

PASCAL SCHMITT, CLEMENS FICHTNER, GERHARD SCHARR

## **Entwicklung eines Recyclingverfahrens zur Herstellung eines Faserverbunds aus Blisterverpackungen**

***Inhalt:** Häufig bleibt für das Recycling von Verpackungen in Verbundbauweise (wie bspw. Blisterverpackungen) nur der Weg der thermischen Verwertung (verbrennen). Dabei werden im Fall der gängigsten Materialkombination (PVC-U und Aluminium) giftige Gase freigesetzt. Diese Arbeit stellt die Ergebnisse vor, Blisterverpackungen wiederzuverwerten (Upcycling). Dabei werden verschiedene Ansätze der Verarbeitung in Anlehnung an Faserverbundbauweise entwickelt und mit dem bestehenden Ansatz der Regranulierung und anschließenden Verschweißung, sowie PVC-U in homogener Form, verglichen. Orientiert an bestehenden Verfahren und Anordnungen faserverstärkter wird das Verbesserungspotential der mechanischen Festigkeit (z.B. E-Modul, Zugfestigkeit) durch die Verstärkungswirkung der Streifen-/ bzw. Faserbauweise untersucht.*

***Stichwörter:** Blisterverpackungen, Upcycling, Recycling, Faserverbundwerkstoff, PVC-U, Aluminium, Regranulieren, Streifenbauweise, Zugfestigkeit, E-Modul.*

## **Development of a recycling process for producing a fibre composite out of pharma blisters**

***Abstract:** Often, the only way to recycle sandwich material packaging (such as blister packs) is by thermal utilization (burning). In the case of the most common combination of materials (PVC-U and aluminum), toxic gases are released. This work presents the results of recycling blister packs (upcycling). Various approaches to convert the blister packs into a style of fiber composite material are developed and compared with the existing regranulation and subsequent welding method, as well as with PVC-U in homogeneous form. Based on existing processes and arrangements of fiber-reinforced thermoplastics the improvement potential of the mechanical strength (e.g. elastic modulus, tensile strength) is examined by the reinforcing effect of the fiber construction.*

***Keywords:** Blister packs, upcycling, recycling, fiber composite material, PVC-U, aluminum, regranulation, stripes, tensile strength, elastic modulus.*

STEPHAN TRAUTSCH, HEIKE MRECH, KARL-HEINRICH GROTE

## **„Untersuchungen zur Formoptimierung strömungsdynamischer Profile durch eine direkte und flexible Netz-Kontur-Kopplung“**

***Inhalt:** Strömungsdynamische Profile kommen in vielen technischen Systemen zum Einsatz. Sei es bei der Nutzung der Wind- und Wasserenergie oder aber in der Luft- und Schifffahrt. Dabei hat die Form der Profilkontur einen entscheidenden Einfluss auf die resultierenden Kräfte am umströmten Querschnitt und somit auch auf die zu optimierenden Zielparameter. Diese können je nach Anwendungsgebiet stark variieren. Die Maximierung der Leistung einer Wasserturbine und die Vermeidung von Kavitation bei einer Schiffsschraube sind nur zwei mögliche Aspekte. Die komplexen strömungsmechanischen*

## 17. Gemeinsames Kolloquium Konstruktionstechnik

# KT-KOLLOQUIUM

Vorgänge bei der Profilumströmung und die unterschiedlichsten Anforderungsrestriktionen machen die Suche nach der optimalen Form sehr kompliziert und zeitaufwändig. Die Optimierungsaufgaben sind durch eine sehr große Anzahl und Dynamik der Einflussparameter gekennzeichnet. Bei der Auslegung werden daher immer häufiger multikriterielle Optimierungsverfahren eingesetzt. Eine strömungsmechanische Formoptimierung gliedert sich dabei in mehrere Teilschritte, wobei die numerische Strömungssimulation in der Kombination mit naturalen Optimierungsverfahren den Kern dieser Prozessfolge darstellt. Die hier vorgestellte aktuelle Forschungsarbeit greift dieses Kernelement der Formgebungsverfahren auf und gestaltet es flexibler und transparenter als konventionelle Konstruktionsmethodiken. Ziel ist es den Konstruktionsprozess durch eine direkte und flexible Netz-Kontur-Kopplung so zu verbessern, dass die resultierende Formänderung in direkte Korrelation zu der initiierenden charakteristischen Strömungsgröße gesetzt werden kann. Der gewonnene Datenpool wird anschließend analysiert und in eine integrative Wissensbasis überführt.

