

ANDREAS MEYER-ESCHENBACH

Kulturelle Einflüsse bei internationalen Produktentwicklungsprojekten am Beispiel von Hausgeräten

***Inhalt:** Bei internationalen Kooperationen stammen die Projektmitglieder aus unterschiedlichen Ländern und Kontinenten, was schließlich mit unterschiedlichen Kulturen, Bildungssystemen und Muttersprachen verbunden ist. Erfahrungen zu diesen unterschiedlichen Eigenschaften der Teammitglieder sind bereits bei der Planung und Einrichtung von Projektteams in internationalen Entwicklungsprojekten wesentlich. Die stark wachsende internationale Kooperation wird insbesondere bei Projekten mit China deutlich. In diesem Beitrag wurde die Erfahrung von Projektleitern und Entwicklungsingenieuren, die bereits in mehreren internationalen Projekten gearbeitet haben, analysiert und kulturelle Einflüsse bei der deutsch-chinesischen Zusammenarbeit diskutiert. Die Schlussfolgerungen unterstützen Entwicklungsingenieure und Projektleiter, die in internationalen Produktentwicklungsprojekten arbeiten.*

***Stichwörter:** Verteilte Produktentwicklung, Internationale Projekte, Kulturelle Einflüsse*

Cultural influences in international product development projects using household appliances as an example

***Abstract:** In international development cooperation, project members come from various countries and continents, from different cultures, educational backgrounds, and native languages. It is helpful to be aware of the profiles of the various cultures and the different processes during the planning of the project teams. Fast growing international cooperation can be seen especially in projects with China. In this paper, the experience of project managers and engineering designers who have worked an international projects is discussed and characterized to clarify the cultural influence in German-Chinese project cooperation. The conclusions can be helpful for engineering designers and project managers working an international product development projects.*

***Keywords:** Distributed Development, International Projects, Cultural Influences*

MATTHIAS KLAUS, STEFAN HOLTZHAUSEN, CHRISTINE SCHÖNE, RALPH STELZER

Topologieorientierte Verformung von FEM-Netzen in iterativen Reverse Engineering Prozessen

***Inhalt:** Reverse Engineering ist in Produktentwicklungsphasen etablierter Bestandteil zur schnellen Geometrieerfassung von Objekten. Für Aufgaben, die über die reine Visualisierung der erhaltenen Daten hinausgehen, stellt die notwendige Datenaufbereitung jedoch einen sehr hohen Aufwand dar. So sind die durch Scanverfahren erhaltenen Punktwolken für numerische Festigkeits- und Schwingungsuntersuchungen eines Bauteiles nicht direkt nutzbar. Flächenrückführungsprozesse und die FEM- Modellerstellung erfordern sowohl spezielles Fachwissen als auch Zeit selbst dann, wenn bereits CAD- oder FEM- Modelle dieses oder ähnlicher Objekte vorhanden sind. Der Beitrag präsentiert*

daher Untersuchungen und Methoden zum effizienten Einsatz von Scandaten für die FEM- Berechnung topologisch ähnlicher Bauteile.

Stichwörter: FEM, Topologie, Featureerkennung, Bildbearbeitung, 3D- Scannen

Topology-oriented deformation of FEM networks in iterative reverse engineering processes

Abstract: Reverse engineering is a well- established component for geometry acquisition of objects in product development phases. However, the data- preparation for tasks going beyond the pure visualization of the received data produces a very high complexity. Thus point clouds achieved by 3D- Scanning are not usable for numerical strength- and vibration- analyses directly. Surface reconstruction and building of FEM- models require specific knowledge and time even in cases, where CAD- or FEM- models of this or similar objects are already available. Hence this article presents researches and methods for an efficient usage of scan data for the finite element analysis of topologically similar mechanical parts.

Keywords: FEM, topology, feature detection, image processing, 3D-Scanning

THOMAS HOHNEN, INO SCHLIEFER, JÖRG FELDHUSEN

Erweiterung und Evaluation einer Methode zur Bestimmung des Modularen Grads

Inhalt: Im Produktentwicklungsprozess werden fortlaufend Rationalisierungsmöglichkeiten gesucht. Der in der Literatur bekannte Ansatz zur Berechnung des Singular Value Modularity Index (SMI) stellt eine Möglichkeit der quantitativen Bestimmung des Modularen Grads dar. Ein Nachteil dieser Methode ist, dass nur die Produktstruktur als Grundlage der Berechnung dient. Aufgrund dieser Einschränkung haben die Autoren den Ansatz zur Bestimmung des SMI auf die Produktarchitektur erweitert und diesen an einem Beispielprodukt angewendet und evaluiert.

Stichwörter: Singular Value Modularity Index, Modulare Grad, Modularisierung, Produktarchitektur

Extension and evaluation of a method for the determination of the modular degree

Abstract: The rationalization of the Engineering Design Process is one of the main targets of Engineering Design research. One known approach to calculate a Singular Value Modularity Index (SMI) can be used to quantify a "degree of modularity". The drawback of this method is that only the product structure is considered for the calculation. In this paper, an extended approach is presented that includes the product architecture to determine the SMI; it is applied to an example product and evaluated.

Keywords: Singular Value Modularity Index, degree of modularity, modularity, modularization, product architecture

HENRIK SCHNEGAS

Global Engineering – Ganzheitliche Produktentwicklung unter Beachtung internationaler, religiöser und kultureller Einflüsse

Inhalt: Globalisierung bedeutet nicht nur die Erschließung neuer Märkte und das Anbieten von Produkten international, sondern auch das Verschmelzen von Unternehmen, wodurch eine internationale Zusammenarbeit zum Beispiel auch in der Konstruktion notwendig wird. Diese Kooperation bedarf der verstärkten Zusammenarbeit nicht nur von Teammitgliedern unterschiedlicher Sprach-, sondern z.B. auch unterschiedlicher Kultur- und Religionskreise. Mental und psychologisch gibt es oft gravierende regionale Unterschiede zwischen möglichen Teammitgliedern, die für eine erfolgreiche Produktentwicklung harmonisiert werden müssen. Diese Harmonisierung basiert vordergründig auf Toleranz, Verständnis und vor allem Kenntnis des jeweils anderen Kulturkreises. Bedeutend sensibler ist jedoch die eigentliche Produktentwicklung. Die Vergangenheit hat gezeigt, dass eine fehlende Berücksichtigung regionaler Besonderheiten, den Erfolg eines Produktes verhindern kann. Aus diesem Grund ist es heute erforderlich, dem Konstrukteur nicht nur fachliches Wissen mitzugeben, sondern auch ein umfassendes Wissen über den Marktbereich eines zukünftigen Produktes. Im Rahmen des Design for X soll zu den herkömmlichen Gestaltungsprinzipien auch eine Art Softskill hinzukommen, zu denen eine religions-, mental-, kulturkreisgerechte Produktgestaltung gehört. Im Rahmen des vorliegenden Vortrages werden in Bezug auf eine durchzuführende globale Produktentwicklung eine religionspezifische Produktgestaltung, Produktfarben, Symbole, Zahlen in unterschiedlichen Kulturkreisen, Produktnamen unter dem Einfluss marktrelevanter Sprachen im Zeichen des CE-Siegels und marktspezifische Tabuthemen im Rahmen der Entwicklung neuer Produkte betrachtet.

Stichwörter: Globale Ingenieurarbeit, interkulturelle Konstruktionsteams, mental-religiöse / multikulturelle Wissenskompetenz, Softskills für die Konzept- und Gestaltungsarbeit

Global Engineering - Holistic product development taking into account international, religious and cultural influences

Abstract: A global market is a normal characteristic of our time. Companies work for international markets. Companies are global players. Engineers and staff must work together in international teams. Because there are, a lot of linguistic, cultural, religious or mental differences we need new rules for teamwork in design process. In the talk are any facts for better understanding in multicultural teamwork. The facts will help to avoid or settle conflicts or reduce psychological stress by intercultural differences in international teams.

Keywords: Global Engineering, intercultural Design teams mental-religious / multicultural knowledge competence, softskills for concept and Design process

PROF. DR.-ING. GERHARD SCHARR, DIPL.-ING. ANDRÉ KNOPP

Maschinenelemente aus Faser-Kunststoff-Verbundmaterialien

Inhalt: Die vorteilhaften gewichtsbezogenen Eigenschaften faserverstärkter Kunststoffe eröffnen für den Bereich der Maschinenelemente ein großes Weiterentwicklungspotential. Im Vergleich zu den

9. Gemeinsames Kolloquium Konstruktionstechnik

KT-KOLLOQUIUM

herkömmlich eingesetzten Maschinenelementen, die aus konventionellen metallischen Materialien bestehen, bietet der Einsatz von Faser-Kunststoff-Verbunden wesentliche Vorteile. Neben einem geringeren Gewicht der Elemente, das zu einer Reduzierung der Gesamtmassen technischer Systeme beiträgt und damit eine effektivere Ressourcennutzung ermöglicht, können vorteilhafte Eigenschaften, wie z.B. verbesserte spezifische Festigkeiten und Steifigkeiten, sowie ein günstiges Ermüdungsverhalten beobachtet werden. Aufgrund der daraus resultierenden hervorragenden mechanischen Eigenschaften sind Faser-Kunststoff-Verbunde z.B. als Federwerkstoff besonders gut geeignet, da eine optimale Materialausnutzung durch die maßgeschneiderte Konstruktion des Werkstoffes, in Bezug auf die Art der Beanspruchung des Federmaterials, erreicht werden kann. Faser-Kunststoff-Verbundmaterialien werden hier bereits in Form von Kunststoff-Blatfedern erfolgreich eingesetzt. Im Bereich von rotierenden Massen spielt die Minimierung von Bauteilgewichten eine besondere Rolle. Durch eine zusätzliche Erhöhung der Verschleiß- und Schlagfestigkeit, sowie eine geringere Geräuschemission im Betrieb eröffnen diese Materialien ein bedeutendes Einsatzgebiet, speziell im Bereich der Zahnräder.

