

JÖRG FELDHUSEN, BORIS GEBHARDT, RHEINISCH-WESTFÄLLISCHE TECHNISCHE HOCHSCHULE AACHEN

## **Der Weg zum individuellen Produkt: Redefinition eines Variantenerzeugungsprozesses in der Praxis**

**Inhalt:** Dieser Beitrag stellt im Rahmen einer übergeordneten PDMS-Einführungsmethodik eine pragmatische Vorgehensweise dar, innerhalb von kleineren und mittelständischen Unternehmen Geschäfts- und Kernprozesse zu redefinieren. Die aufgezeigte Redefinition des „Variantenerzeugungsprozesses“ und sein umgesetztes Optimierungspotential brachte vor allem in den Bereichen „Automatisierung von Standardtätigkeiten der Mitarbeiter“ und „Erhöhung der Prozesseffizienz und –transparenz“ signifikante Vorteile in Form von Zeitersparnis und Steigerung der Prozesssicherheit. Um den redefinierten Prozess als Grundlage für ein Variantenmanagement zu nutzen, ist die Berücksichtigung der beiden anderen operativen Ebenen „Produkt“ und „Organisation“ in Form des Produkt(daten)modells und des Rollenmodells von hoher Bedeutung. Erst die Kombination dieser Modelle (im Idealfall durch die Unterstützung eines PDMS) bei gleichzeitiger Umsetzung durch motivierte Mitarbeiter bildet ein stabiles Fundament zur Beherrschung der in einem Unternehmen auftretenden Varianten.

**Stichwörter:** Variantenprozess, Redefinition, PDMS-Einführung, PLM-Strategie, Workflow

## **The way to an individual product: Redefinition of a variant generation process in practice**

**Abstract:** This contribution represents a pragmatic approach to redefining business and core processes within small and medium-sized enterprises as part of a higher-level PDMS implementation methodology. The redefinition of the "variant generation process" and its implemented optimization potential brought significant advantages in the areas of "automation of standard employee activities" and "increase in process efficiency and transparency" in the form of time savings and increased process reliability. In order to use the redefined process as a basis for variant management, the consideration of the two other operative levels "product" and "organization" in the form of the product (data) model and the role model is of great importance. Only the combination of these models (ideally through the support of a PDMS) with simultaneous implementation by motivated employees forms a stable foundation for mastering the variants occurring in a company.

**Keywords:** Variant Process, Redefinition, PDMS Introduction, PLM Strategy, Workflow

JAN BRÖKEL, GERHARD SCHARR, LEHRSTUHL FÜR KONSTRUKTIONSTECHNIK / LEICHTBAU, UNIVERSITÄT ROSTOCK

## **Erste Schritte beim Design eines individuellen Werkstoffs am Beispiel von W-FKV**

**Inhalt:** Normalerweise gilt es beim Einsatz von FKV einen möglichst festen und/oder steifen Werkstoff für ein leichtes und effizientes Produkt herzustellen. Basierend auf der Vielzahl von möglichen Matrixsystemen, Verstärkungsfasern und Fertigungsverfahren ist es möglich sehr unterschiedliche Verbundwerkstoffe zu konstruieren. Fast alle Bestrebungen bei der Verwendung von FKV, sowohl bei der Komponentenwahl als auch bei der Prozesstechnologie, gehen dahin ein leichtes, hochfestes und hochsteifes Integralbauteil herzustellen. Es gibt aber Anwendungsbereiche in denen andere individuelle Eigenschaften nötig sind. Auch hier bieten Verbundwerkstoffe große Möglichkeiten, denn es kann gezielt sowohl funktions- als auch beanspruchungsgerecht konstruiert werden. Es muss also der Gedanke des individuellen Produktes konsequent auch bei der Wahl, bzw. der Konstruktion, des passenden Werkstoffs weiterverfolgt werden.

**Stichwörter:** Werkstoffdesign, FKV, Faserorientierung, Elastomere

## **First steps in the design of an individual Material using the example of W-FKV**

**Abstract:** Normally, when using FKV, it is important to produce a material that is as strong and/or stiff as possible for a light and efficient product. Based on the multitude of possible matrix systems, reinforcing fibers and manufacturing processes, it is possible to design very different composite materials. Almost all efforts in the use of FKV, both in component selection and in process technology, aim to produce a lightweight, high-strength and highly rigid integral component. However, there are areas of application in which other individual properties are required. Here, too, composite materials offer great possibilities because they can be designed specifically to meet both functional and stress requirements. The idea of the individual product must therefore also be consistently pursued in the choice or design of the suitable material.