**Stichwörter:** Formoptimierung, dynamische Strömungsprofile, direkte Netz-Kontur-Kopplung

### **Investigations on the shape optimization of flow-dynamic profiles through a direct and flexible mesh-contour coupling**

**Abstract:** Profiles using flow dynamics are utilised in many technical systems. Whether in wind power or hydroelectric power, or even in transport by air or by sea. In these areas, the shape of the profile contour has a significant influence on the resulting forces placed on the profile within the flow stream, and thus also on the outcome measures. According to the area of use, these can vary dramatically. Two possible aspects are the maximal output of a water turbine and the avoidance of cavitation of a ship propeller. The complex processes of flow dynamics while the profile is within the flow stream and the extremely variable restrictions of requisites make the optimal design very complicated and time-consuming. The actions required for optimisation are characterised by the large quantity and potential impact of influencing factors. Because of this, optimisation procedures with multiple criteria are being increasingly implemented at the construction stage. Here, the shape optimisation of flow technology is structured into various sub-steps, where the essence of the procedure lies in the amalgamation of numeric flow simulations with optimisation processes based on the natural world. The research project presented here takes this essential element of the design procedure and shapes it to be more flexible and transparent than conventional construction methods. The aim is to improve the construction process in such a way through a direct and flexible connection of grid and contour, that the resulting changes in shape can be placed in direct correlation with the initial typical flow size. The data pool obtained is finally analysed and transferred into an integrative knowledge base.

**Keywords:** shape optimisation, profile using flow dynamics, direct connection of grid and contour

CLEMENS FICHTNER, ANDRÉ KNOPP, MARTIN REICHEL, GERHARD SCHARR

**Einsatz der Lock-In-Thermografie zur Detektion der Rissfront bei bruchmechanischen Untersuchungen von DCB-Proben**

## 17. Gemeinsames Kolloquium Konstruktionstechnik

# KT-KOLLOQUIUM

**Inhalt:** Der schichtweise Aufbau von Faserverbundwerkstoffen führt zu Materialeigenschaften, die das Entstehen von Delaminationen bei stoß- und schlagartigen Beanspruchungen und ihr Ausbreiten unter dynamischen Beanspruchungen begünstigen. Der Detektion derartiger Schädigungen kommt dabei eine besondere Rolle zu, da sie eine signifikante Schwächung der Leichtbaustruktur bewirken. Die Lock-In-Thermografie stellt ein zerstörungsfreies Prüfverfahren dar, mit dem diese Schädigungen detektiert und über einen definierten Zeitraum überwacht werden können. Um die Eignung dieses Verfahrens darzustellen sind eine experimentelle Vorgehensweise sowie ein Algorithmus zur Ermittlung einer Schädigung am Beispiel einer definierten Rissbeanspruchung unter Mode-I dargestellt. Mithilfe der dargestellten Vorgehensweise ist es möglich aus den Phasenbildern die Position der Rissfront zu ermitteln.

**Stichwörter:** Thermografie, Faserverstärkter Kunststoff, Lock-In, Risswachstum, DCB-Proben, Energiefreisetzungsrat

### **Detection of the crack front position in double cantilever beam specimens using Lock-In-Thermography**

**Abstract:** The layered structure of fiber-reinforced plastic creates material properties that promote the developing of delamination from impact loading and its growing from dynamic stress. Therefore, there is a need of detecting such damage because the delamination brings a significant degradation of the lightweight structure. Lock-In-thermography is a nondestructive testing method, which is used to detect such defects and control them in a defined time range. The following article shows the possible usage of this testing method and presents the experimental procedures and an algorithm for the analysis of phase images of the thermography measurement. Using that algorithm, a procedure is presented for finding the crack front position in the phase images.

**Keywords:** Thermography, fiber reinforced plastic, Lock-In, crack growth, DCB-specimens, energy release rate

JOHANNES GLAMSCH, SEIEDARDESHIR SEBTEINI, FRANK RIEG, BERND SAUER

### **Entwicklung und Implementierung eines FEM-basierten Ansatzes zur Berechnung der Wälzlagersteifigkeit**

**Inhalt:** Die Kenntnis der Lagersteifigkeiten ist in einem rotodynamischen System von besonderer Wichtigkeit, da sie einen wesentlichen Einfluss auf die Eigenfrequenzen des Gesamtsystems haben. Um einen sicheren Betrieb des Systems zu gewährleisten, sollten die kritischen Drehzahlen möglichst schnell durchfahren werden und die Betriebsdrehzahl möglichst weit von den Eigenfrequenzen entfernt sein. Da die auftretenden Schwingungen zudem verschiedene Geräusche sowie Schäden verursachen können, ist die Kenntnis der Lagersteifigkeit auch aus akustischer Sicht und für die Betrachtung der Lebensdauer von großer Bedeutung.