Stichwörter: *Maschinenelemente, Faser-Kunststoff-Verbunde, Federn, Zahnräder*

Machine elements made of fibre-plastic composite materials

Abstract: *Fibre-Reinforced Plastics (FRP) are lightweight materials with high specific stiffness and strength. It also has other advantages such as increased impact strength and better fatigue properties compared to conventional materials. These properties make it a particularly suitable material for composite gear-wheels and springs. Lightweight FRP gear-wheels would require a lower turning moment thereby saving a lot of energy. Additionally, FRP gear-wheels offer a much reduced noise emission during its service period. Composite springs are lighter and more durable than those made up of metals.*

Keywords: *machine elements, fibre reinforced material, composite material, composite springs, composite gear wheel*

MICHAEL FRISCH, ANDREAS DÖRNHÖFER, FLORIAN NÜTZEL, FRANK RIEG

Fertigungsrestriktionen in der Topologieoptimierung

Inhalt: *Die Integration von Fertigungsrestriktionen in den Topologieoptimierungsablauf ermöglicht es dem Benutzen ein optimiertes und zugleich fertigungsgerechtes Bauteil zu erstellen. Kommerzielle Optimierungsprogramme stellen bereits heute eine Auswahl an Restriktionen für die Fertigung zur Verfügung. Nur für wenige Fertigungsverfahren sind diese Fertigungsrestriktionen jedoch direkt wählbar. Der Großteil der Fertigungsverfahren kann indirekt über eine Kombination von Fertigungsrestriktionen auf Kosten der Rechenzeit und tatsächlichen Wirksamkeit definiert werden. Andere Fertigungsverfahren, wie z.B. Fräsen, Drehen oder Sintern, sind bisher nicht über Restriktionen in der Optimierung berücksichtigt. Auch fehlen quantitative Angaben zur normgerechten Gestaltung für unterschiedliche Werkstoffe bei gleichem Fertigungsverfahren. Eine direkte Einbindung dieser Punkte in Optimierungsprogramme würde den Entwicklungsprozess verkürzen und verbessern.*

Stichwörter: Topologieoptimierung, Fertigungsrestriktionen, Fertigungsverfahren

Production restrictions in topology optimization

Abstract: *The integration of manufacturing constraints for topology optimization allows the user to create a part, which is optimal and suitable for production. A range selection of manufacturing constraints exists in commercial tools. But the choice for direct constraints of the manufacturing process is limited: Most of the constraints for the manufacturing process can be reached by an indirect combination of other constraints. Disadvantages for such combinations are the calculating time and the efficiency of this procedure. Other manufacturing practices like milling, rotating or sintering are not integrated in the process of optimization, yet. Even quantitative data for a standardized structuring of different materials for the same manufacturing process are missing. To improve and shorten the process of development & direct integration of these items is desirable.*

Keywords: *Topology optimization, Manufacturing constraints, Manufacturing process*

DR. INGO SCHULZ, FLORIAN WOHLFEIL

Cross-Industry-Innovation in der Antriebstechnik

Inhalt: *Aufgrund der in den letzten Jahrzehnten geänderten globalen Markt- und Wettbewerbsbedingungen sehen sich Unternehmen zunehmend mit der Aufgabe konfrontiert, ihre Produktentwicklung sowohl effektiver als auch effizienter zu organisieren. Cross-Industry-Innovation (CII) ist ein leistungsfähiger methodischer Ansatz, welcher zur Lösung dieser Aufgabe beiträgt. Hiermit können neue Produkte schnell, mit beherrschten Kosten und einer bereits zu Beginn hohen Qualität entwickelt werden. In diesem Beitrag wird der Prozess der Cross-Industry-Innovation in der SKF sowie die eingesetzten Methoden und Werkzeuge vorgestellt. Anhand eines Beispiels wird das Potenzial der CII aufgezeigt.*

Stichwörter: *Produktentwicklung, Innovation, Cross-Industry-Innovation, Qualität, Zeit, Kosten*

Cross-industry innovation in drive technology

Abstract: *Due to the global change in respect to markets and competition companies are forced to Organize their product development more effective and efficient. Cross-Industry-Innovation (CII) is a powerful approach that helps to fulfil this task. With CII it is possible to develop new products fast with cost control and high quality right from the beginning. In this paper the process of Cross-Industry-Innovation in SKF as well as the used methods and tools are described. A short example of a real product shows the potential of CII.*

Keywords: *Product Development, Innovation, Cross-Industry-Innovation, Quality, Time, Cost*

ATTILA PIROS, TIBOR BERCSEY

Finding optimal parameters with fuzzy evaluation of generalized mechanical functions

Inhalt: In Maschinenbauingenieuren oft haben, die Art der Parameter, die nicht bekannt sind, sondern müssen realistisch sein zu finden. Um diesem Fall noch schwieriger manchmal mehrdeutig Parameter ausgewertet werden müssen. Dieser Beitrag stellt zwei mathematische Methoden, um die optimalen Parameter der mechanischen Funktionen zu finden. Fuzzy-Methode hilft die Auswertung der mechanischen Funktionen und deren Kombinationen. Die statistisch basierte verallgemeinerte Funktion Modelle realistische Input für dieses Fuzzy-Auswertung. Beide Methoden sind einfach in Algorithmus zu konvertieren und sie sind in ein aktuelles Design Aufgabe getestet.

Stichwörter: Fuzzy Evaluation, Generalized mechanischen Funktionen, Daten-Interpolation

Finding optimal parameters with fuzzy evaluation of generalized mechanical functions

Abstract: In mechanical design engineers many times have to find the kind of parameters which are not known but must be realistic. To make this case even harder sometimes ambiguous parameters have to be evaluated. This paper introduces two mathematical methods to find the optimal parameters of the mechanical functions. Fuzzy method helps the evaluation of the mechanical functions and their combinations. The statistically based generalized function models provide realistic input for this fuzzy evaluation. Both methods are easy to convert into algorithm and they are tested in an up to date design task.

Keywords: Fuzzy Evaluation, Generalized Mechanical Functions, Data Interpolation

ROBERT FURIAN, MAKSIM MAKSIMOVIC, KARL-HEINRICH GROTE

Anforderungen an eine wissensbasierte Softwareumgebung im Konstruktionsprozess

Inhalt: Im Rahmen des europäischen Projektes LeanPPD wird untersucht, wie sich die Ansätze des Lean Thinking in der Produktentwicklung anwenden lassen. Neben verschiedenen Methoden und Instrumenten zur Erfassung und Auswertung von Entwicklungsprozessen wird der Lebenszyklus von Wissen in einem Unternehmen aufgezeigt und Anforderungen für eine wissensbasierte Softwareumgebung spezifiziert, welche die Entwickler bei ihren Tätigkeiten mit allen relevanten Informationen versorgt. Bei der Implementierung im Business Case soll dies in Form eines Bauteillebenslaufes geschehen, welcher sämtliche Änderungen am Bauteil dokumentiert.

Stichwörter: LeanPPD, Schlanke Entwicklung, Wissensdatenbank, Knowledge Based Environment, Produktentstehungsprozess, Beuteillebenslauf

Requirements for a knowledge-based software environment in the design process

Abstract: In the context of the European LeanPPD project it is evaluated, how lean principles can be implemented in product development. Beside different methodologies and tools for capturing and analysing of development processes, the knowledge life cycle within a company is explained and the requirements for a knowledge based environment are specified for supporting the developer by

providing the needed information for his activities. In the business case this shall be realized by a component life documentation, which shows all changes that have been done on this part.

Keywords: LeanPPD, Lean Development, Knowledge Based Environment, Product Emerge Process

PROF. DR.-ING. ERHARD LEIDICH, DR. WERNER GRAHL, DIPL.-WIRT.-ING. MICHAEL KONARSKY, DIPL.-ING. DIRK HOFFMANN

Methoden des zentralen Stammdatenmanagements für die integrierte Produktentwicklung

***Inhalt:** Redundante, inkonsistente und unvollständige Stammdaten sind Ursachen für Verluste in der Effizienz der Geschäftsprozesse und in der Qualität der hergestellten Güter und Dienstleistungen. Im Labor für integrierte Produktentwicklung werden daher Methoden für ein zentrales Stammdatenmanagement erarbeitet. Die entwickelten Methoden betreffen die Normung von Kauf- und Fertigungsteilen sowie die nachhaltige Gestaltung der Informationsflüsse und Stammdatenprozesse im Unternehmen. Die Validierung der Methoden erfolgt an einem durchgehenden Demonstratorbeispiel „Getriebe“.*

Stichwörter: Stammdatenmanagement, Normung, Stammdatenprozesse, Informationsfluss, Produktentwicklung

Methods of central master data management for integrated product development

***Abstract:** Redundant, inconsistent and incomplete master data are causes of inefficient business processes and defects in quality of manufactured goods and services. Therefore in the laboratory for integrated product development methods for a central master data management will be developed. The developed methods involve the standardization of purchase and manufacturing parts as well as the design of information flows and master data processes. The validation of the method is carried on a continuous example “gear”.*

Keywords: master data management, standardization, master data processes, information flow, product development

VOKER WITTSTOCK, JANINE GLÄNZEL, MARCO SCHUHMANN

Adaptive FEM mit VR-basierter Interaktion und Visualisierung in der Produktentwicklung

***Inhalt:** Der Einsatz von FEM-Simulationen sowie die Visualisierung mittels VR-Technologie sind feste Bestandteile in der virtuellen Produktentwicklung. Der vorliegende Artikel befasst sich mit der Kombination beider Bereiche. An einem Fallbeispiel werden Einsatz und Nutzen der adaptiven FEM erläutert, sowie Voraussetzungen und Lösungsvorschläge für die Verbindung beider Technologien präsentiert.*

Adaptive FEM with VR-based interaction and visualization in product development

Abstract: *The use of FEM simulations and the visualization through VR technology are basic parts of the virtual product development. This paper describes the combination of both areas. Usage and benefit will be explained on a use case. Requirements and solutions for the connection of both technologies will be subsequently presented.*

Keywords: *adaptive finite element method (AFEM), Virtual Reality (VR), interaction devices*

UWE KLEMME, MARCIN HUMPA, PROF. P. KÖHLER

Effizienzsteigerung des virtuellen Produktentwicklungsprozesses durch automatisierte Modellierungsansätze im Optimierungsumfeld

Inhalt: *Soll ein CAD-Modell zwecks geometrisch-parametrischer Gestaltoptimierung in einen Simulationskreislauf eingebunden werden, so werden daran bestimmte Anforderungen gestellt. Die interne Robustheit eines virtuellen Produktmodells stellt dabei einen bestimmenden Faktor dar, da ein nicht regenerierbares CAD-Modell den Kreislauf zum Abbruch zwingt. Verschiedene Wechselwirkungen mit weiteren Prozessschritten machen weiterhin den Einsatz von Methoden des Knowledge-Based-Engineering (KBE) notwendig. So entstehen höherwertige Mastermodelle, die durch die implementierten prüfenden und regelnden Features eigenständig agieren können. Ein solcher iterativer Kreislauf zwischen der assoziativen Verknüpfung nativer CAD-Daten, einem CFD-Simulationsprozess und einer anschließenden Bewertung und Variation durch Optimierungssoftware Wird im folgenden Text beschrieben.*

Stichwörter: *KBE, Knowledge-Based-Engineering, geometriebasierte Optimierung, Master-Modell*

Increased efficiency of the virtual product development process through automated modeling approaches in the optimization environment

Abstract: *Soll ein CAD-Modell zwecks geometrisch-parametrischer Gestaltoptimierung in einen Simulationskreislauf eingebunden werden, so werden daran bestimmte Anforderungen gestellt. Die interne Robustheit eines virtuellen Produktmodells stellt dabei einen bestimmenden Faktor dar, da ein nicht regenerierbares CAD-Modell den Kreislauf zum Abbruch zwingt. Verschiedene Wechselwirkungen mit weiteren Prozessschritten machen weiterhin den Einsatz von Methoden des Knowledge-Based-Engineering (KBE) notwendig. So entstehen höherwertige Mastermodelle, die durch die implementierten prüfenden und regelnden Features eigenständig agieren können. Ein solcher iterativer Kreislauf zwischen der assoziativen Verknüpfung nativer CAD-Daten, einem CFD-Simulationsprozess und einer anschließenden Bewertung und Variation durch Optimierungssoftware Wird im folgenden Text beschrieben.*

Keywords: *KBE, Knowledge-Based-Engineering, geometry based optimization, master model*

Featurebasierte Modellierung flächiger Blechbauteile mit Verzweigungen

***Inhalt:** Die innovativen Fertigungsverfahren Spaltprofilieren und -biegen bieten, in Kombination mit spanenden Verfahren und Innenhochdruckumformung ein enormes Potential zur Entwicklung integral verzweigter Blechprodukte. Dieser Beitrag beschreibt die Modellierung derartiger Produkte in einem Informationsmodell und unterstützt so den Informationsaustausch in einem komplexen Entwicklungsprozess.*

***Stichwörter:** Spaltbiegen, Informationsmodell, Freiformfeatures*

Feature-based modeling of flat sheet metal parts with branches

***Abstract:** The innovative manufacturing methods of linear flow splitting and bend splitting render it possible to create bifurcated sheet metal products in an integral style. In combination with high pressure forming a wide range of products can be created. This article describes an information model for bifurcated sheet metal products and thus supports the development process.*

