist die Unkenntnis des späteren Anwenders zu berücksichtigen, zum anderen ist sicherzustellen, dass das Modell innerhalb der Einsatzgrenzen verlässliche Ergebnisse liefert. Hierzu erfolgt mit Hilfe des Continuous Integration Konzeptes aus der Softwareentwicklung ein Lösungsvorschlag.

Stichwörter: Validierung, Test, numerische Berechnungsmodelle, Werkzeuge, Entwicklungsmethodik, Continuous Integration, Unit Testing

Systematic testing of numerical calculation tools

Abstract: Numerical based simulation models, integrated in simulation software, lead to grate demands on the validation of the underlying simulation model. Thereby, on the one hand the user's abilities has to be considered. On the other hand it has to be ensured that the simulation model's results are reliable within the investigated limits. In order to achieve these goals, a solution, suggested here, consists of the Continuous Integration Concept which is widely-used in the software development.

Keywords: Validation, Testing, numerical simulation models, tools, design methodology, Unit Testing, Continuous integration

CHRISTOPH WEHMANN, FRANK RIEG, LEHRSTUHL FÜR KONSTRUKTIONSLEHRE UND CAD,
UNIVERSITÄT BAYREUTH

Entwicklung und Anwendung von neuartigen plastischen Materialmodellen für die Finite-Elemente-Analyse

Inhalt: Die Materialmodellierung hat einen wesentlichen Einfluss auf die Genauigkeit von Finite-Elemente-Analysen. Insbesondere bei hohen Belastungen ist eine möglichst exakte Beschreibung des Materialverhaltens ausschlaggebend für die sichere Auslegung von Bauteilen und Maschinenelementen. Ein Großteil der in der Technik eingesetzten Werkstoffe verhält sich bei hohen Spannungen plastisch, d.h. es treten bleibende Deformationen auf. In dem vorliegenden Beitrag wird zunächst ein Überblick über die nach Stand der Technik vorhandenen plastischen Materialgesetze gegeben. Es erfolgt eine Erläuterung der Behandlung dieser Gesetze im Rahmen der Finite-Elemente-Analyse, wobei auf die erforderlichen Algorithmen und Elementtechniken eingegangen wird. Außerdem werden Anwendungsbeispiele beschrieben, bei denen der Einsatz plastischer Materialmodelle zu einer deutlichen Verbesserung der Abbildungsgenauigkeit führt. Anschließend werden neuartige Materialmodelle entwickelt, die eine veränderte Fließrichtung besitzen und dadurch eine entkoppelte Steuerung der plastischen Querkontraktion erlauben. Der Beitrag enthält auch eine Beschreibung der zur Lösung dieser neuartigen Materialgesetze erforderlichen Erweiterungen der Finite-Elemente-Analyse. Schließlich werden anhand eines TRIP-Stahls Anwendungsgebiete der neuartigen Plastizitätsmodelle vorgestellt.

Stichwörter: Finite-Elemente-Analyse, Nichtlinear, Plastizität, TRIP-Stahl

Development and application of novel plastic material models for finite element analysis

Abstract: The accuracy of finite element analyses is significantly influenced by the modeling of the material behavior. Especially at high loads, an exact description of the material behavior is crucial for the safe design of parts and machine elements. Most of the materials used in technical applications behave plastically at high stresses. This means that residual strains occur. The present contribution begins with an overview over the material models belonging to the state of the art. It is explained, how the finite element analysis has to be extended for being able to capture these material models. In this context, it is referred to the required algorithms and element technologies. Furthermore, examples of applications are described in which plastic material models lead to a significant improvement of the accuracy. Afterwards, new material models are developed which have a modified flow direction and therefore, allow a decoupled control of the plastic transverse contraction. The contribution also contains a description of the solution methods suitable for solving these new material models during finite element analyses. Finally, fields of application of these models are shown at the example of a TRIP steel.