Derzeit wird für die Berechnung der Lagersteifigkeit von Radialrillenkugellagern meist die Norm ISO/TS 16281 herangezogen, welche jedoch viele Aspekte, wie beispielsweise Lagerspiel oder

## 17. Gemeinsames Kolloquium Konstruktionstechnik

# KT-KOLLOQUIUM

*Gehäusesteifigkeit und -spiel, ignoriert oder vereinfacht berücksichtigt. Daher wird in diesem Artikel eine neue Methodik vorgestellt, die realistische Steifigkeitswerte von Rillenkugellagern auf der Grundlage eines vereinfachten Finite-Elemente-Modells bestimmt, wobei die Elastizität der Lagerringe, die Lagerluft, der Gehäusesitz und die Gehäusesteifigkeit berücksichtigt werden.*

*Die vorgestellte Methodik wird implementiert und anhand von Referenzmodellen und Prüfstandsversuchen validiert. Es zeigt sich, dass die Methode trotz des geringen Rechenaufwands eine sehr gute Übereinstimmung mit Referenzmodellen aufweist.*

**Stichwörter:** *Finite Elemente Methode, Computer Aided Engineering, Maschinenelemente, Wälzlagersteifigkeit, Rotordynamische Systeme, Eigenfrequenzen*

### **Development and implementation of a FEM-based approach for simulating bearing stiffness**

**Abstract:** *Knowledge of the stiffness values of the bearings in a rotor-dynamical system is of particular importance, because they have a significant influence on the natural frequencies of the entire system. To guarantee the safe operation of the system, the critical speeds should be driven through as fast as possible and the operating speed should be as far away as possible from the natural frequencies. Since the vibrations can also cause a wide variety of noises and damages, knowledge of the bearing stiffness is also of great importance from the acoustics' and lifetime point of view.*

*So far, the analytical standard ISO/TS 16281 is usually used for the calculation of the deep groove ball bearing stiffness, which, however, disregards or simplifies many aspects, such as the internal clearance or the housing clearance fit and stiffness. Therefore, a new methodology is presented in this paper which determines realistic stiffness values of deep groove ball bearings on the basis of a simplified Finite Element model, taking into account the elasticity of the bearing rings, the bearing internal clearance, housing fit and housing stiffness.*

*The presented methodology is implemented and validated against reference Finite Element models and bench tests. It is shown that the method, despite the low computational effort, has a very good agreement with the reference models.*

**Keywords:** *Finite Element Method, Computer Aided Engineering, Machine Elements, Bearing Stiffness, Rotor-Dynamical Systems, Natural Frequencies*

NORMANN KOLDRACK, PROF. KLAUS BRÖKEL

### **Entwicklung einer hydraulischen Spannbuchse für das Rapid Manufacturing**

**Inhalt:** *Es wird gezeigt, dass mit dem Einsatz der 3D-Drucktechnik hydraulische Spannbuchsen aus Kunststoff hergestellt werden können. Dabei wird besonders auf die Problematik der Simulation dieser Welle-Nabe-Verbindung eingegangen. Die Daten werden anschließend mit Ergebnissen von Prüfstandsversuchen verglichen. Der Prozess der Erstellung des Bauteils wird dem Rapid Manufacturing zugeordnet.*

**Stichwörter:** Rapid Manufacturing, 3D-Druck, hydraulische Spannbuchse, Welle-Nabe-Verbindung

## **Development of a hydraulic clamping bush for Rapid Manufacturing**

**Abstract:** *It is shown that with the use of 3D printing technology hydraulic clamping bushes made of plastic can be produced. Particular attention is paid to the problem of simulating this shaft-hub connection and the comparison of these results with those of bench tests. The component thus prepared is associated with the rapid manufacturing.*

**Keywords:** *Rapid Manufacturing, 3D printing, hydraulic clamp, Shaft-hub-connection*

CHRISTOPHER LANGE, TOBIAS ROSNITSCHKEK, MATTHIAS ROPPEL, FRANK RIEG

## **Entwicklung einer webbasierten Schnittstelle für den effizienten Einsatz von HPC in der digitalen Produktentwicklung**

**Inhalt:** *Der Einsatz von High-Performance-Computing (HPC) in der Produktentwicklung kann maßgeblich zur Optimierung der gesamten Prozesskette beitragen. Da gerade kleinen und mittleren Unternehmen aufgrund der hohen Investitionen der Zugang zu dieser Technologie fehlt, wird HPC zunehmend als Dienstleistung angeboten. Die Handhabung der Rechenressourcen ist jedoch komplex. Folglich muss durch geeignete Schnittstellen sichergestellt werden, dass auch HPC-unerfahrene Nutzer effizient arbeiten können. Daher wird in diesem Beitrag die Konzeption und Entwicklung einer Webschnittstelle vorgestellt, mit deren Hilfe die Bedienungsfreundlichkeit von HPC-Systemen im Umfeld von Finite Elemente Analysen deutlich verbessert werden kann. Die Webschnittstelle wurde bereits in Teilen als Demonstrator umgesetzt und in ersten Tests erfolgreich angewendet.*

**Stichwörter:** *Digitalisierung, FEA, HPC, parallele und verteilte Systeme*

## **Development of a Web Interface for the efficient usage of HPC in the Context of Digital Product Engineering**

**Abstract:** *The usage of High-Performance- Computing (HPC) for product engineering may have a huge impact on the efficiency of the whole process chain. Especially small and medium sized enterprises have hardly access to this technology due to high investments. Therefore, there is an increasing supply of HPC-as-a-service. However, the use of the computational resources is complex and it has to be assured, that also inexperienced users are able to work efficiently with HPC-systems. This is achieved with of appropriate interfaces. In this paper the development of a web-based HPC-interface is presented, which enhances the usability of HPC-Systems in the context of finite element analysis significantly. The web interface is already partly implemented as a demonstrator and was successfully used in first tests.*