***Keywords:** Bend Splitting, Information Model, Free Form Features*

ANDRÉ SPRENGER, LUCIA MOSCH, REINER ANDERL

Bereitstellung von Prozesswissen zur Beherrschung von Unsicherheiten lasttragender Systeme

***Inhalt:** In diesem Beitrag wird ein ontologiebasierter Ansatz vorgestellt, um Wissen über Unsicherheiten, die in Prozessen auftreten, abzubilden und für die Produktentwicklung in geeigneter Form darzustellen. Ein Informationsmodell ermöglicht es, unterschiedlich präzise Informationen, von Intervallen bis hin zu stochastischen Beschreibungen, einheitlich zu repräsentieren. Für die Darstellung dieser Information, wurde ein Visualisierungskonzept entwickelt, durch das diese Informationen kontextbezogen am 3D-CAD-Modell mit Hilfe eines integrierten Unsicherheits-Browsers dargestellt werden können.*

***Stichwörter:** Unsicherheit, Ontologie, Informationsmodell, Visualisierung*

Provision of process knowledge for the control of uncertainties in load-bearing systems

***Abstract:** In this paper a ontology based approach for the representation of process uncertainty is proposed. An information model for different levels of precision from rough estimations to stochastic descriptions is presented, creating a common information base. For the presentation of this information a concept for the visualization is introduced. This renders the possibility of an Integrated uncertainty presentation in the 3D-CAD system by an uncertainty browser.*

***Keywords:** Uncertainty, Ontology, Informationmodel, Visualization*

ANDREAS NICKEL, KONSTANTIN BENKE

ParaFEM – innovative Zukunftsstrategie zur effektiven Nutzung von numerischen Methoden mit integrierter Parametrisierung für Konstruktionsaufgaben

Inhalt: ParaFEM ist der Kern einer integrierten Berechnungsumgebung mit der FEM als internem Lösungskonzept. Durch eine standardisierte Vorgehensweise und die Verwendung frei verfügbarer und validierter Softwarekomponenten eignet sich dieses Konzept insbesondere für KMUs. Das systematische Vorgehen und die innovative Nutzung numerischer Methoden, welche für Konstruktionsaufgaben eingesetzt wird, ermöglicht eine schnellere Ermittlung von Lebensdauer und Betriebssicherheit. Die parametrische Beschreibung ermöglicht schnelle und einfache Bauteilvarianten.

In diesem Beitrag wird die parametrische FEM-Analyse an einem ausgewählten Pilotbeispiel demonstriert. Dabei handelt es sich um Flanschverbindungen in beliebigen Größen bis hin zu den Verbindungen in den Türmen von Windkraftanlagen, die überwiegend dynamischen Belastungen ausgesetzt sind. Das Besondere dabei ist, dass hierbei die Einbindung eines CAD-Modells entfällt, da eine parametrische Bauteilbeschreibung vorliegt. Die bauteilspezifische Umsetzung der Vernetzung und der FEM-Analyse erfolgt nach algorithmischen Regelwerken, die für den Anwender unsichtbar bleiben. Dadurch wird der Nutzer nicht mehr mit der eigentlichen FEM-Analyse konfrontiert, sondern nur noch mit signifikanten Kennwerten, die der traditionellen Vorgehensweise entsprechen und somit keinen Interpretationsaufwand erfordert.

Stichwörter: FEM, Parametrisierung, Konstruktion, automatische Netzgenerierung, kleine und mittlere Unternehmen

ParaFEM - innovative future strategy for the effective use of numerical methods with integrated parameterization for design tasks

Abstract: ParaFEM is the basic element of an integrated calculation environment with the FEM as an internal solution concept. Through a standardized procedure and the use of Open Source and validated software components, this concept is particularly suitable for SMEs. The systematic approach which is used for design tasks and the innovative use of numerical methods will allow a faster identification of durability and operating reliability. The parametric description permits a quick and easy realization of several component variations.

In this paper, the parametric FEM analysis will be demonstrated by a typical example. These are joint flanges in all sizes up to flanges in the towers of wind energy plants, which are exposed to dynamic loads most of the time. The special feature is that the integration of a CAD model is not necessary because a parametric component description is available. The component-specific realization of the meshing and the solving is based on algorithm rules, which remain invisible for the user. So the user is no longer confronted with the proper FEM analysis. He is only confronted with significant characteristics that conform to the traditional approach. Therefore the usual interpretation effort is no more necessary.

Keywords: FEM, parametrics, mechanical design, automatic meshing, small and medium-sized enterprises

Gewichtsreduzierung von Windkraftgetrieben durch asymmetrische Verzahnungen

***Inhalt:** Die zunehmende Entwicklung hin zu Multimegawatt Turbinen in der Windkraftbranche stellt hinsichtlich Leistungsübertragung hohe Anforderungen an die einzelnen Komponenten des Antriebsstranges. Einhergehend mit den zunehmenden Belastungen ist die Leistungsdichte und somit das Gewicht der verbauten Komponenten entscheidend. Diese Tendenz zeigt sich in den Anstrengungen, die unternommen werden müssen, um die mehrere Tonnen wiegenden Gondeln zu montieren und einen sicheren Stand dieser zu gewährleisten. Daher ist es unabdingbar das Gewicht der im Antriebsstrang verbauten Komponenten zu reduzieren und trotzdem die Tragfähigkeit sicherzustellen.*

Die Verzahnung ist als zentrales Übertragungsglied im Antriebsstrang ein Bauteil, welches im Bereich der eingesetzten Modulgrößen und verbauten Anzahl Potential zur Gewichtsreduzierung bietet. Durch Sonderverzahnungen kann eine Steigerung der Leistungsdichte erzielt werden. In Windkraftanlagen liegt eine Vorzugsdrehrichtung vor, daher ist es möglich die Verzahnungen asymmetrisch auszuführen. Hierbei liegen unterschiedliche Eingriffswinkel von Zug- und Druckflanke vor. Durch die Änderung der Eingriffswinkel kann die Verzahnung belastungsgerecht gestaltet werden.

Im Vergleich zum PKW-Getriebe ist bei Windkraftgetrieben durch die hohen Kosten der einzelnen Verzahnungen eine umfassende prüfstandstechnische Absicherung der Beanspruchbarkeit der Verzahnungen nicht möglich. Daher ist für den Konstrukteur die Absicherung seiner Auslegung durch zertifizierte und von Versicherern akzeptierte Auslegungsrichtlinien und Normen unabdingbar. Gängige Auslegungsrichtlinien für Stirnradverzahnungen sind in den Normen der DIN 3990/ISO 6336 [1, 2] hinterlegt. Sonderverzahnungen wie die asymmetrischen Verzahnungen werden darin allerdings bisher nicht berücksichtigt.

Die im Vortrag dargestellte Auslegungsmethodik zeigt eine Möglichkeit auf, durch eine gezielte geometrische Gestaltung der asymmetrischen Verzahnung diese mittels der empirischen Faktoren der Normberechnung zu bewerten. Hieraus kann eine Sicherheit für die Flankentragfähigkeit berechnet werden. Da eine direkte Proportionalität zwischen der Beanspruchbarkeit der Verzahnung und der vorliegenden Verzahnungsbreite besteht, ist es nun möglich, die Verzahnungsbreite der asymmetrischen Verzahnung zu verringern, um gegenüber einer vergleichbaren symmetrischen Verzahnung eine erhebliche Gewichtsreduzierung zu erzielen.

Stichwörter: Gewichtsreduzierung, Asymmetrische Verzahnungen, Verzahnungsauslegung, Flankentragfähigkeit

Weight reduction of wind turbine gearboxes due to asymmetrical gear teeth

Abstract: Nowadays the increase of power density and noise reduction are in focus of new gear designs. For applications with asymmetric load Spectra such as wind turbines the use of asymmetric gearings can be an option to increase the power density of gearings. The limitation for the use of asymmetric tooth profiles is the lack of calculation methods for asymmetric cylindrical gears.

Asymmetric teeth have different pressure angles on the drive and coast flanks. If gears are used in gearbox applications with uniform load and rotation conditions, the drive flank can be designed for high load carrying capacity. Besides the increasing load carrying capacity of the drive flank the asymmetric geometrical design of the tooth root can be used to decrease the tooth root stresses.

Within this report a design process for asymmetrical gears was presented. This design process is based on the design process of symmetrical high gears. Furthermore an analysis of the empiric factors of the standardized design processes based on DIN 3990/ISO 6336 [1, 2] was made. As a result of this analysis boundary conditions were defined which had to be fixed to compare an asymmetrical gear with an symmetrical gear. The design process of the asymmetrical gears was customized to fit the defined boundary conditions. Thus a reduction of the gear mass was realized.

Keywords: *Weight Reduction, Asymmetric Gears, Gear Design, Surface Durability*

INGO JONUSCHIES, KLAUS BRÖKEL

Alternatives Lagerkonzept für die Rotorlagerung von Windenergieanlagen

Inhalt: *Die Lagerung des Antriebsstranges einer Windenergieanlage stellt die Hersteller immer wieder vor neue Herausforderungen. In der Vergangenheit kam es des Öfteren zu enttäuschenden Lebenserwartungen an den Lagerstellen der Rotorwelle. Ob dieses an Dimensionierungsfehlern durch mangelnde Kenntnisse der Lasten oder an kurzen Entwicklungszeiten gepaart mit rasanten Leistungssteigerungen lag, ist nicht immer genau nachzuvollziehen. Jedoch ist zu erkennen, dass der Fokus bei der Lagerauswahl auf den Wälzlagern liegt. Im Zusammenhang mit immer größer werdenden Windenergieanlagen können Gleitlager eine Alternative darstellen, da sie theoretisch verschleißfrei arbeiten. Andererseits bringen sie auch große Herausforderungen mit sich, zum Beispiel an die Betriebssicherheit. Die Fragestellung der Einsatzchancen von Gleitlagern in Windenergieanlagen ist Gegenstand dieser Arbeit und soll einen innovativen Beitrag zur Problematik der Rotorlagerung liefern.*

Stichwörter: *Rotorlagerung, Gleitlager, Hydrodynamik, Hydrostatik, Windenergieanlagen*

Alternative bearing concept for rotor bearings of wind turbines

Abstract: *The bearing of the drive train from a Wind turbine is an ever new challenge for the manufacturer. On the bearing of the rotor shaft it often comes to disappointing life expectancy. The mistakes in the dimensioning by lack of knowledge of the loads or short development times, paired with rapid increase in performance, are repeatedly unknown. But it is to evident that the focus is on the roller bearings. In connection with growing wind turbines plain bearings can be an alternative, because they theoretically work wear free. However, they also involve great challenges, for example the reliability. This question of the potential for use of plain bearings in wind turbines is the subject of this work and will provide an innovative contribution to the problem of rotor bearings.*

Keywords: *rotor bearing, plain bearing, wind turbine, hydrodynamic, hydrostatic*

Entwicklung von Handhabungseinrichtungen für biegeschlaffe Materialien – Automatisierter preform-Aufbau für Rotorblätter von Windenergieanlagen

***Inhalt:** In dieser Veröffentlichung wird auf der Basis der Konstruktionsmethodik die systematische Entwicklung von Handhabungsvorrichtungen für biegeschlaffe Materialien, wie technische Glas- und Kohlefasertextilien, entlang der Prozesskette zur Rotorblattherstellung vorgestellt. Dabei wird von einem Ansatz ausgegangen, die Automatisierung durch die Reduzierung der Komplexität des Ablageprozesses, bestmöglich zu nutzen. Die preforms werden dazu auf einer speziellen Vorrichtung aufgebaut und nachfolgend in die endkonturnahe Geometrie gebracht. Mit diesem Ansatz des Prozesses soll es zukünftig möglich sein, die Fertigungszeit eines Rotorblattes durch das Einbringen fertig aufgebauter preforms deutlich zu verringern und zugleich die steigenden Qualitätsanforderungen zu erfüllen.*