Keywords: Finite Element Analysis, non-linear, plasticity, TRIP steel

ALI DARYUSI, ALEXANDER ROLLER, SEBASTIAN JUNG, PROFESSUR FÜR MASCHINENELEMENTE UND CAD/CAE-LABOR, HOCHSCHULE OFFENBURG

FEM-Untersuchung zur Durchdringungskeimbewirkung beim Zusammentreffen von Umlaufnut und Querbohrung in Wellen

Inhalt: Der hier vorliegende Beitrag beschreibt erste Untersuchungsergebnisse mit der Finite-Elemente-Methode (FEM) zur Kerbspannungsanalyse an Durchdringungskeimbewirkungen bei Getriebewellen. Es handelt sich dabei um eine Umlaufnut sowie einen Wellenabsatz mit jeweils überlagerter Querbohrung. In beiden Fällen wird die Bohrung im Bereich der maximalen Spannungskonzentration der Umlaufnut bzw. des Wellenabsatzes angebracht. Entsprechende Formzahldiagramme werden angegeben und neue Näherungsgleichungen für eine genauere Formzahlberechnung je nach Belastungsart Torsion, Biegung und Zug/Druck aufgestellt. Die neu gewonnenen FEM-Ergebnisse erweitern die qualitativen und quantitativen Erkenntnisse über die in der Literatur vorhandenen Berechnungsverfahren und werden als Grundlage für weitere Untersuchungen zu dem bislang wenig erforschten Thema „räumliche Durchdringungskeimbewirkung“ und deren Entlastung verwendet.

Stichwörter: Mehrfachkeimbewirkung, Formzahlen, Umlaufnut, Querbohrung, FEM.

FEM investigation of the penetration notch effect when the circumferential groove and the cross bore meet in shafts

Abstract: The present paper describes the first research results with the finite element method (FEM) to the notch stress analysis of multiple notches in the drive shafts. It involves a circumferential groove in combination with a vertical hole. The second notch shape is a combination of a vertical hole in a shaft shoulder. In both cases, the hole is provided in the region of maximum stress concentration or the peripheral groove of the shaft shoulder. The stress concentration factors are shown in diagrams. New approximate equations are set up for an accurate estimate of the stress concentration factors depending on the types of loads torsion, bending and tension/compression. The newfound FEM-results extend the qualitative and quantitative insights on the calculation methods in the existing literature about the calculation of the load bearing capacity of notched components. These results are used as the basis for further numerical investigations on the hitherto little-explored topic of "three-dimensional multiple notch effect" as well as to reduce the resulting stress concentrations.

Keywords: multiple notch-effective, stress concentration factors, circumferential groove, cross hole, FEM.

FELIX BAUDACH, INES BARZ, FRANK ENGELMANN, THOMAS GUTHMANN, ERNST-ABBE-HOCHSCHULE JENA

Entwicklung und Berechnung gewichtsoptimierter Platten aus faserverstärkten Kunststoffen

Inhalt: Besonderheiten bei der Optimierung von Bauteilen aus faserverstärkten Kunststoffen werden genannt und erläutert. Ein Optimierungsverfahren wird genannt und am Beispiel einer fest eingespannten, druckbelasteten Platte angewendet.

Stichwörter: FKV, FEM, Optimierung.

Development and calculation of weight-optimised plates made of fibre-reinforced plastics

Abstract: Special features in the optimization of components made of fiber-reinforced plastics are mentioned and explained. A method is presented and the optimization of a firmly clamped pressure loaded plate is demonstrated.

Keywords: FRP, FEM, Optimization.

TOBIAS LUEDEKE, ROMANO BONERTZ, MICHAEL VIELHABER, LEHRSTUHL FÜR KONSTRUKTIONSTECHNIK, UNIVERSITÄT DES SAARLANDES

Gewichtsoptimierung in den frühen Phasen der Entwicklung – Anforderungen, Funktionen, Wirkprinzipien –