**Keywords:** *Digitalization, FEA, HPC, Parallel and Distributed Systems*

JOHANNES MOHR, CLAUDIA KLEINSCHRODT, TOBIAS SIEGEL, FRANK RIEG

## **Entwicklung einer Beschreibungssprache zur Analyse und Behebung von Datenaustauschproblemen**

***Inhalt:** Die Verfügbarkeit qualitativ hochwertiger Daten ist eine der Grundvoraussetzungen für die Verwirklichung der Vision Industrie 4.0. In der Praxis stellen allerdings die Bereitstellung, der Austausch und die Weiterverarbeitung von Informationen branchenübergreifend immer noch ein großes Problem dar. Um die Vielfalt der auftretenden Anforderungen und Problemstellungen abzudecken, wurde ein Konzept für eine flexibel anpassbare Software entwickelt. Kernbestandteil hierbei sind abänderbare Konfigurationsdateien. Inhalte können durch eine hierfür entwickelte und angepasste Beschreibungssprache ergänzt und so an die individuellen Nutzerbedürfnisse abgestimmt werden. Die konzeptionellen Bestandteile werden im Rahmen dieses Beitrags vorgestellt und auf ein Minimalbeispiel angewendet. Durch die angestrebte Flexibilität und Erweiterbarkeit sowie die Möglichkeit der Automatisierung kann die Software effektiv in bestehende Prozesse eingebunden werden und dabei helfen Datenaustauschprobleme zu beheben und durchgängige Informationsflüsse sicherzustellen.*

***Stichwörter:** Beschreibungssprache, Datenaustausch, Konfigurationsdateien, Softwareentwicklung*

## **Development of a description language for analysing and solving data exchange problems**

***Abstract:** The availability of high-quality data is one of the basic requirements for the realization of the vision Industry 4.0. In practice, however, providing, exchanging and processing information is still a big problem across all sectors. To address the variety of emerging needs and issues, a flexible, customizable software concept has been developed. The core component are flexible and adaptable configuration files. The content can be supplemented by the self-developed description language and adapted to the individual needs. The conceptual components are presented in this article and applied to a minimal example. With the flexibility, extensibility, and automation capabilities, the software can be effectively integrated into existing processes to help resolve data exchange problems and ensure consistent information flows.*

***Keywords:** description language, data exchange, configuration files, software development*

FRANZ WIECK, MANUEL LÖWER, TIM KATZWINKEL, DAVID KESSING

## **Graphenbasierter Ansatz zur Integration von Customer Feedback in den Produktentwicklungsprozess**

***Inhalt:** Agile Entwicklungsmethoden gewinnen zunehmend an Bedeutung. Ein Kernaspekt dieser Entwicklung ist die aktive Einbindung von Kundenfeedback in den Produktentwicklungsprozess. Insbesondere im Hinblick auf die fortschreitende Digitalisierung sind Tools notwendig, um dieser Entwicklung gerecht werden zu können. Der vorliegende Beitrag beschreibt einen KI gestützten, graphenbasierten Ansatz zur Integration von Online-Kundenbewertungen von Endverbrauchern in den Produktentwicklungsprozess anhand einer Verknüpfung mit der Produktstruktur. Statt aufwendiger*

## 17. Gemeinsames Kolloquium Konstruktionstechnik

# KT-KOLLOQUIUM

*anonymer Kundenbefragungen mit limitierter Teilnehmeranzahl kann hierdurch eine große Menge an Rezensionen automatisch analysiert, verknüpft und visualisiert werden.*

**Stichwörter:** *Digitale Informationstransparenz, Big Data, Downstream Kundeninteraktion, graphenbasierte KI*

### **Integrating customer feedback into the product development process with a graph-based approach**

**Abstract:** *Agile development methods are becoming increasingly important. A core aspect of this development is the active integration of customer feedback into the product development process. Especially in view of the advancing digitalization, tools are necessary to be able to cope with this development. This paper describes an AI-supported, graph-based approach for the integration of customer evaluations into the product development process. By linking the product structure to processed reviews from an onlineshop, a large number of reviews can be automatically analyzed, linked and visualized to fuel the product development process.*

**Keywords:** *Digital Intelligence, Customer Integration, Big Data, Graph-based AI*

ARTHUR HILBIG, STEFAN HOLTZHAUSEN, RALPH STELZER

### **Regelgeometriedetektion in der Flächenrückführung mittels Deep Learning basierter Prozessierung von diskreten Daten**

**Inhalt:** *In diesem Beitrag wird eine exemplarische Umsetzung vorgestellt, die zukünftig eine Automatisierung essenzieller Reverse-Engineering-Prozessschritte ermöglichen kann. Das Einbinden des Deep Learning bietet dabei eine wissensbasierte Unterstützung der Segmentierung innerhalb der Flächenrückführung, um nachteilige kooperative Nutzerinteraktionen zu vermeiden.*