***Stichwörter:** Produktentwicklung, biegeschlaff, Material, Automatisierung, Handhabung, Prozessgestaltung, Rotorblätter*

Development of handling equipment for flexible materials - Automated preform assembly for rotor blades of wind turbines

***Abstract:** In this paper the methodical development of handling devices for limp materials (such as glass or carbon textiles) in the rotor blade production is presented. By reducing the complexity of the lay-up process the automation should be most effective. Preforms are put on a special device and formed to a near net shape geometry. Using this idea the aim is to reduce production times of rotor blades by using preforms while fulfilling increasing demands on quality.*

***Keywords:** product design, limp material, automation, handling, process development, rotor blades*

DR.-ING. JAN BRÖKEL

Entwickeln des Lasten- und Pflichtenheftes einer Windkraftanlage

***Inhalt:** Der Entwicklungsprozess beginnt mit dem Stellen der Aufgabe und mit dem Ausformulieren und Detaillieren der Anforderungen an ein neues Produkt. Am Beispiel von Windkraftanlagen werden eine Wettbewerberanalyse und das Aufstellen einer VoC Liste durchgeführt. Im nächsten Schritt werden Produktvarianten abgeleitet und in Bezug auf die Zielanforderungen mit Hilfe der Pugh Methode bewertet.*

***Stichwörter:** Windkraftanlage, Lastenheft, Pflichtenheft, Variantenbewertung*

Development of the specifications of a wind power plant

***Abstract:** At the start of every product development the business requirements have to be known. If they are not complete it is difficult to develop product requirements that all stakeholder agree on. Taking wind turbine generators as an example a competitor study has been carried out and a VoC list was derived. Based on this product variants have been defined and were validated using a Pugh matrix in regards to the target requirements.*

Keywords: *Wind turbine generator, requirements management, business requirements, product requirements*

PROF. DR.-ING. HABIL. MATHIAS PASCHEN, DIPL.-ING. CHRISTIAN SEMLOW, DIPL.-ING. THOMAS MIETHE

Überlegungen zur Formgebung und Stabilität schwimmender Plattformen für Windenergiewandler

Inhalt: *Die Autoren stellen erste Überlegungen über die Formgebung einer schwimmender Plattformen für Windenergiewandler an, die anders als bei bekannten Prototypen eine Kombination aus Gewichts- und Formstabilität privilegieren. Ansätze zur Berechnung der hydrodynamischen und aemodynamischen werden aufgezeigt. Ein Ergebnis erster Betrachtungen wird vorgestellt.*

Stichwörter: *Schwimmende Windenergiewandler; Schwimmfähigkeit; Formstabilität und Gewichtsstabilität; hydrodynamische Kräfte und Momente; Wellen; Fluid-Struktur-Wechselwirkungen*

Considerations on the shape and stability of floating platforms for wind energy converters

Abstract: *The authors present first ideas regarding the design of floating platforms for wind energy converters at sea. In contrast to already known prototypes a combination of hydrostatical stability and stability by weights has been favoured. Advices for the calculation of both hydrodynamic and aerodynamic loads are given. A result of first investigations is presented.*

Keywords: *Floating wind energy converter; floatability; hydrostatical stability and stability by weights; hydrodynamic loads and moments; waves; fluid-structure interaction*

UTE DIETRICH, MARC GLAUCHE

Durchgängige IT-Unterstützung der Lebenszyklusphasen von Offshore-Windkraftanlagen

Inhalt: *Die steigenden Umweltbelastungen und die zunehmend zu beobachtenden Klimaveränderungen, die in hohem Maße durch Prozesse zur Energieumwandlung hervorgerufen werden, erfordern eine Reduzierung umweltschädigender Emissionen. Vor allem der Energieerzeugung mit Offshore-Windkraftanlagen kommt hier große Bedeutung zu. Offshore sind gegenüber Onshore-Standorten enorme Windressourcen vorhanden, die sowohl ein großes Raumangebot als auch hohe Windgeschwindigkeiten miteinander verbinden. Durch die Bedingungen auf See werden allerdings Anforderungen gestellt, die in dieser Art nicht für Anlagen an Land existieren. Eine erfolgreiche Durchführung dieser Projekte stellt, neben den umfangreichen Anforderungen an alle Beteiligten in Bezug auf Planungen für Beschaffungen, Installation, Inbetriebnahme und Betrieb, auch hohe Erwartungen an eine durchgängige IT-Unterstützung. Innerhalb des vorliegenden Beitrags soll ein entsprechendes Konzept vorgestellt werden, welches diese Erwartungen über alle Lebensphasen eines Offshore-Windparks ermöglicht. Durch eine phasenübergreifende Betrachtung soll eine integrierte*

9. Gemeinsames Kolloquium Konstruktionstechnik

KT-KOLLOQUIUM

Bereitstellung aller relevanten Informationen für die Folgephasen, aber auch ein entsprechendes Frontloading von Wissen aus den Betriebs- und Rückbau-Phasen zurück in die Planungsphasen erleichtert werden.

Stichwörter: Informationstechnische Aspekte der Produktentwicklung, Windkraftanlagen

Consistent IT support for the life cycle phases of offshore wind turbines

Abstract: *The increased ecological damage and climate changes, produced by processes of energy conversions, require a reduction of harmful emissions. The generation of renewable energy by using offshore wind powers one of the future key concepts. Offshore huge wind resources and wind speeds are available. Conditions on the Sea necessitate the consideration of new requirements, not known in the onshore wind power technologies before. The successful realization requires a high potential, general IT support during complete life cycle of offshore wind parks. All relevant information has to be available for all phases. Within this article a concept for an integrated life cycle management will be introduced. The concept focused on frontloading of information from subsequent phases into earlier phases of lifecycle to participate on the experiences for better future project planning.*

Keywords: aspects of information technologies in product development, wind energy

FRANK BEIER, THOMAS MAIER

Analog, digital, virtuell – Der hybride Designprozess in der kooperativen Entwicklung maritimer Produkte

Inhalt: *In diesem Beitrag wird am Beispiel einer kooperativen Produktentwicklung (Voith Radial Propeller) die Integration digitaler Hilfsmittel im Designprozess beschrieben und methodisch hinterfragt. Die Erörterung und Ermittlung der Stärken und Schwächen erfolgt dabei aus der Sicht des Technischen Designs mit speziellem Fokus auf die frühen Entwicklungsphasen. Als Ansatz kommt hier auch das Kommunikationsmodell nach Shannon und das Informationsmodell von Gitt zu tragen, an deren Beispielen im dritten Teil des Beitrags das Konzept einer optimierten und integrierten innovativen Designmethode vorgestellt wird. Am Ende dieses Beitrags wird ein Ausblick auf die optimierte Designentwicklung mit Hilfe des hybriden Designprozesses dargestellt.*

Stichwörter: Designmethodik, Produktentwicklung, digitale Medien, hybrider Designprozess

Analog, digital, virtual - The hybrid design process in the cooperative development of maritime products

Abstract: *In this article, the integration of digital media within the designing procedure is described and analysed on the basis of a cooperative product development (Voith Radial Propeller). This regard bases on the aspects of industrial design engineering and with a special view on the early development steps. The models of communication (Shannon) and information (Gitt) are presented in the third part of this article in context with the innovative concept of an optimized and integrated industrial design methodology. At the end of this article, a vision on the hybrid designing procedure is presented.*

Keywords: *Industrial design methodology, product development, digital media, hybrid designing procedure*

INES BARZ, FRANK ENGELMANN

Die effektive Behandlung großflächiger thermischer Verletzungen – eine medizinisch-technische und wirtschaftliche Herausforderung

Inhalt: *Durch kontinuierliche Weiterentwicklung in der modernen Verbrennungschirurgie konnte die Überlebensprognose für Schwerbrandverletzte deutlich verbessert werden. Wesentlich ist dabei das Konzept der frühen Entfernung der zerstörten Hautpartien (Nekrektomie) und der anschließenden Defektdeckung. Trotz intensiver Forschungen auf dem Gebiet des Tissue Engineering stellt der Einsatz autologer Hauttransplantate nach wie vor die beste Behandlungsmethode dar. Bei großflächigen thermischen Verletzungen stehen dafür jedoch nicht ausreichend große Spenderareale zur Verfügung. Im zu bearbeitenden Forschungsprojekt soll daher eine Technologie erarbeitet werden, die das Hauptproblem der chirurgischen Behandlung von Schwerbrandverletzten, den Mangel an autologer Spenderhaut, durch die Herstellung von autologen Transplantaten aus Mikrogewebspartikeln, löst.*

Stichwörter: *Hauttransplantation, Verbrennungsbehandlung*

The effective treatment of large-scale thermal injuries - a medical-technical and economic challenge

Abstract: *Through the continual further development of modern burn surgery the probability of survival for patients with extensive burn injuries have been clearly improved. In this context the concept of early excision and following wound closure is very important. In spite of intensive research in the field of tissue engineering, the application of autologous skin grafts is still the best method of burn treatment. In the cases of extensive burns sufficient donor areas are not available. In the present research project technologies are to be developed, which could solve the main problem of surgical burn treatment, the lack of autologous donor skin, through the production of autologous micro particle transplants.*

Keywords: *skin transplantation, burn treatment*

FABIAN KLINK, KEVIN KUHLMANN, JOACHIM DÖRING, CORNELIA HAHNE, ULRICH VORWERK

Entwicklung und Herstellung künstlicher Felsenbeinpräparate mittels Rapid-Prototyping Verfahren für die Optimierung von Cochlea-Implantat Operationen

Inhalt: *Cochlea-Implantat Operationen bei hochgradig schwerhörigen und tauben Patienten stellen Chirurgen regelmäßig vor großen medizinischen Herausforderungen. Um auf mögliche Komplikationen routiniert und schnell reagieren zu können, ist es unerlässlich die Operationen detailgetreu und genau zu planen. Derzeit verwendete Leichenpräparate der Innenohrstrukturen sind nur in einem begrenzten Umfang vorhanden. Die Entwicklung und Herstellung von individuell auf den Patienten adaptierten Operationsmodellen ist deshalb für die Operationsvorbereitung und die Ausbildung dringend notwendig.*

Neue Rapid-Prototyping Fertigungsprozesse und Hochauflösende Computertomographleanlagen für die Fertigung künstlicher Innenohrstrukturen bieten dafür die Forschungsgrundlage.