***Inhalt:** Leichtbau und Gewichtsoptimierung werden allgemein als eine der vielversprechendsten Ansätze für die Gestaltung nachhaltiger Produkte angesehen. Allerdings werden die meisten bekannten Methoden für eine Gewichtsoptimierung erst in späten Entwicklungsphasen (Detaillierungs- und Ausarbeitungsphase) und lokal auf bestimmte Komponenten und Subsysteme angewandt, ohne einen Bezug auf das Gesamtsystem zu nehmen. Gerade auch deshalb sind für die heutigen Herausforderungen in Bezug auf Nachhaltigkeit die traditionellen Gewichtsoptimierungsmethoden nicht mehr ausreichend. Ein Transfer zu und die Etablierung von Gewichtsoptimierungsmethoden in frühen Phasen des Entwicklungsprozesses (besonders auf Konzeptebene) ist wichtig, gerade in Bezug auf die hohen Einflussmöglichkeiten auf Produkteigenschaften im frühen Entwicklungsstadium. Darüberhinaus fehlt eine integrierte Vorgehensweise für innovative, interdisziplinäre Produkte, wie sie mechatronische Systeme darstellen. In diesem Beitrag wird die in einer früheren Veröffentlichung beschriebene Vorgehensweise an einem Beispiel dargestellt.*

Stichwörter: Gewichtsoptimierung, Anforderungen, Funktionsstruktur, Prinziplösung

Weight optimization in the early phases of development - requirements, functions, operating principles –

***Abstract:** Lightweight design and weight optimization in general are seen as one promising of many approaches to create products and services in a sustainable and resource efficient way. However, most of the methods proposed for lightweight design are applied late in the development process (embodiment and detail design) and mostly locally for specific components and subsystems without regarding the system as a whole. For today's sustainability challenges, the traditional weight improvements are not sufficient anymore. A transfer and an establishment of weight optimization methods to earlier design phases, especially the concept design stage, is needed because of the important influence on product properties in these phases. Moreover, a methodology of weight-optimization for innovative, interdisciplinary products, especially mechatronic products and systems, is missing. In this contribution, the method for the consideration of weight optimization during the creation of function structures, working principles and principle solution structure is represented at an usecase.*

Keywords: Weight Optimization, Requirements, Function Structure, Principle Solution

HANS-PETER PRÜFER, LEHRSTUHL FÜR MASCHINENBAUINFORMATIK, RUHR-UNIVERSITÄT BOCHUM

Berechnungsmodelle im Sinne von Prognose und Therapieplanung bei schweren Schädel-Hirn-Traumata

***Inhalt:** Eine typische Folge von schweren Schädel-Hirn-Verletzungen ist der durch Ödembildung stark erhöhte Hirndruck. Zur Vermeidung irreparabler Hirnschäden sind dabei schnelle Maßnahmen erforderlich. Therapie der Wahl ist die Druckentlastung mittels Kraniektomie. Aufgrund der extrem schwierigen Diagnosesituation ist eine systematische Operationsplanung ebenso wenig möglich wie eine Prognose des Heilungsverlaufs. Als Lösungsmöglichkeit bietet sich eine numerische Simulation des mechanischen Verhaltens des Systems Schädel-Hirn mittels der Methode der Finiten Elemente an. In diesem Beitrag werden neue Materialmodelle betrachtet, und es wird untersucht, welcher Detaillierungsgrad bei der geometrischmechanischen Modellierung für eine praktikable Vorhersage erforderlich ist.*

Stichwörter: Hirndruck, Neurochirurgie, FEM, hyperelastisches Verhalten

Calculation models in terms of prognosis and therapy planning for severe craniocerebral trauma

Abstract: Increased intracranial pressure is often caused by severe injuries of skull and brain. Standard therapy is the so-called decompression hemicraniectomy. Because the surgical intervention has to be done nearly immediately there is not much time left for in-depth planning. To get some insight into the chances of healing numerical calculations of the mechanical behaviour of the pressurized skull-brain system will be helpful. This is feasible by means of the Finite Element Method. Here material models and material data are critical. Likewise, the geometry and the inhomogeneous mechanical properties of the brain have to be considered, and we have to come to a decision concerning the degree of model simplification.