**Stichwörter:** *Reverse Engineering, Flächenrückführung, Deep Learning, Geometriedetektion*

### **Ruled Geometry Detection in Surface Reconstruction using Deep Learning based Processing of Discrete Data**

**Abstract:** *In this paper an exemplary implementation will be presented for the future possibilities of an automation of the reverse engineering process chain. The deep learning embeds a knowledge-based support in the segmentation step of surface reconstruction in order to avoid disadvantageous cooperative user interaction.*

**Keywords:** *Reverse Engineering, Deep Learning, Surface Reconstruction, Geometry Detection*

HENRIK STROMBERG, ARMIN LOHRENGEL, VOLKER WESLING

### **Abschätzen kritischer Kerben mit neuronalen Netzen**

## 17. Gemeinsames Kolloquium Konstruktionstechnik

# KT-KOLLOQUIUM

**Inhalt:** Die erfolgreiche Abschätzung der kritischen Kerbe eines Bauteils ist ein wichtiger Schritt der Festigkeitsberechnung, der momentan fast ausschließlich auf der Erfahrung des Ingenieurs aufbaut. Eine weitere Automatisierung von Entwicklung und Dimensionierung erfordert hierfür automatisierbare Lösungen. Es wird ein Ansatz gezeigt, mit dem auf Basis neuronaler Netze die kritische Kerbe eines Bauteils gesucht werden kann, um z.B. Vernetzungsalgorithmen besser steuern zu können. So können spannungsantizipierende Vernetzungsverfahren entwickelt werden. Es werden mehrere Herangehensweisen verglichen und ein Vorschlag zur Integration in ein Bauteilberechnungskonzept gemacht.

**Stichwörter:** Formzahl, Dimensionierung, Neuronale Netze, Finite Elemente

### **Estimating critical stress concentrations using neural networks**

**Abstract:** The successful estimation of the critical stress concentration in a part is a major step of the strength calculation that momentarily relies exclusively on the engineer's experience. In order to continue the automation of development and dimensioning an automatable solution for this step is required. An approach to find critical stress concentrations based on neural networks is shown which can be used for example to allow for better control of meshing algorithms. Thereby stress anticipating meshing algorithms can be developed. Several setups are compared and a suggestion towards implementation in a calculation concept is made.

**Keywords:** stress concentration, dimensioning, neural networks, finite elements

CHRISTIAN HEINRICH

### **Druckkammersimulation unter Berücksichtigung der Platten- und Wellensteifigkeit**

**Inhalt:** Druckkammern können in schrägverzahnten Getrieben zur Wirkungsgradsteigerung eingesetzt werden. Zur Verringerung ihrer Verlustleistung ist eine Erhöhung der Hertzischen Pressung notwendig, welche bisher in Prüfstandsversuchen zu Grübchenbildung geführt hat. In einer Kopplung der Elastohydrodynamiksimulation mit einer Finite-Elemente-Berechnung zur Abbildung der Platten- und Wellensteifigkeit kann Kantenträgung als möglicher Grund nachgewiesen werden. Dies führt zur Empfehlung, Druckkammern und Anlauffring mit gleicher Steifigkeit zu konstruieren.

**Stichwörter:** Druckkammern, Elastohydrodynamik, Kantenträgung, Simulationskopplung, Boussinesq-Halbraum

### **Simulation of thrust cones considering plate and shaft stiffness**

**Abstract:** Thrust cone bearings can be used to increase the efficiency of helical gearboxes. In order to reduce their power loss, the Hertzian pressure needs to be increased. This previously led to pitting damage on test rigs. Linking a simulation of elastohydrodynamics and a finite element simulation for plate and shaft stiffness, edge loading can be demonstrated as a possible explanation. This leads to the recommendation of designing thrust cones and gear rim with equal stiffness.



**Keywords:** *Thrust cone, elastohydrodynamic lubrication, edge loading, co-simulation, Boussinesq half space*

KATHARINA DUEHR, JONAS KAMPERMANN, PATRICK TAPLICK, IRIS GRÄßLER, ALBERT ALBERS

## **Modellbasierte IKT-Selektion für Methodentätigkeiten in der standortverteilten Produktentwicklung**

**Inhalt:** *Durch die Globalisierung, den zunehmenden Wettbewerbsdruck sowie die wachsenden Kundenanforderungen setzen immer mehr Unternehmen auf die Vorteile global verteilter Entwicklungsnetzwerke. Die Verfügbarkeit neuer Technologien zur Unterstützung der standortverteilten Produktentwicklung treibt diese Entwicklung zusätzlich voran. Gepaart mit dem zunehmenden Auftreten agiler Ansätze führen die organisationalen Veränderungen zur steigenden Komplexität des Entwicklungsprozesses und fordern methodische Unterstützung. Die Vielzahl der verfügbaren Methoden sind jedoch bisher nur größtenteils auf die standortgebundene Anwendung ausgelegt. Der vorliegende Beitrag widmet sich daher der Erstellung eines Modells zur systematischen Unterstützung standortverteilter Methodenanwendung durch die Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien.*