Stichwörter: *Rapid Prototyping, Cochlear-Implantat Operationen, künstliche Innenohrstrukturen*

Development and manufacturing of artificial temporal bone preparations using rapid prototyping methods for the optimization of cochlear implant operations

Abstract: *Surgeons are continuously confronted with huge medical challenges while performing Cochlear implant surgeries on profoundly or completely deaf patients. It is therefore essential to plan the operations carefully and very detailed to be able to react quickly and experienced to occurring complications. Currently used compounds of the inner ear structure are taken from organ donors and thereby only available in a very limited amount. The development and manufacturing of personalized artificial models is absolutely essential for training and the preparation of the surgeries. The scientific basis for the manufacturing of artificial inner ear structures is given by new production processes in Rapid-Prototyping and high-resolution computer tomography systems.*

Keywords: *rapid prototyping, cochlea-implant surgery, artificial inner ear structures*

D. LEMMER, J. FELDHUSEN, S. WOLFART, K. HASELHUHN

Analyse dentaler Implantate ausgehend von natürlichen Zähnen unter Berücksichtigung der Konstruktionsmethodik im Allgemeinen und Leitstütz-Strukturen im Speziellen

Inhalt: *In der vorliegenden Arbeit werden anhand des Leitstütz-Strukturen-Modells mit Wirkflächenpaaren nach S. Matthiesen und des „C&CM“ nach A. Albers der natürliche Zahn als idealer Funktionsträger und jeweils ein gestecktes und ein geschraubtes Implantat-System gegenübergestellt und verglichen, um in einer folgenden Analyse Schwachstellen von neuartigen Implantat-Aufbauverbindungen aufzeigen zu können.*

Hierzu werden zunächst Aspekte der Funktion, der Kräfteinleitung durch die Okklusion mit dem bzw. den Antagonisten, der Struktur und des Aufbaus eines menschlichen Zahnes sowie seines sogenannten Zahnhalteapparates bis hin zum Knochen betrachtet und dabei die physikalischen Effekträger identifiziert. Ausgehend vom Gesamtkonzept des Produktes „menschlicher Zahn“ werden die wesentlichen Wirkflächenpaare und Wirkkonzepte aufgezeigt. Hierbei ist vor allem der Zahnhalteapparat, mittels dessen der Zahn in den Kiefer integriert ist, von Interesse, da hierdurch eine Druckbelastung auf den Zahn in eine Zugkraft auf den Knochen gewandelt wird. Diese Kraftwandlung ist aus biologischer Sicht notwendig, da der menschliche Knochen unterschiedlich auf Druck und Zug reagiert. Das Fehlen des Zahnhalteapparates hat wiederum Folgen für die Lebensdauer der Implantate, da hierbei eine wesentlich andere Form der Kraftweiterleitung stattfindet. Die Einleitung der Zug- und Druck-Kräfte auf den Knochen ist hier von entscheidender Bedeutung. Ausgehend vom System „natürlicher Zahn“ wird dann der „Implantat-Ersatz“ gegenübergestellt, wobei vor allem betrachtet wird, welche wesentlichen Unterschiede sich in der mechano-biologischen Reaktion der Knochenzellen auf die jeweiligen Belastungen ergeben.

9. Gemeinsames Kolloquium Konstruktionstechnik

KT-KOLLOQUIUM

Abschließend erfolgt die gegenüberstellende Analyse von jeweils einem gesteckten und einem geschraubten Implantat-System. Hierbei erfolgt die Untersuchung und Analyse ebenfalls nach dem Leitstütz-Strukturen-Modell, wobei vor allem die Kraftweiterleitung der Aufbauten in das Implantat untersucht wird.

Stichwörter: Konstruktionsmethodik, Dental, Implantologie, Leitstütz-Strukturen

Analysis of dental implants starting from natural teeth taking into account the construction methodology in general and guiding support structures in particular

Abstract: *The present study is based on the element model "Working Surface Pairs & Channel and Support Structures" by S. Matthiesen and the "C & CM" introduced by A. Albers. These Methods are applied to the natural tooth as a perfect office-holders, and both technical systems - a plugged and a screwed implant system. The results are compared within a following analysis to demonstrate weaknesses of novel implant-abutment connections.*

Therefore aspects of the force brace function caused by the occlusion with the antagonist are considered as well as the structure of a human tooth, and his periodontium to identify physical carrier effects. Based on the overall concept of the product "of human tooth," the essential concepts of active and effective surface pairs are shown. Especially the periodontium is of interest, as this converts a compressive load on the tooth into a tensile force to the bone. The power conversion is necessary from a biological point of view, since the human bone responds different/y to pressure and train. The absence of the gums in turn has consequences for the life of the implants, since this causes a much different form of power forward. The introduction of drag and pressure forces on the bone is of crucial importance. Starting from the system of "natural teeth" the "implant replacement" is faced, especially with regards is that significant differences occurred in the mechano-biological response of bone cells to the respective loads. Finally a plugged and screwed implant system are compared. Here, the investigation and analysis is done considering the C&CM, where most notably the power forward of the superstructure is studied in the implant.

Keywords: *engineering design methodology, dental, implantology, C&CM*

HANS-PETER PRÜFER

Strukturmechanische Untersuchungen zur Carapax-Verstärkung von Daphnia cucullata

Inhalt: *Bei Anwesenheit von Fressfeinden verteidigt sich der Helmwasserfloh D. cucullata, indem er bei der nächstmöglichen Häutung einen stärkeren Panzer entwickelt. Dieser so genannte Carapax ist eine zweischalige Struktur, bei der Außen- und Innenschale durch pfeilerartige Stützen verbunden sind. Zur Verstärkung werden Durchmesser und Länge der Pfeiler vergrößert. Die strukturmechanische Wirksamkeit dieser Maßnahme konnte an einem Ausschnitt des Carapax bereits in einem früheren Beitrag mit numerischen Methoden bestätigt werden. Mit einer verbesserten alternativen Modellierung werden diese Ergebnisse weiter validiert. Gleichzeitig soll durch die Verringerung des*

Rechenzeitbedarfs eine Betrachtung der Gesamt-Struktur mit Berücksichtigung zusätzlicher physikalischer Effekte, z. B. Strömungsmechanik, möglich werden.

Stichwörter: FEM, Schalen, Bionik, Modellbildung

Structural mechanical investigations of the carapax reinforcement of *Daphnia cucullata*

Abstract: *In the presence of predators, the waterflea *D. cucullata* shows a specific defense strategy. *D. cucullata* is covered with an armour, the so-called carapace, consisting of an inner and an outer shell connected by pillars which maintain the distance between the shells. The stability of the carapace is increased by lengthening and thickening the pillars. A higher resistance against crushing and puncturing is achieved. The effectiveness of this modification has been measured by means of an ultrasonic microscope. In a preceding paper we have confirmed these results by a finite element analysis. In this paper an alternative numerical model is presented, which gives further validations and allows for extended analyses including the modelling of a complete carapace.*

Keywords: FEM, shells, bionics, modelling

PHILIPP SEMBDNER, LICIANE S. BERTOL, CHRISTINE SCHOENE, RALPH STELZER

Methoden der virtuellen 3D-Rekonstruktion von Knochenstrukturen für die Modellierung individueller funktioneller Implantate

Inhalt: *Kontur- und steifigkeitsangepasste Implantate zur Überbrückung von Knochendefekten am Unterkiefer weisen durch ihre individuelle Anpassung Vorteile gegenüber den derzeit verwendeten Osteosyntheseplatten oder Vollkörperimplantaten auf. Oftmals lassen sich jedoch die zu rekonstruierenden Bereiche aufgrund von z.B. fortschreitendem Tumorwachstum nicht als 3D-Modell abbilden. Im Beitrag wird ein Ansatz zur rechnergestützten Rekonstruktion von äußeren Knochenstrukturen vorgestellt. Für die optimale Einheilung des Knochens ist es weiterhin notwendig, filigrane Strukturen nach Vorbild des natürlichen Knochenaufbaus in das Implantat einzubringen. Die Problematik, die sich aus der Generierung feinporöser Innenstrukturen bzw. deren Ausrichtung und Vereinigung mit der entstandenen Hüllgeometrie ergibt, wird im Beitrag umrissen. Schwerpunkte werden somit im Bereich der Entwicklung und Modellierung neuer Konstruktionsvarianten von konturtreuen, funktionellen Knochenimplantaten für das Direct Manufacturing gesetzt.*

Stichwörter: Individuelles Implantat, Direct Manufacturing, CAD, Biomechanik

Methods of virtual 3D reconstruction of bone structures for modeling individual functional implants

Abstract: *Contour- and stiffness-adapted implants for the reconstruction of the lower jaw bone show advantages compared to standard osteosynthesis plates or full-body implants. As a result of progressive tumor growth some areas of the mandible can not be represented as a 3D model. This article presents an approach for computer-aided reconstruction of the lacking external bone structures. For optimal healing of the bone it is still necessary to integrate filigree structures into the implant. The problem which*

arises from the generation of fine porous internal structures as well as their alignment and unification with the resulting bounding geometry is outlined in the article. Emphasis is set on the development and modeling of new design variants of customized functional bone implants suitable for direct manufacturing.

Keywords: Individual implant, Direct Manufacturing, CAD, Biomechanics

M. BECK, H. BINZ, M. BACHMANN

FEM-Untersuchung der Zahnfuß-Spannung an Beveloidzahnradern

Inhalt: Geradverzahnte Beveloidräder weisen gegenüber Stirnrädern eine deutlich erhöhte Zahnfuß-Nennspannung auf. Diese Erhöhung resultiert vorwiegend aus einer punktförmigen Berührung, da sich der tragende Stirnschnitt von Beveloidrädern im Vergleich zu Stirnrädern nur unwesentlich unterscheidet. Das Klaffen und damit die tragende Breite ergibt sich aus den Verzahnungshauptdaten, deshalb wurden Abhängigkeiten zur Berücksichtigung der Beveloidradeigenschaften für einen Tragfähigkeitsnachweis nach DIN 3990-3 für diesen Zahnradtyp untersucht.

Stichwörter: Beveloidrad, konisches Stirnrad, FEM, Tragfähigkeitsrechnung

FEM investigation of the tooth root stress on beveloid gears

Abstract: A straight teeth beveloid gear has a significantly increased tooth root stress. This increase results primary from a point of contact, since the transverse section of beveloid gears compared to spur gears differs only slightly. The gapping and thus the bearing width is determined by the main gearing data, therefore, dependencies for consideration the beveloid gear characteristics for calculating the load capacity according to German standard DIN 3990-3 for this gear type were examined.

Keywords: beveloid gear, conical spur gear, FEM, load capacity

FLORIAN NÜTZEL, BETTINA ALBER-LAUkant, MARTIN NEIDNICHt, CHRISTOPH WEHMANN,
FRANK RIEG

Die Korrelation von Modell- und Modellierungsparametern in der Kontaktanalyse bei Maschinenelementen

Inhalt: Das mechanisch nichtlineare Verhalten von Maschinenelementen im Kontakt kann sehr gut mittels der Finite-Elemente-Analyse (FEA) abgebildet werden. Mit Hilfe einer Dependency-Structure-Matrix (DSM) sollen die komplexen Wechselwirkungen und Abhängigkeiten der die FE-Kontaktanalyse beeinflussenden Parameter aus Modellbildung und Modellierung strukturiert werden. Dadurch ist es möglich, einzelne Einflussparameter zu isolieren und zu untersuchen. Am Beispiel einer Stirnradstufe wird die Abhängigkeit von FE-Diskretisierung und Kontaktbereich analysiert und anschließend bewertet.