**Keywords:** Material Design, FKV, Fiber Orientation, Elastomers

KLAUS BRÖKEL, UNIVERSITÄT ROSTOCK, LEHRSTUHL FÜR KONSTRUKTIONSTECHNIK/CAD,  
TORSTEN BARENTHIN, NEPTUN-ENGINEERING GMBH ROSTOCK, NEDYALKO RADEV, TU  
VARNA / UNIVERSITÄT ROSTOCK, LEHRSTUHL FÜR KONSTRUKTIONSTECHNIK/CAD

## **Netzbasierte Modellierung und Simulation fallspezifisch gestalteter Nichtstandard-Radialgleitlager**

**Inhalt:** Die entwickelten Methoden sind ein erster Schritt zur Verfügbarkeit von Maschinenelemente-Auslegungsprogrammen auf der Basis von Feldproblemlösungen in CAD-Systemen. Die Verbindung online-verfügbarer Algorithmen für rechenintensive Feldprobleme auf mobilen Computern und CAD-Systemen durch die physische Trennung von Gleichungslösung sowie Ein- und Ausgabeprozessen ist Grundlage der vorgestellten Lösungen. Die Anwendung von Java-Technologien ermöglicht die Einbindung hochwertiger Analysewerkzeuge direkt in das CAD-System. Mit konventionellen Methoden der DIN Normen und VDI-Richtlinien nicht erfassbare kundenspezifische Lösungen erfordern universell anwendbare Algorithmen ohne Restriktionen durch vorausberechnete Lösungen. Der Nutzen für den Konstrukteur ist seine erweiterte Aussagefähigkeit in schwierigen und sehr komplexen Problemfällen. So wird auch die Beurteilung von technischen Lösungen und eventuellen Schadensfällen direkt vor Ort durch die Nutzung von Java-fähigen Smart

**Stichwörter:** Gleitlager, Druckberechnung, Nutanordnung, Java-Applikation, CAD-System

## **Net-based modeling and simulation of case-specific non-standard radial plain bearings**

**Abstract:** The methods developed are a first step towards the availability of machine element design programs based on field problem solutions in CAD systems. The connection of online-available algorithms for compute-intensive field problems on mobile computers and CAD systems by the physical separation of equation solutions as well as input and output processes is the basis of the presented solutions. The application of Java technologies enables the integration of high-quality analysis tools directly into the CAD system. Customer-specific solutions that cannot be captured using conventional methods of DIN standards and VDI guidelines require universally applicable algorithms without restrictions due to precalculated solutions. Thus, the assessment of technical solutions and possible damage cases can also be carried out directly on site by using Java-enabled Smart

**Keywords:** plain bearing, pressure calculation, groove arrangement, Java application, CAD system

DR. TECHN. NORBERT ELKMANN, DIPL.-ING. TORSTEN FELSCH, MAGDEBURG

## **Konstruktionstechnik komplexer Produkte: Vollautomatische Fassadenreinigungsroboter**

***Inhalt:** Das Reinigen von Fassaden sollte man lieber Robotern überlassen. Denn Maschinen arbeiten rund um die Uhr, bei Wind und Wetter, schwindelfrei selbst in atemberaubender Höhe, zuverlässig, wirkungsvoll und kostengünstig. Das Fraunhofer Institut Fabrikbetrieb und –automatisierung IFF aus Magdeburg entwickelt seit Jahren Robotersysteme zur Fassadenreinigung. Neben einem Robotersystem zur Reinigung der Glashalle der Leipziger Messe GmbH wurde das modulare Robotersystem SIRIUSc zur Reinigung von vertikalen Fassaden und Hochhäusern aufgebaut. Zudem wurden unterschiedliche Konzepte für eine Vielzahl an Gebäuden erarbeitet, z.B. ein schwebendes Luftschiff für die Innenreinigung von Glashallen und Glasatrien. Die nachfolgend aufgeführten Fassadenreinigungssysteme zeigen die Vielfalt an innovativen Lösungen zur Fassadenreinigung.*

***Stichwörter:** Fassadenreinigungsroboter, Serviceroboter, Konstruktionstechnik*

## **Design engineering of complex products: Fully automatic facade cleaning robots**

***Abstract:** The cleaning of facades should rather be left to robots. Because machines work around the clock, in wind and weather, without vertigo, even at breathtaking heights, reliably, effectively and cost-effectively. The Fraunhofer Institute for Factory Operation and Automation IFF in Magdeburg has been developing robotic systems for facade cleaning for years. In addition to a robot system for cleaning the glass hall of Leipziger Messe GmbH, the modular robot system SIRIUSc for cleaning vertical facades and high-rise buildings was developed. In addition, different concepts were developed for a large number of buildings, e.g. a floating airship for the interior cleaning of glass halls and glass atriums. The following facade cleaning systems show the variety of innovative solutions for facade cleaning*

***Keywords:** facade cleaning robots, service robots, construction technology*

DIPL.-ING. GUNNAR HAASE, AIRBUS, PROF. DR.-ING. LUDGER DETERS; DR. ING. FRANK ENGELMANN, OTTO-VON-GUERIKE-UNIVERSITÄT MAGDEBURG.