**Stichwörter:** *Standortverteilte Produktentwicklung, Entwicklungsmethoden, ASD – Agile Systems Design, IKT*

## **Model-based ICT selection for method activities in distributed product engineering**

**Abstract:** *As a result of globalization, increasing competitive pressure and growing customer requirements, more and more companies are relying on the advantages of globally distributed development networks. The availability of new technologies to support distributed product development also drives this trend. Paired with the increasing occurrence of agile approaches, organizational changes lead to the increasing complexity of the development process and require methodical support. However, the large number of available methods are only designed for location-bound applications. Therefore, this contribution addresses the development of a model for the systematic support of location-distributed application of methods through the use of information and communication technologies.*

**Keywords:** *Distributed product development, Development methods, ASD – Agile Systems Design, ICT*

JASCHA NORMAN PARIS, MATHIAS HÜSING, BURKHARD CORVES

## **Modellbasierte Entwicklung von Mehrkörpersystemen mittels haptischer Feedbacksysteme**

**Inhalt:** *Die Entwicklung von Produkten mit denen Nutzer direkt interagieren ist herausfordernd. Die menschlichen Eigenschaften, Wünsche und insbesondere Wahrnehmungen können nur schwer*

## 17. Gemeinsames Kolloquium Konstruktionstechnik

# KT-KOLLOQUIUM

*vorhergesagt oder simuliert werden. Aus diesem Grund erscheint es vorteilhaft virtuelle Prototypen über ein haptisches Feedbacksystem dem Entwickler oder zukünftigen Anwendern anfassbar und erlebbar darzustellen. Dies ermöglicht schnelles, günstiges und häufiges Validieren, wodurch Methoden wie das Human-Centered Design unterstützt werden. Dieser Beitrag zeigt ein Gesamtsystem zur modellbasierten Entwicklung von Mehrkörpersystemen, insbesondere von ungleichmäßig übersetzenden Getriebe. Um die Validierung verschiedener virtueller Prototypen zu beschleunigen, wird die Echtzeitmodifikation von Systemparametern vorgestellt und diskutiert.*

**Stichwörter:** *Virtuelle Prototypen, Modellbasierte Entwicklung, Haptische Feedbacksysteme, Human-Centered Design, Echtzeitsimulation*

### **Model-Based Development of Multi-Body Systems using Haptic Feedback Systems**

**Abstract:** *The development of products with which users interact directly is challenging. The human characteristics, desires and especially perceptions are difficult to predict or simulate. For this reason, it seems advantageous to present virtual prototypes to the developer or future users in a touchable and experienceable way via a haptic feedback system. This enables fast, inexpensive and frequent validation, which supports methods such as human-centered design. This paper shows an overall system for model-based development of multi-body systems and especially mechanisms. The real-time modification of system parameters is presented and discussed in order to accelerate the possibility to validate different virtual prototypes.*

**Keywords:** *Virtual Prototyping, Model-Based Design, Haptic Feedback Systems, Human-Centered Design, Real-Time Simulation*

DENNIS KACZMAREK, ARMIN LOHRENGEL

### **Automatisierte Baugruppenoptimierung hinsichtlich Produktanforderungen am Beispiel eines Drehschieberverdichters**

**Inhalt:** *Die Notwendigkeit immer agiler auf Kundenwünsche eingehen zu können, ist im Zuge der Produktdiversifikation und aufgrund des globalen Wandels unausweichlich. Damit dieser Anforderung gerecht werden kann, müssen mit Hilfe von automatisierten Prozessen dem Ingenieur die Arbeit erleichtert werden. In diesem Beitrag soll gezeigt werden, wie mit Hilfe von Rechenmodulen und Nutzung des vorgestellten Verfahrens, hinsichtlich des Kundenwunsches, eine selbstoptimierende geometrische Anpassung des Produktes durchgeführt werden kann. Dabei werden Ansätze aus dem Bereich der numerischen Optimierung genutzt und Vergleichskriterien aufgestellt, um so eine kundenangepasste Lösung zur Problemstellung automatisiert zu erstellen. Das angewendete Verfahren wird an dem Beispiel eines Drehschieberverdichters durchgeführt.*

**Stichwörter:** *Globaler Optimierung, Gradientenverfahren, Kundenorientierung, Vorauslegung, Drehschieberverdichter*

## **Automated assembly optimization with regard to product requirements using the example of a rotary vane compressor**

**Abstract:** *The necessity for agile completion of customer wishes are inevitable in the course of product diversification and global change. Automated processes must make the work easier for the engineer. This article show, how a self-optimizing geometric adaptation of the product can be carried out with the help of calculation modules and the use of the presented method Approaches from the field of numerical optimization are used and comparison criteria are established in order to automatically create a customized solution to the problem. The applied procedure is carried out using the example of a rotary vane compressor.*