Stichwörter: Finite-Elemente-Analyse, Kontaktberechnung, Dependency-Structure-Matrix

Correlation of model and modeling parameters in contact analysis of machine elements

Abstract: *The nonlinear mechanical behaviour of machine elements in contact can be very well mapped by using the finite element analysis (FEA). With the help of a dependency structure matrix (DSM), the complex interactions and dependencies of influencing modelling parameters within the FE contact analysis can be structured. So it is possible to isolate individual parameters of modeling to investigate dependencies. Here, an example of a spur is analyzed and evaluated with the focus on the dependency of FE discretization and contact area.*

Keywords: *Finite Element Analysis, Contact Calculation, Dependency Structure Matrix*

CHRISTIAN BRECHER, CHRISTOF GORGELS, CHRISTIAN CARL

Ermittlung und Analyse des dynamischen Einsatzverhaltens von Zahnrädern im Antriebsstrang mit Hilfe der Zahnkontaktanalyse

Inhalt: *Zahnradgetriebe kommen in vielen modernen Antriebssystemen zum Einsatz, die durch dynamisches Systemverhalten gekennzeichnet sind. Hierzu zählen beispielsweise Kraftfahrzeuge, Windenergieanlagen und Luftfahrtsysteme. Dabei treten häufig dynamische Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Systemteilen durch eine konstruktive Kopplung auf. Moderne Konstruktionstendenzen wie Leichtbau und Systemintegration tragen hierzu zunehmend bei. Aufgrund dessen gewinnt die dynamische Interaktion im Antriebsstrang zunehmend an Bedeutung. Dabei treten insbesondere Fragestellungen von verringerter Tragfähigkeit und erhöhter Geräuschentwicklung durch Zusatzbelastungen infolge dieser dynamischen Zusammenhänge in den Vordergrund. Ursache hierfür sind sowohl konstruktiv bedingte Resonanzerscheinungen als auch die damit in Wechselwirkung stehenden Anregungsmechanismen der einzelnen Funktionseinheiten und letztlich der hierzu eingesetzten Maschinenelemente.*

Aus diesem Grunde wird die Ermittlung und Vorhersage des dynamischen Verhaltens einer Verzahnung als zentrales Maschinenelement des Antriebsstrangs immer wichtiger. Dabei ist zu berücksichtigen, dass eine Zahnradstufe prinzipbedingt niemals anregungslos ausgelegt werden kann. Vielmehr ist es die Aufgabe des Konstrukteurs die Verzahnungsgeometrie möglichst anregungsarm zu gestalten und die Antriebsstrangkonstruktion so zu definieren, dass Resonanzen im verbleibenden Anregungs- und Betriebsbereich der Verzahnung vermieden werden. Ein etabliertes Konstruktionswerkzeug stellt hierzu die dynamische Systemsimulation mit Hilfe von MKS-Programmen dar. Die Abbildung des Eingriffsverhaltens der Verzahnungen kann dabei auf verschiedenen Detailebenen erfolgen. Häufig ist eine sehr genaue Betrachtung der mikrogeometrischen Kontaktverhältnisse und der daraus resultierenden Lastverteilung auf die einzelnen Zahnpaare erforderlich, da das dynamische Anregungsverhalten der Verzahnung hierdurch sehr stark beeinflusst wird. Am WZL wurde daher in den vergangenen Jahren ein Simulationswerkzeug in Form eines Kraftkoppel-elementes entwickelt, das es gestattet, das dynamische Anregungsverhalten von Verzahnungen auf Grundlage der realen Makro- und Mikrogeometrie im Antriebsstrang zu berechnen. Auf diese Weise wird es möglich, sowohl die Verzahnungsgeometrie als auch den Antriebsstrang möglichst anregungsarm zu gestalten.

In diesem Beitrag wird die Methode des Kraftkoppel-elementes hergeleitet und vorgestellt. Die praktische Anwendung wird anhand einer Prüfverzahnung dargestellt. Als Referenzantriebsstrang wird dabei ein

9. Gemeinsames Kolloquium Konstruktionstechnik

KT-KOLLOQUIUM

Komponentenprüfstand herangezogen, der seit einiger Zeit zur Anregungs- und Geräuschuntersuchung von Verzahnungen am WZL etabliert ist und alle Konstruktionselemente eines praxisnahen Antriebsstrangs beinhaltet. Die Berechnungsergebnisse zum Anregungsverhalten werden mit Prüfstandsuntersuchungen abgeglichen. Dadurch wird eine Einordnung der Gestaltung der Verzahnung hinsichtlich des dynamischen Verhaltens ermöglicht, sodass abhängig vom Betriebsbereich konstruktive Maßnahmen zur Optimierung des Anregungsverhaltens abgeleitet werden können. Der Beitrag wird mit einem Ausblick auf die gehörbezogene Anregungsanalyse und die Bewertung der dynamischen Bauteilbelastung abgeschlossen.

Stichwörter: Verzahnung, Realistische Geräusch- und Lastannahmen, Dynamik, Antriebsstrang, Systeme

Determination and analysis of the dynamic operational behaviour of gears in the drive train using tooth contact analysis

Abstract: *Modern drive trains require an increased system analysis and comprehension due to increased dynamic interactions and interdependencies. Construction tendencies like lightweight construction, electrification and high velocity application generate additional demand on analysing, determining and avoiding critical dynamic operating conditions. Thus, tools must be provided for the construction and engineering of modern drive trains that allow determining and evaluating the dynamic system interaction. Since gear transmissions still play an important role in modern drive trains, there is a high demand for a tool to analyse and evaluate its dynamic behaviour in order to avoid inadmissible high noise generation and loads. Therefore, a force coupling element has been developed at the WZL since years that allows simulating the dynamic excitation of general gear transmissions in the dynamic MES. This element is based on a highly detailed tooth contact analysis using FEM. In this report the underlying method is presented. Furthermore, a comparison between experimental and simulation results show the validation of this method. The report is concluded by an outlook on the perception related evaluation of gear excitation and on the realistic analysis of the dynamic load situation.*

Keywords: Gear Design, Realistic Noise and Load Assumptions, Dynamics, Drive Train, Systems

CHRISTIAN BRECHER, FRITZ KLOCKE, CHRISTOF GORGELS, ARIO HARDJOSUWITO

Steigerung der Wirtschaftlichkeit beim Kegelradfräsen durch simulationsbasierte Standzeitoptimierung

Inhalt: *Für die drehsteife Leistungsübertragung in Winkelgetrieben werden überwiegend Kegelräder verwendet. Kegelräder finden u.a. Anwendung in Hinterachsgetrieben von Automobilen, in Helikoptern, in Schiffsgetriebenen und in Industriegetriebenen. Die Fertigung der Kegelräder wird standardmäßig auf speziellen Kegelradfräsmaschinen mit sechs CNC-Achsen durchgeführt. Aufgrund der komplexen Zusammenhänge des Fertigungsprozesses ist das Kegelradfräsen nicht ohne weiteres analytisch beschreibbar. Vor allem beim Wälzprozess zur Ritzelfertigung wird eine Analyse der Fertigung und daraus ein Ableiten der Belastungen, des Verschleiß- und Standzeitverhaltens der Werkzeuge auf analytischem Wege nahezu unmöglich. Aufgrund des nicht vorhersagbaren Verschleißverhaltens der*

9. Gemeinsames Kolloquium Konstruktionstechnik

KT-KOLLOQUIUM

Werkzeuge kommt es beim Kegelradfräsen immer wieder zu ungeplanten Produktionsunterbrechungen in Form von Werkzeugwechseln, welche mit hohen Zusatzkosten verbunden sind. Wegen des Mangels an Möglichkeiten für simulationsbasierte Analysen zur Optimierung des Verschleiß- und Standzeitverhaltens erfolgt die Prozessauslegung im Vorfeld der Produktion in Realversuchen iterativ (Trial-and-Error). Dies ist ebenfalls mit hohen Zusatzkosten verbunden. Für eine simulative Analyse des Verschleißverhaltens und einer Standzeitoptimierung ist es unumgänglich, den Fertigungsprozess mit seiner Kinematik sowie den Werkzeug- und Werkstückgeometrien abzubilden und hieraus Zerspankenngrößen zur Verschleißanalyse zu berechnen. Im Rahmen dieses Berichtes wird gezeigt, dass es möglich ist mittels einer Verschleißkenngröße, welche aus einer Fertigungssimulation berechnet wird, lokale Verschleißmaxima zu identifizieren und basierend auf einem qualitativen Vergleich die Standzeit zu optimieren. Die Simulation bietet somit erstmals die Möglichkeit den Fertigungsprozess des KegelradfräSENS detailliert hinsichtlich des Werkzeugverschleißes zu analysieren. Hierdurch können die vom Konstrukteur ausgelegten Verzahnungen hinsichtlich der Herstellbarkeit und Wirtschaftlichkeit zum Zeitpunkt der Produktentwicklung vor dem Produktionsbeginn bewertet und gegebenenfalls optimiert werden. Die präsentierten Ergebnisse fließen in ein Standzeitmodell zum Kegelradfräsen ein, welches im Rahmen eines DFG-Projektes entwickelt wird.

Stichwörter: *Fertigungssimulation, Verschleißanalyse, Standzeitoptimierung*

Increased efficiency in bevel gear milling through simulation-based tool life optimization

Abstract: *The transmission of torque and speed from one axle to an orthogonal axle can be realised by bevel gears. Bevel gears are applied in helicopters, in marine, in rear axles of automobiles and industrial drives. The manufacturing of bevel gears is generally performed in a complex CNC cutting process. Due to unpredictable tool wear in bevel gear cutting, unexpected production stops for tool changes occur. This leads to additional manufacturing costs, because of its complexity. It is currently not possible to analyse the bevel gear cutting process sufficiently. So the design of the cutting process happens iteratively in order to find the best process parameters for a high productivity and optimal tool wear. Thus, an exact knowledge of the tool wear behaviour is necessary. Hence, a manufacturing simulation for bevel gear cutting has been developed at WZL. This simulation enables a detailed analysis of the process and consequently of the tool wear. Within this report a new approach for the tool wear analysis is presented. The calculable new characteristic value enables a simulation-based tool wear optimization for the first time. Thus an evaluation of the cutting process by the engineer is possible before production start. All the presented investigations are to be considered in a simulation-based tool life prediction model which will be developed within a project funded by the German Research Foundation (DFG).*

Keywords: *Manufacturing Simulation, Tool Wear Analysis, Tool Life Optimization*

JULIA HORNIG, UWE KLAUSMEYER, KARL-HEINRICH GROTE

Neuartige Werkstoffe für innovative Konstruktionen explosionsgeschützter Produkte

9. Gemeinsames Kolloquium Konstruktionstechnik

KT-KOLLOQUIUM

Inhalt: Sollen Geräte in explosionsgefährdeten Bereichen eingesetzt werden, müssen sie insbesondere eine Bedingung erfüllen: Sie müssen so konstruiert sein, dass unter keinen Umständen die sie umgebende Atmosphäre entzündet werden kann. Eine mögliche Schutzmaßnahme ist die Konstruktion dieser Geräte gemäß der Anforderungen der Zündschutzart „Druckfeste Kapselung“. Hierbei darf im Inneren des Gehäuses eine Explosion stattfinden, sie darf jedoch weder nach außen dringen noch das Gehäuse zerstören. Für wirtschaftlichere Konstruktionen druckfest gekapselter Gehäuse wurde ein neuartiges Konzept der Druckentlastung entwickelt. Hierbei werden die infolge einer im Gehäuse stattfindenden Explosion entstehenden Explosionsdrücke durch die Integration von hochpermeablen Materialien in die Gehäusewände so reduziert, dass es möglich wird, die Gehäuse schlanker zu konstruieren.

Stichwörter: Explosionsschutz, Druckfeste Kapselung, Druckentlastung, Gehäusekonstruktion, Werkstoff

Novel materials for innovative designs of explosion-protected products

Abstract: Electrical equipment for use in surroundings with explosion hazards can be constructed in the type of protection “flameproof enclosure”. In the case of failure, these enclosures have to withstand the emerging explosion pressure and must therefore be constructed with an enormous material effort. To implement more efficient enclosure constructions, it is planned to integrate new, permeable materials as part of the enclosure to reduce the maximum explosion pressures. In this work the ability of different permeable materials to relieve explosion-incurred pressure and some general engineering guidelines for this new concept of venting will be presented.