Keywords: intracranial pressure, neurosurgery, FEM, hyperelasticity

GUTHMANN, THOMAS; BAUDACH, FELIX; BARZ, INES; ENGELMANN, FRANK, ERNST-ABBE-HOCHSCHULE JENA

Workflow zur Entwicklung effizienter Leichtbaustrukturen am Beispiel einer druckbelasteten Platte

Inhalt: Mit modernen Simulations- und Berechnungsmethoden stehen dem Konstrukteur Werkzeuge zur Verfügung, mit welchen er die Möglichkeit hat, Bauteile bereits virtuell am Computer zu gestalten und zu analysieren. Trotzdem ist der Zeitaufwand für die Optimierung einzelner Geometrien im Entwicklungsprozess oft sehr hoch. Gerade bei komplexen Bauteilen mit vielen Variationsparametern, lässt sich der Einfluss des einzelnen Parameters auf die zu optimierende Zielgröße kaum vorhersagen, so dass die Zusammenhänge mühevoll und zeitintensiv durch viele Simulationen oder Prototypen ermittelt werden müssen. Im Rahmen dieser Arbeit wird anhand der Gewichtsoptimierung einer druckbelasteten Platte ein beschleunigter Workflow zu einer effizienten und einfach zu fertigenden Bauteilstruktur aufgezeigt. Im ersten Schritt erfolgt die Berechnung der optimalen Materialverteilung im Designraum mit Hilfe einer Topologieoptimierung. Auf der Basis dieser Ergebnisse wird im zweiten Schritt ein parametrisches CAD-Modell erstellt. Die Bestimmung der optimalen Kombination der Designparameter erfolgt anschließend mit Hilfe einer Parameteroptimierung.

Stichwörter: Optimierung, Leichtbau, FEM, Topologie

Workflow for the development of efficient lightweight structures using the example of a pressure-loaded plate

Abstract: Using modern simulation and calculation methods, constructing engineers are able to design and analyze virtual components. Nevertheless optimization of individual geometries during the development process is often costly in terms of time. Especially with complex components having many variation parameters, the influence of individual parameters is hard to predict. Therefore coherencies have to be determined in many laborious and time-consuming simulations or prototypes. This work shows an accelerated workflow based on the weight optimization of a pressure-loaded plate. Initially the calculation for an ideal material distribution is made by using a topology optimization. Based on these results a parametric CAD model will be created. The ideal combination of design parameters is obtained by parameter optimization.

Keywords: optimization, lightweight construction, FEM, topology

PROF. DR.-ING. CHRISTIAN BRECHER, DR.-ING. MARKUS BRUMM, JONAS POLLASCHEK M.SC., WERKZEUGMASCHINENLABOR (WZL) DER RWTH AACHEN, LEHRSTUHL FÜR WERKZEUGMASCHINEN

Optimierung der Zahnfußgeometrie von Stirnrädern durch den Einsatz FE-basierter Optimierungsmodelle im Verbund mit der Zahnkontaktanalyse

Inhalt: Mit der am Werkzeugmaschinenlabor entwickelten FE-basierten Zahnkontaktanalyse FE-Stirnradkette steht eine bewährte Methode zur Auslegung und Optimierung von Verzahnungen zur Verfügung. Durch eine vorgeschaltete Fertigungssimulation ist eine Berücksichtigung von fertigungsbedingten Verzahnungsabweichungen möglich. Die Modellierung der Verzahnung und der Radkörper mit Hilfe der Finiten Elemente erlaubt eine detaillierte Abbildung des Verlagerungs- und Verformungsverhaltens der Verzahnung unter Last. Mit der allgemeinen Zahnkontaktanalyse lassen sich neben den Standardverzahnungsfällen auch asymmetrische Verzahnungen untersuchen. Ein neuer Ansatz soll die Vorteile der FE-basierten Zahnkontaktanalyse für die Geometrieoptimierung der Zahnfußkontur nutzbar machen. Der Vortrag stellt den Aufbau und die Vorteile des so entstehenden Programmsystems dar und diskutiert weitere Entwicklungspotentiale.