**Keywords:** *Global optimization, gradient descent, customer focus, pre product design, rotary vane compressor*

ANDRÉ LOIBL, ARUN NAGARAJAH

## **Klassifizierung von Normen zur Eignung für eine Maschinenumsetzbarkeit**

**Inhalt:** *Wenn Maschinen oder andere Ausgabegeräte miteinander kommunizieren müssen, um z.B. autonom Prozesse in Fertigungsprozessen durchzuführen, müssen alle notwendigen Informationen für sie zugänglich sein. Heute sind die erforderlichen Informationen jedoch in Normen dokumentiert, die nur als PDF oder gar in Papierform vorliegen. Voraussetzung für die Verwendung von Informationen aus Normen ist daher, dass diese automatisch in Ausgabegeräten bereitgestellt werden. Ein genauere Blick führt zu drei Reifegraden für die Verwendung von Standardinformationen in Ausgabegeräten: maschinenlesbar, maschinenumsetzbar und maschineninterpretierbar. Ausgehend von einer klaren Definition dieser Begriffe wird ein Ansatz zur Umsetzung maschinenumsetzbarer Normen entwickelt. Es wird davon ausgegangen, dass nicht alle Normen für maschinentaugliche Anwendungen geeignet sind, und daher ist der erste Schritt die Klassifizierung der Normen zur Identifizierung der entsprechenden Normen. Der zweite Schritt beschreibt, wie Informationen aus Normen modelliert werden können, um in maschinentauglicher Form zur Verfügung zu stehen.*

**Stichwörter:** *Normen, Industrie 4.0, Maschinenlesbar, Maschinenumsetzbar, Maschineninterpretierbar*

## **Classification of standards to determine their suitability for a machine-actionability**

**Abstract:** *When machines or other output devices need to communicate with each other, for example, to autonomously perform processes in manufacturing processes, all the necessary information must be accessible to them. Today, however, the required information is documented in standards that are only available in PDF or even paper form. Thus, a prerequisite for using information from standards is that these are automatically provided in output devices. A deeper look leads to three levels of maturity for using standard information in output devices: machine-readable, machine-actionable and machine-interpretable. Starting from a clear definition of these terms an approach is developed to implement machine-actionable standards. It is assumed that not all standards are suitable for machine-actionable*

## 17. Gemeinsames Kolloquium Konstruktionstechnik

# KT-KOLLOQUIUM

*and therefore the first step is to classify the standards to identify the appropriate standards. The second step describes how information from standards can be modelled to be available in a machine-actionable form.*

**Keywords:** Standards, Industry 4.0, Machine-readable, Machine-actionable, Machine-interpretable

STEFFEN KUNNEN, DMYTRO ADAMENKO, ROBIN PLUHNAU, ARUN NAGARAJAH

### **Kopplung von Mixed Reality und einem digitalen Zwilling für den Wartungsprozess einer Industrieanlage**

***Inhalt:** Die Instandhaltung einer Industrieanlage beruht zum großen Teil auf veralteten Methoden und Prozessen. Sämtliche Wartungsinformationen werden analog dokumentiert und zeitversetzt in entsprechende Verwaltungssysteme überführt. Zukünftig sollen die Daten und Änderungen am realen Objekt ermittelt und in Echtzeit in das Verwaltungssystem übermittelt werden. Zur Datenerfassung im realen Umfeld eignet sich die Einbindung der erweiterten Realitäten. In diesem Beitrag wird ein systembasierter Ansatz vorgestellt, um Daten während der Servicephase einer Anlage in der Mixed Reality zu ermitteln und in Echtzeit an das PDM-System zu übertragen. Des Weiteren werden Anwendungsgebiete vorgestellt, in denen die generierten Datensätze verwendet werden können.*

**Stichwörter:** Digitaler Zwilling, Extended Reality, Instandhaltung

### **Coupling of Mixed Reality and a digital twin for the maintenance process of an industrial plant**

***Abstract:** The maintenance of an industrial plant is mainly based on outdated methods and processes. All maintenance information is documented in an analogue manner and transferred to the corresponding management systems at a later date. In the future, the data and changes will be determined on the real object and transferred to the management system in real time. The integration of the extended realities is suitable for data acquisition in the real environment. This paper presents a system-based approach for determining data in mixed reality during the service phase of a plant and transferring it to the PDM system in real time. Furthermore, application areas are presented in which the generated data sets can be used.*

**Keywords:** Digital Twin, Extended Reality, Maintenance

HOLGER WESSELS, JONAS HEIMICKE, SIMON RAPP, PATRIC GRAUBERGER, THILO RICHTER, SVEN MATTHIESEN, ALBERT ALBERS

### **Sprintplanung in der Mechatroniksystementwicklung auf Basis von Referenzsystemelementen**

***Inhalt:** Der Einsatz bereits bestehenden Produktwissens wird in agilen Ansätzen nicht durch spezifische Mechanismen in den Prozess eingebracht. Im vorliegenden Beitrag wird untersucht, wie die Planung*

## 17. Gemeinsames Kolloquium Konstruktionstechnik

# KT-KOLLOQUIUM

von Sprints in der Mechatroniksystementwicklung auf Basis von bestehendem Produktwissen unterstützt werden kann. Das Wissen steht den Entwicklern unter anderem in Form der Referenzsystemelemente und Entwicklungsgenerationen zur Verfügung. Es wird untersucht, wie sich die Vorgehensweise im Projekt in Abhängigkeit der jeweiligen Variationsart am technischen System und der Verfügbarkeit über Wissen über den Gestalt-FunktionsZusammenhängen der Referenzsystemelemente verändert. Als Untersuchungsumgebung dient ein studentisches Entwicklungsprojekt.