Keywords: explosion protection, flameproof enclosure, flameless venting, engineering, construction material

KEVIN KUHLMANN, FABIAN KLINK

Entwicklung und Erprobung eines neuen Prozessablaufs für den Feinguss

Inhalt: Der Druck auf die Industrie, in kürzester Zeit neue, qualitativ hochwertige Produkte auf den Markt zu bringen, wächst stetig. Der Feinguss (Wachsausschmelzverfahren) ist ein bekanntes und etabliertes Verfahren zur Herstellung von funktionsfähigen Prototypen oder Kleinst- und Kleinserien aus Aluminiumlegierungen. Es überzeugt mit hoher Maßgenauigkeit und Oberflächengüte. Jedoch ist die Prozesskette, vom CAD-Modell bis zum fertigen Gussteil, mit 16 Prozessschritten aufwendig und die Produktionszeit lang, da viel in Handarbeit erfolgt. Des Weiteren werden Gussfehler oft erst am Ende der Prozesskette bei der mechanischen Nachbearbeitung erkannt. Entwicklungsziel ist eine verkürzte Prozesskette zur Herstellung des Ausschmelzmodells auf Basis der generativen Fertigungsverfahren (3D-Printing). Aufgrund der geforderten guten Oberflächeneigenschaften und der hohen Maßhaltigkeit der Bauteile wird dazu das Polyjet-Verfahren genutzt. Außerdem sollen durch den Einsatz des Kompaktformverfahrens an Stelle des Schalenformverfahrens zusätzlich Zeit und Kosten, besonders bei geringen Stückzahlen, eingespart werden.

Stichwörter: Feinguss, Rapid Prototyping, Prozesskette, Prozessoptimierung, Kostenreduktion

Development and testing of a new process sequence for investment casting

Abstract: *The pressure on the industry bringing new high quality products on the market in very short time is growing steadily. The investment casting is a well-known and established method for the production of functional prototypes or small series of aluminum alloys. This convinces with high dimensional accuracy and surface quality. However, the process chain, from the CAD model to a finished component, is a complicated process with 16 steps, a long production time and related to a lot of manual work. Furthermore casting defects are often detected only at the end of the process chain at the mechanical finishing. Development target is a shortened process chain for the production of the lost models based on the generative manufacturing method (3D printing). The Polyjet process is used because of the required good surface properties and high dimensional accuracy of components. In addition to save time and costs, particularly in small numbers, the compactform procedure instead of the shellmolding process is used.*

Keywords: *Investment Casting, Rapid Prototyping, Processchain, process improvement, cost reduction*

SUSANNE NASS, REINER ANDERL

Auswahl und Bewertung zukünftiger Entwicklungspartnerschaften

Inhalt: *Zwischenbetriebliche Kooperationen im Bereich der Produktentwicklung gewinnen aufgrund der steigenden Komplexität innovativer Produkte immer mehr an Bedeutung. Diese Art der Zusammenarbeit, die als Entwicklungspartnerschaft definiert wird, stellt die Unternehmen vor neue Herausforderungen. Oft entscheidet daher bereits die Auswahl des Partners über den Erfolg der Kooperation. Der Beitrag stellt den Entwicklungspartner als Form der gemeinsamen Produktentwicklung im Kontext der gängigen Kooperationsmodelle sowie Ansätze zur Auswahl zukünftiger Entwicklungspartner vor.*

Stichwörter: *Entwicklungspartner (auswählen), Kooperationsplanung, Produktentwicklung*

Selection and evaluation of future development partnerships

Abstract: *Inter-firm cooperation in product development gain in importance because of increasing complexity of innovative products. But such a collaboration, hereinafter referred to as a „development partnership“, issues a new challenge to these companies. Because of that the recruiting of the partners can often determine the prospective success of cooperation. This paper presents the development partners as a form of joint product development in the context of current models of cooperation. Afterwards an approach for recruiting future development partner will be presented.*

Keywords: *development partner (recruiting), strategy of cooperation, product development*

SVEN KUTZNER, NORBERT ELKMANN, HEIKO ALTHOFF, JOSÈ SAENZ, THOMAS STÜRZE,
CHRISTOPH WALTER, ERIK SCHULENBURG

Entwicklung von Robotersystemen zur Steigerung der Effizienz und Wirtschaftlichkeit von Abwasserkanälen durch Inspektion und Wartung im laufenden Betrieb

Inhalt: Im Rahmen des Umbaus des Emscher-Abwassersystems wird bis 2017 ein Schmutzwassersammler geplant und gebaut. Der Kanal hat eine Länge von ca. 51km bei Rohrdurchmessern von DN1600 bis DN2800 und eine Tiefenlage von 5,0 m bis 40,0 m. In dem Kanal werden auch bei Trockenwetter permanent hohe Wassermengen abgeleitet. Die maximalen Haltungslängen betragen ca. 600 m. Aus Gründen der Wirtschaftlichkeit hat die Emscher beschlossen, für den Bau des Abwasserkanals Emscher beschlossen, über weite Strecken eine einzügige Freispiegelleitung zu realisieren. Aufgrund der permanenten Teilfüllung kann der Abwasserkanal Emscher nicht mit herkömmlichen Inspektionsmethoden wie Begehung bzw. TV-Inspektion untersucht werden. Mit den im Rahmen des Projektes entwickelten Inspektions- und Reinigungsrobotern kann auf eine Begehung des Kanals grundsätzlich verzichtet sowie eine objektive Bewertung des Kanalzustandes und eine hochauflösende Vermessung von Schadensbildern garantiert werden. Die neu entwickelten Roboter zur Inspektion und Reinigung für den Abwasserkanal Emscher erreichen eine weltweit einmalige hohe Qualität in der Inspektion und Reinigung. Mechatronische Positioniersysteme stellen die Basis für die Datenaufnahme dar. Zur Vorinspektion kommt dabei ein schwimmendes Trägersystem zum Einsatz, für die hochgenaue Vermessung und Reinigung werden radgetriebene Systeme mit robusten Kinematiken zur Führung der Sensoren und Werkzeugen durch den Kanal verwendet.

Stichwörter: Kanalinspektion, Abwasserkanal, Roboter, Trägersysteme, Kanalreinigung

Development of robot systems to increase the efficiency and economy of sewers by inspection and maintenance during operation

Abstract: In the course of the Emscher sewer system reconstruction process, a system for collecting wastewater is planned and built until 2017. With a length of about 51 km, the sewer will have pipe diameters between 1600 and 2800 mm at depths of 5 to 40 m. Even during dry weather, it will permanently drain off large amounts of water. The maximum distance between the shafts is about 600 m. For economic reasons, the Emschergenossenschaft decided to realize the Emscher sewer system for long distances as a singleduct gravity pipeline. Due to its permanent filling level, the Emscher sewer system cannot be inspected using conventional methods such as walk-through or TV inspection. The inspection and cleaning robots developed in the course of the project generally render a walk-through inspection unnecessary and guarantee an objective evaluation of the sewer condition as well as a highly resolved measurement of damage. The newly developed robots for inspecting and cleaning the Emscher sewer system achieve a high quality that is worldwide unparalleled for damage detection and cleaning. Mechatronic positioning systems represent the basis for data acquisition. Pre-inspection is realized by a floating carrier system, and wheel-driven systems with resistant kinematics for guiding sensors and tools through the pipe are employed for a highly precise measurement and cleaning.

Keywords: sewer inspection, sewer, robot, carrier system

Integriertes Oil-Condition Monitoring für Produktionsmaschinen im globalen Weltmarkt

***Inhalt:** Heute werden große Produktionsmaschinen mit komplexen Überwachungssystemen ausgestattet, um die Serviceintervalle zu verlängern, die lokale Servicequalität sicherzustellen und um einen Schadensbeginn rechtzeitig zu melden. Meist sind diese Maschinen mit einem automatischen Ölumlaufschmiersystem ausgestattet. Die Kenntnis über den aktuellen Ölzustand ist funktionsnotwendig. In diesem Beitrag wird über den Stand der Technik berichtet, welche Online-Sensoren heute verfügbar sind, um kontinuierlich den Schmierölzustand zu messen. Die Online-Sensoren für die Messung von Fremdpartikeln und dem Wassergehalt im Umlauföl werden ausführlicher vorgestellt. Die Versuche im industriellen Einsatz zeigen deutlich, dass sich derzeit die Verschmutzung und der Wassergehalt im Öl noch nicht in labormäßig exakten Größenordnungen, jedoch zuverlässig als Trend messen lassen, welches für die Überwachung der hochwertigen Maschinen ausreicht und zum Auslösen von Service-Alarmen geeignet ist.*

***Stichwörter:** Maschinenzustandsüberwachung, Produktionsmaschinen, Serviceintervall, Ölumlaufschmierung, Online-Sensoren, Wassergehalt im Öl, Wassersättigung, Partikelkonzentration*

Integrated oil condition monitoring for production machines in the global world market

***Abstract:** Today all big production machines are equipped with complex online conditioning monitoring systems to enlarge the service intervals and to detect a coming damage ahead of the fatal exit. In most of the times these machines own an automatic oil lubrication system. The knowledge about the actual oil condition is essential. This paper informs about the state of the art of commercial oil monitoring sensors. The sensors detecting solid particles and water content in the circulating oil are discussed in more detail. The tests in a production facility proofed that up to now the pollution of the oil cannot be measured in absolute correct numbers but can be monitored as a precise trend which is correct enough to set off service alarms.*

***Keywords:** online condition monitoring, oil circulating system, online sensors, water content in oil, particle concentration*

CHRISTIAN BRECHER, CHRISTOF GORGELS, TOBIAS RÖTHLINGSHÖFER, JANNIK HENSER

Berücksichtigung von Fertigungseinflüssen bei der Auslegung von Beveloidzahnradern

***Inhalt:** Beveloidräder, auch konische Stirnräder oder Beveloids genannt, gewinnen in der industriellen Praxis immer mehr an Bedeutung. Sie werden bereits seit Jahren im Schiffsgetriebebau verwendet und finden augenblicklich auch Einzug in den Automobilbau. Beveloidverzahnungen können bei parallelen, sich kreuzenden oder sich schneidenden Achsen eingesetzt werden. Bei der Auslegung von Beveloidverzahnungen existiert derzeit kaum Erfahrung in den Bereichen der Auslegung und Fertigung. In vielen Fällen führt das Fehlen von gesicherten Kennwerten und Berechnungsverfahren zu Fehlern in*

der Auslegung oder zu Missverständnissen zwischen der Konstruktions- und der Fertigungsabteilung und somit zu einem ungewünschten Einsatzverhalten des Beveloidzahnrades im Getriebe. Deshalb werden am WZL die vorhandenen Werkzeuge zur Beurteilung des Einsatzverhaltens von Beveloids durch eine Simulation des Wälzschleifens von Beveloids und eine allgemeine Zahnkontaktanalyse ergänzt. Mit der Schleifsimulation werden die resultierenden Geometrien, respektive verfahrensbedingter Fertigungsabweichungen errechnet und deren Einsatzverhalten anschließend in der Zahnkontaktanalyse ermittelt. Somit werden die verfahrensbedingten Fertigungsabweichungen bereits im Auslegungsprozess berücksichtigt, wodurch das Risiko von Missverständnissen zwischen der Konstruktionsabteilung und der Fertigungsabteilung verringert wird. In diesem Bericht werden die Fertigungssimulation GearGenerator und die Zahnkontaktanalysesoftware ZaKo3D exemplarisch an einer Beveloidverzahnung angewandt. Dabei wird der Fokus auf die Berücksichtigung fertigungsbedingter Abweichungen sowie die Gefahr der fehlerhaften Auslegung und Montage von Beveloidverzahnungen gelegt. Es wird gezeigt, wie diese Fehlerquellen mit den vorgestellten Berechnungswerkzeugen vermieden werden.