Stichwörter: Zahnfußtragfähigkeit, Zahnfußspannung, Optimierung, Zahnkontaktanalyse, FEM, Gestaltoptimierung

Optimization of the tooth root geometry of cylindrical gears by using FE-based optimization models in combination with the tooth contact analysis

Abstract: The FE-based tooth contact analysis "FE-Stirnradkette", developed by WZL, delivers an established tool for designing and optimizing gears. Due to an upstream production simulation, deviations of the gear geometry coming from the manufacturing process can be taken into account during the design of the gear. By modelling the gear body in finite elements, the influence of displacements and deformations is considered in the tooth contact. As well as standard gear types, asymmetrical gear profiles can also be examined. A new approach is to utilize the advantages of FE-based tooth contact analysis for tooth root geometry optimization. The paper presents the structure of the resulting program system and discusses further development potentials.

Keywords: Tooth root load-carrying capacity, tooth root bending stress, optimization, tooth contact analysis, FEM, shape optimization

KEVIN DEESE, STEFAN HAUTSCH, MICHAEL FRISCH, FRANK RIEG, LEHRSTUHL FÜR KONSTRUKTIONSLEHRE UND CAD, UNIVERSITÄT BAYREUTH

Vergleich der Auswirkungen auf den Designvorschlag durch Festigkeits- und Steifigkeitsoptimierung

Inhalt: Die Strukturoptimierung erfährt in der Industrie eine immer größer werdende Bedeutung. Ihre Anwendung kann dabei auf verschiedene Weise erfolgen. Eine Möglichkeit besteht in der Topologieoptimierung, die aus dem zur Verfügung stehenden Bauraum für ein Bauteil und den Randbedingungen ein für diesen Einsatz optimales Bauteil bzw. einen Designvorschlag erzeugt. Der Begriff „optimal“ ist dabei jedoch nicht eindeutig und kann je nach Vorgabe des Optimierungsverfahrens unterschiedlich ausfallen. Zwei Möglichkeiten stellen das OC-Verfahren als Vertreter der Steifigkeitsoptimierung und das SKO-Verfahren als Vertreter der Festigkeitsoptimierung dar. Beiden Verfahren liegen unterschiedliche Zielfunktionen zugrunde, weshalb auch die Optimierungsergebnisse differieren. Ein Vergleich soll zeigen, dass die Auswahl sowohl des Optimierungsverfahrens als auch der Optimierungsparameter einen großen Einfluss auf das Ergebnis hat und dementsprechend anwendungsorientiert erfolgen muss.

Stichwörter: Topologieoptimierung, SKO-Verfahren, OC-Verfahren

Comparison of the effects on the design proposal through strength and stiffness optimization

Abstract: Structural optimization becomes more and more important in the industry. Its application can occur in different ways. One of these ways is the topology optimization which uses the available space for a construction part and the boundary conditions in order to propose an optimum design for this specific task. However, the term "optimum" is not unambiguous and can result in different outcomes, depending on the choice of the optimization method. Two possible methods are the OC-method, as a stiffness optimization method, and the SKO-method, as stability optimization method. Both methods are based on different target functions because of which the results differ. A comparison shall show that the choice of both the optimization method and the optimization parameters has a large influence on the result and therefore has to be made application-oriented.

Keywords: topology optimization, SKO method, OC method

THILO BREITSPRECHER, CHRISTIAN DINGFELDER, SANDRO WARTZACK, LEHRSTUHL FÜR KONSTRUKTIONSTECHNIK, UNIVERSITÄT ERLANGEN-NÜRNBERG

Ein Ansatz zur adaptiven Simulationsdatenerhebung

Inhalt: Der Herausforderung, durch möglichst wenig Simulationen oder Experimenten zu möglichst viel Information zu gelangen, wird in diesem Beitrag durch den Einsatz von Gaußprozessen begegnet. Durch dieses maschinelle Lernverfahren und mit den Simulationsdaten wird ein Vorhersagemodell trainiert, das die Berechnung einer lokalen Vorhersagegenauigkeit ermöglicht. Im Unterschied zur globalen Berechnung kann somit der Ort der höchsten Ungenauigkeit bestimmt und an dieser Stelle ein neues Trainingsdatentupel eingefügt werden. Dieses Vorgehen wird iterativ wiederholt. Eine exemplarische Anwendung zeigt den Nutzen dieser Methodik.