**Stichwörter:** Sprintplanung; Mechatroniksystementwicklung; Produktgenerationsentwicklung; Gestalt-Funktions-Zusammenhang

### **Sprint planning in mechatronic system development based on reference system elements**

**Abstract:** In agile approaches, the use of existing product knowledge is not introduced into the process through specific mechanisms. This paper examines how the planning of sprints in mechatronic system development can be supported on the basis of existing product knowledge. The knowledge is available to the developers in the form of reference system elements and development generations. It will be investigated how the approach in the project changes depending on the respective type of variation in the technical system and the availability of knowledge about the shape-function correlations of the reference system elements. A student development project serves as a research environment.

**Keywords:** Sprint planning; mechatronic system development; product generation engineering; embodiment-function relation

HENRIK SCHNEGAS

### **Alles im Fluss. Kanban und Scrum als Innovationswerkzeuge im Design Thinking für die agile Produktentwicklung**

**Inhalt:** Design Thinking wurde als kundenorientierte Methode für das interdisziplinäre Schaffen von Softwarelösungen und später auch von Marketingstrategien geschaffen. Die Methode basiert vor allem auf Kundenverständnis und ein frühzeitiges Schaffen von Prototypen, die zwar noch nicht vollständig sind, aber gemeinsam mit dem Kunden getestet und weiterentwickelt werden können. Aus dem Bereich der Softwareentwicklung kommend und später in den Bereich der Fertigungsorganisation überführt, stammen die KANBAN- und SCRUM-Methode. Mit SCRUM und KANBAN werden strukturierte Aufgabenpakete geschaffen, die in kürzester Zeit in einem selbstorganisierenden Entwicklerteam zum transparenten Generieren von Problemlösungen und erster testbarer Prototypen führen sollen. Im vorliegenden Beitrag wird ein Arbeitsalgorithmus für interdisziplinäre Produktentwicklungsteams präsentiert, in dem Bausteine aus Design Thinking, KANBAN und SCRUM im Rahmen der agilen Produktentwicklung für das kundenzentrierte und interdisziplinäre Schaffen von Produktideen und erster erfahrbarer physischer Produktmodelle zusammengeführt werden. Mit „Empathie“, „Beobachtung“, „Verstehen“ aus dem Design Thinking werden kundenzentrierte Wünsche als To Do-Arbeitspakete

## 17. Gemeinsames Kolloquium Konstruktionstechnik

# KT-KOLLOQUIUM

*(Back Logs, Sprint Logs) gemäß SCRUM und KANBAN definiert, die dann in einer definierten Doing-Zeiteinheit zu konkreten Produktideen reifen (Sprints) und am Ende als einfache an- und greifbare Prototypen zwecks kunden- und anbieterseitiger Testung vorliegen (Dones). Genutzt wird hierfür ein für alle Beteiligten Transparenz schaffendes Kreative KANBAN-Board, dessen Anwendung am Projekt „Kokos“ erörtert wird.*

**Stichwörter:** Agile Produktentwicklung, Design Thinking, Innovationsmethodik, KANBAN, SCRUM

### **All in a flow. Kanban and Scrum as innovation tools in Design Thinking for agile product development**

**Abstract:** *Design Thinking was created as a customer-oriented method for the interdisciplinary creation of software solutions and later also of marketing strategies. The method is mainly based on customer understanding and early creation of prototypes, which are not yet complete, but can be tested and further developed together with the customer. Coming from the field of software development and later transferred to the field of production organization, the KANBAN and SCRUM methods were developed. With SCRUM and KANBAN structured task packages are created, which should lead to the transparent generation of problem solutions and first testable prototypes in the shortest possible time in a self-organizing development team. This paper presents a working algorithm for interdisciplinary product development teams, in which building blocks from Design Thinking, KANBAN and SCRUM are combined in the context of agile product development for the customer-centered and interdisciplinary creation of product ideas and first tangible physical product models. With "empathy", "observation", "understanding" from Design Thinking, customer-centered wishes are defined as To Do work packages (Back Logs, Sprint Logs) according to SCRUM and KANBAN, which then mature into concrete product ideas in a defined Doing time unit (Sprints) and are finally available as simple, tangible prototypes for testing by customers and suppliers (Dones). A creative KANBAN board is used for this purpose, which creates transparency for all those involved and whose application is being discussed in the "Kokos" project.*

**Keywords:** Agile product development, Design Thinking, Innovation methodology, KANBAN, SCRUM