Stichwörter: *Beveloid, Auslegung, Fertigungssimulation, Zahnkontaktanalyse*

Consideration of manufacturing influences in the design of beveloid gears

Abstract: *A particular gear type which becomes more and more important is the beveloid gear, also known as conical gear. For example it is used in marine applications since many years. In the last years the use of beveloids in the automotive sector has been increased. Beveloid gears can be mounted with intersecting, parallel and skew shafts. The experience in designing and manufacturing of beveloid gears is not as extensive as for spur or helical years. In many cases missing guide lines and analysis tools lead to mistakes during the gear design process and to misunderstandings between the design and manufacturing department. This results in an unwanted running behaviour. Therefore at the WZL the existing tools for the evaluation of beveloid gear behaviour are supplemented by a continuous grinding simulation of beveloid years and a general tooth contact analysis. The gear geometry is simulated by the generating grinding software GearGenerator, including manufacturing induced deviations. After this the gear geometry is analyzed by using the 3D tooth contact analysis software ZaKo3D. So the manufacturing induced deviations are already considered in the manufacturing process which reduces the risk for misunderstandings between the design and the manufacturing department. In this report the manufacturing simulation and the tooth contact analysis software are applied on a beveloid gear. The focus is on the consideration of manufacturing induced deviations and on the risk of mistakes in the design process of beveloid gears. It is shown how the software tools can be used to avoid these mistakes.*

Keywords: *Beveloid, Design, Manufacturing Simulation, Tooth Contact Analysis*

DIPL.-ING. ENRICO KLOß

Experimentelle Untersuchungen zum maximal übertragbaren Drehmoment von hydraulischen Spannelementen in Verwendung als reibschlüssige Welle-Nabe-Verbindung

Inhalt: *Inhalt dieses Beitrags ist die experimentelle Erprobung von hydraulischen Spannelementen. Untersucht wird das maximal übertragbare Drehmoment von Hohlmantelspannbuchsen. Hierfür wurde ein Versuchsstandkonzept umgesetzt, welches auf der Verwendung von synchronisierten Hydraulikzylindern basiert. Auf diesem Teststand wurden bereits eine Reihe von Prototypen erprobt. Ergebnisse dieser Versuchsreihen werden hier dokumentiert und bilden den Grundstein für die Weiterentwicklung von hydraulischen Spannelementen.*

Stichwörter: *Versuchsstand, Hydraulik, Hohlmantelspannbuchse, Spannelement*

Experimental investigations on the maximum transmittable torque of hydraulic clamping elements in use as friction-locked shaft-hub-connection

Abstract: *Experimental testing of hydraulic shaft bushings is the topic of this paper. The top transmitted torque of those machine elements has been investigated. The concept of the test rig bases on the use of synchronized hydraulic cylinders. First tests with several prototypes led to results documented in this paper. They will become the foundation for further development of hydraulic clamping elements.*

Keywords: *test rig, hydraulics, shaft bushing, clamping element*

MARTIN NEIDNIGHT, FLORIAN NÜTZEL, FRANK RIEG

Isolation der Verformungseffekte in Ritzwellen: Durchbiegung, Torsion und Zahn deformation

Inhalt: *In der Praxis sind technische Bauteile häufig komplexen Belastungsszenarien mit überlagerten Beanspruchungen ausgesetzt, die sich in einer superponierten Beuteilreaktion niederschlagen. Am Beispiel von Ritzwellen, die insbesondere im Windenergieumfeld enormen mechanischen Belastungen ausgesetzt sind, wird im vorliegenden Beitrag ein Verfahren hergeleitet, welches zur Auflösung der resultierenden Einzeleffekte Durchbiegung, Torsion und Zahn deformation dient. Diese Synthese der Deformationsanteile wird durch sukzessive aufeinander aufbauende Modellierungen von Finite-Elemente-Analysen (FEA) sowie durch konsequente Anwendung des Superpositionsprinzips erreicht. Sie kann in der Folge beispielsweise zu einer Zahnkontaktdefinition mit verbesserter Genauigkeit genutzt werden. Die vorgestellte Vorgehensweise wurde mit dem FEA-Programm Z88 Aurora durchgeführt und soll im Rahmen eines Forschungsvorhabens der Forschungsvereinigung Antriebstechnik (FVA) systematisch zur Anwendung gebracht werden.*

Stichwörter: *Ritzwelle, Windkraftgetriebe, Finite-Elemente-Analyse, komplexe Belastung, Zahnkontakt*

Isolation of the deformation effects in pinion shafts: Deflection, torsion and tooth deformation

Abstract: *In practice, often technical components are exposed to complex stress scenarios with superimposed loads, which are reflected by combined reactions, too. Using the example of the pinion shaft, which is charged especially in the wind energy environment with enormous mechanical stresses, in this paper a method is derived, which is used to resolve the resulting individual effects deflection,*

torsion and tooth deformation. This synthesis of the deformation components is achieved by successive modeling of finite element analysis (FEA) and rigorous application of the superposition principle. The results can then be used for example to define a tooth contact with improved accuracy. The presented procedure was performed using the FEA program and Z88 Aurora and will be systematically applied as a part of a research project of the German Research Association for Drive technology (FVA).

Keywords: Ritzelwelle, Windkraftgetriebe, Finite-Elemente-Analyse, komplexe Belastung, Zahnkontakt

STEFFEN BARTKE, CHRISTIAN KLIEWE

3D-Verstärkung von Schiffspropellern in Carbon-Faser- Verbundbauweise durch Z-Pins

Inhalt: Dieser Beitrag befasst sich mit der 3D-Verstärkung von FKV-Schiffspropellern mit stiftförmigen Elementen in Dickenrichtung (Z-Pins). Die Auswirkungen dieser Verstärkungsart auf die In-plane-Eigenschaften wie auch auf die interlaminaire Festigkeit werden dargestellt. Für unterschiedliche Pin-Konfigurationen (Durchmesser, Abstand) wurden die mechanischen Eigenschaften von Z-Pin verstärkten Laminaten untersucht. Die für die Auslegung des Propellers relevante Biege- und Schubsteifigkeit ist im Dreipunkt-Biegeversuch bzw. Plate-Twist-Versuch bestimmt werden. Der Einfluss der Pinverstärkung auf das Risswachstum nach Erstscha-den wurde für Mode I (Rissöffnung) und Mode II (Risslängsscherung) ermittelt. Die Ergebnisse zeigen, dass die Z-Pin-Verstärkung eine vielversprechende Technologie zur Verbesserung der Schadenstoleranz von CFK-Propellern darstellt.

Stichwörter: Propeller, FKV, Z-Pin, Schadenstoleranz

3D-reinforcement of ship propellers in carbon-fibre composite construction by Z-pins

Abstract: This article deals with the 3D-FRP reinforcement of ship propellers with pin-like elements in the thickness direction (Z-pins). The effects of this kind of reinforcement on the in-plane-properties as well as on the interlaminar strength are shown. The mechanical properties of Z-pin reinforced laminates were investigated for different pin configurations (diameter, distance). The bending- and shear-modulus, which are relevant for the design of the propeller, were determined in three-point-bending- and plate-twist-test. The influence of Z-pin-reinforcement on crack growth after first loss was determined for mode I (crack opening) and Mode II (shear). The results show, that Z-pin-reinforcement is a promising technology to improve the damage tolerance of carbon fiber propellers.

Keywords: propeller, FRP, Z-pin, damage tolerance

CARSTEN BÖHME, KLAUS BRÖKEL

Ansätze zur Simulation der Vorgänge in einer Wirbelschicht zur Ermittlung der mechanischen und thermischen Lasten als Grundlage für die Konstruktion Stationärer Wirbelschichtfeuerungsanlagen kleiner Leistung

9. Gemeinsames Kolloquium Konstruktionstechnik

KT-KOLLOQUIUM

Inhalt: Die Forschung zur Simulation von Wirbelschichten beschäftigt sich regelmäßig mit der Beschreibung aus Sicht der Verfahrenstechnik, zielt also auf das Verständnis des Verbrennungs- oder Verarbeitungsprozesses. Für die Konstruktion der im Projekt VESTA weiterentwickelten stationären Wirbelschichtfeuerungsanlage kleiner Leistung sind hingegen die durch den Prozess am Wirbelschichtreaktor hervorgerufenen thermischen und mechanischen Beanspruchungen von Interesse. Der Beitrag gibt einen Überblick zum Stand der Technik in der Simulation von Zweiphasenströmungen, entwickelt an Annahmen zu Lasten und Randbedingungen im Wirbelschichtreaktor und stellt die eigenen Ansätze zur vereinfachten, konstruktionsgerechten Simulation in Pro/MECHANICA vor.

Stichwörter: Wirbelschichtfeuerung, thermische Belastung, mechanische Belastung, VESTA

Approaches for the simulation of processes in a fluidized bed to determine the mechanical and thermal loads as a basis for the design of stationary fluidized bed combustion plants with low power output

Abstract: Research on the simulation of fluidized beds regularly uses an internal approach, i.e. will focus on understanding the fluidized bed process itself. In contrast, engineering of the fluidized bed combustion plant developed in project VESTA requires knowledge of thermal and mechanical stress induced by the process on the reactor vessel. The paper will give an overview on the simulation of two-phase-flow, develop assumptions on loads and boundary conditions in a fluidized bed reactor and show the principle of a simplified, design-oriented simulation in Pro/MECHANICA.

Keywords: fluidized bed combustion, thermal load, mechanical load, VESTA

JANA HADLER, KLAUS BRÖKEL

Einsatzmöglichkeiten und Wirtschaftlichkeit mobiler Energiewandler

Inhalt: Das großskalige Modell einer Kleinwasserkraftanlage (Free Stream Energy Converter — FSEC) aus dem Forschungsprojekt HYLOW ist fertiggestellt und bereits in einem Flora-Fauna-Habitat der Warnow getestet werden. Das Schwimmverhalten des FSEC wurde zuvor mit Hilfe von Zugversuchen in tiefen und freien Gewässern der Umgebung analysiert. Bisher beschränkt auf technische und ökologische Experimente, ist die Entwicklung der Kostenseite auch im Hinblick auf die ehrgeizigen Ziele unserer Bundesregierung (Energiekonzept 2050) einer tiefergehenden Betrachtung wert. Verdeutlicht werden die Amortisationsdauer und Investitionsmöglichkeiten einer solchen Anlage in verschiedenen Regionen in Abhängigkeit aktueller Einspeisevergütungen.

Stichwörter: Kleinwasserkraft, niedrige Fallhöhen, Wirtschaftlichkeit

Possible applications and economic efficiency of mobile energy converters

Abstract: The Large Scale Model of a Free Stream Energy Converter (FSEC) has been built and already tested in an FFH. Previously, the floating stability through towing tests in deep waters was already analysed. Until today only the technical and ecological parts were considered. Now it depends on the

9. Gemeinsames Kolloquium Konstruktionstechnik

KT-KOLLOQUIUM

economic aspects, especially in the association with the objectives of the German Government regarding the Energy Concept 2050.

Keywords: *Small hydropower, low head differences, profitability*

DR. STEFAN SCHÄNZER

Interdisziplinäre Zusammenarbeit in der Produktentwicklung und Sicherung der Qualitätsanforderungen

Inhalt: *Beim Produktentstehungsprozess werden die Produkte in interdisziplinären Teams nach definiertem Projektplan zur Serienreife gebracht. Das Qualitätsmanagement steuert die qualitative Absicherung und bringt Felderfahrungen mit ein. Die kundenspezifischen Windenergieanlagen werden dann mit Hilfe des Konfigurators auf abgesichertem Qualitätsstand realisiert.*

Schlagwörter: *Technologie-Entwicklungs-Prozess (TEP), Produkterneuerungsprozess (PEP), Qualitätssteuerungsplan, Abweichungsmanagement, Produktkonfigurator*

Interdisciplinary cooperation in product development and assurance of quality requirements

Abstract: *Our products reach serial maturity by the use of our product development process in interdisciplinary teams. Quality Management has the validation of high quality under control and is implementing the experience of the field. The customer specific Windturbine will be configured in the system with secured level of quality.*

Keywords: *Technology Evolution Process (TEP), Product Evolution Process (PEP), Quality Control Plan, non conformities, Product configurator*