Stichwörter: Wissensentdeckung in Datenbanken, Wissensbasiertes Konstruieren, Gaußprozesse

An approach to adaptive simulation data collection

Abstract: Retrieving a maximum amount of information from a minimum number of simulations is a permanent challenge for design engineers. A gaussian process based approach is presented to meet this challenge. This machine learning methodology is capable of delivering both a prediction for a system's key parameter and a local value for the inaccuracy of this prediction. This property is used to iteratively derive the settings for each simulation run instead of fixing them in advanced by means of e.g. a full-factorial design of experiment.

Keywords: Knowledge Discovery in Databases, Knowledge Based Engineering, Gaussian Processes

TOBIAS LUEDEKE, MICHAEL VIELHABER, LEHRSTUHL FÜR KONSTRUKTIONSTECHNIK, UNIVERSITÄT DES SAARLANDES

Ganzheitliche Integration von „Design for X“-Kriterien in den mechatronischen Produktentwicklungsprozess am Beispiel der Gewichtsoptimierung

Inhalt: Die ganzheitliche Integration von „Design for X“-Kriterien in den Produktentwicklungsprozess gestaltet sich oft schwierig, einerseits aufgrund fehlender Methoden für einzelne Prozessschritte, andererseits aufgrund der gleichzeitigen Existenz mehrerer DfX-Kriterien und der damit verbundenen schwierigen Entscheidungsfindung während der Entwicklung. Die Betrachtung des Entwicklungsprozesses mechatronischer Produkte birgt in diesem Zusammenhang zusätzliche Problemstellungen, da durch Multidisziplinarität und Interdisziplinarität die Komplexität des Entwicklungsprozesses erhöht wird. Der in dieser Arbeit vorgestellte Ansatz beschäftigt sich mit der integrierten Entwicklung gewichtsoptimierter, mechatronischer Produkte als Beispiel für X-orientiertes Entwickeln („Design to Weight“).

Stichwörter: Design for X, Design to X, ganzheitliche Integration, mechatronischer Entwicklungsprozess, Gewichtsoptimierung

Holistic integration of "Design for X" criteria in the mechatronic product development process using the example of weight optimization

Abstract: *The holistic integration of „Design for X“ criteria into the product development process is rather difficult and challenging, on one side due to missing methods for specific process steps, on the other side due to the simultaneous presence of several DfX criteria and thus the associated decision making during the design process. The consideration of the development process of mechatronic products raises additional problems in this context because of the increased complexity of the design process caused by multidisciplinary and interdisciplinary. The approach presented here deals with the integrated development of weight optimized, mechatronic products as an example of X-oriented design („Design to Weight“).*

Keywords: *Design for X, Design to X, holistic integration, mechatronic design process, weight optimization*

KEVIN WRASSE, HAYGAZUN HAYKA, FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR PRODUKTIONSANLAGEN UND KONSTRUKTIONSTECHNIK (IPK), BERLIN, LARS WOLTER, RAINER STARK, INDUSTRIELLE INFORMATIONSTECHNIK, TECHNISCHE UNIVERSITÄT BERLIN

Approach on Remote Maintenance Supervision of Solar Home Systems

Abstract: *Decentralized electrification in emerging countries is facing several problems in the area of ensuring service quality at planning, installing and maintenance of solar home systems. Within product-service system development it is more likely to achieve efficient services and long term customer relationships. To ensure this quality, one has to rely on a network of trained and experienced service providers. This is often not given, especially in rural areas of emerging countries. To control service quality, these activities have to be managed centrally. Remote monitoring of condition parameters is applied, thus the parameters can be analyzed and faulty components as well as improper use can be detected. So far, a centralized control of the maintenance activities is not technically implemented in this case. In this stage, one still has to rely on the technicians skills. To control the quality of this activity, augmented reality can be used to guide the technicians through defined repair plans and checklists. Using marker-less tracking and to adapt on the complexity of many product variants, a model-based tracking algorithm is implemented in this application.*

Keywords: *augmented reality, maintenance assistance, remote monitoring, solar home system*