## **Alternative Varianten mechanischer Flugsteuerungen**

***Inhalt:** Die mechanischen Flugsteuerungen haben in den letzten Jahrzehnten nicht mit dem Entwicklungsfortschritt der Werkstoffe und Bauweisen Schritt gehalten. Darüber hinaus sind die mechanischen Flugsteuerungen sehr komplexe Systeme, die jeweils zu sehr individuellen Lösungen führen. Im Rahmen der vorgestellten Arbeit wurden unter Einbeziehung moderner Bauweisen und Werkstoffe alternative Varianten untersucht. Diese sollten dazu führen, dass das Gewicht reduziert und der Fertigungsaufwand gesenkt wird. Trotz dieser Vereinfachungen durften an der individuellen Abstimmung der Flugsteuerung auf die aerodynamischen Qualitäten des Flugzeuges keine Abstriche gemacht werden. Es wurde der Stand der Technik analysiert und ein Ordnungsschema aufgestellt. Darauf aufbauend wurden durch methodisches Vorgehen verschiedene Alternativen erarbeitet. Getroffene Annahmen zu diesen Varianten konnten im Test validiert werden. Auf Basis dieser Versuche sind nun Versuchsbauteile entwickelt worden, die getestet werden sollen. Vor allen Dingen soll hier jedoch die Problematik bestehender Systeme aufgezeigt werden, damit eine Grundlage zur Diskussion bezüglich eventueller Alternativen geschaffen wird.*

***Stichwörter:** Flugsteuerungssystem, Steuerfläche, Steuerorgan, Steuerstange, Steuerseil, Aeroelastik*

## Alternative variants of mechanical flight controls

**Abstract:** In recent decades, mechanical flight controls have not kept pace with the development progress of materials and construction methods. In addition, mechanical flight controls are very complex systems, each of which leads to very individual solutions. Within the scope of the work presented, alternative variants were investigated using modern construction methods and materials. These should lead to a reduction in weight and a reduction in production costs. Despite these simplifications, no compromises could be made in the individual adjustment of the flight control to the aerodynamic qualities of the aircraft. The state of the art was analysed and a classification scheme was drawn up. Based on this, various alternatives were developed using a methodical approach. Assumptions made on these variants could be validated in the test. On the basis of these tests, test components have now been developed which are to be tested. Above all, however, the problems of existing systems are to be pointed out in order to create a basis for discussion regarding possible alternatives.

**Keywords:** Flight control system, control surface, control organ, control rod, control cable, aeroelastic

ANDREAS SCHMIDT, GÜNTER HÖHNE , TECHNISCHE UNIVERSITÄT ILMENAU

## Modularer Aufbau von Montageautomaten

**Inhalt:** Die gegenwärtige Diskussion zur Sicherung des Produktionsstandortes Deutschland durch Senkung der Produktionskosten beeinflusst im Besonderen das Gebiet der kostenintensiven Montage. Die Herstellung von Massenprodukten aus unterschiedlichsten Produktbereichen ist heute zu einem Großteil automatisiert. Charakteristisch für die Mehrzahl dieser Produkte ist, dass es sich um „Einwegprodukte“ handelt, die unter hohem Kostendruck produziert werden. Dennoch werden bei der Fertigung dieser Produkte hohe Anforderungen an die Montagequalität gestellt. Dabei sind insbesondere die Montagegenauigkeit, die Reinheitsanforderungen während der Montage und die Integration hochpräziser Prüfprozesse mit einer 100% Prüfung zu nennen. Die immer kürzer werdenden Produktlebenszeiten und damit verbundenen Modellwechsel zwingen die Hersteller zu kürzeren Umrüstzeiten für ihre Montagelinien und effektiveren Ausnutzung dieser Anlagen. Derzeit werden bei einem Produktwechsel zu meist vollständig neue Montageanlagen konzipiert und eingesetzt. Diese Praxis zieht hohe Investitionen und entsprechenden Zeitbedarf für Entwicklung und Installation nach sich. Die Forschungsarbeiten an der TU Ilmenau untersuchen die Möglichkeiten durch Modularisierung von Montageautomaten eine effiziente Umrüstung bei einem Produktwechsel zu realisieren. Diese Arbeiten werden durch Vertreter von Herstellern und Anwendern von Montageautomaten innerhalb einer gebildeten Arbeitsgruppe unterstützt.

**Stichwörter:** Montageautomation, Modularisierung

## Modular design of automatic assembly machines

**Abstract:** The current discussion on securing Germany as a production location by reducing production costs has a particular influence on the area of cost-intensive assembly. The manufacture of mass-produced products from a wide variety of product areas is largely automated today. A characteristic feature of the majority of these products is that they are "disposable products" that are produced under high cost pressure. Nevertheless, the production of these products places high demands on the assembly quality. In particular, assembly accuracy, cleanliness requirements during assembly and the integration of high-precision testing processes with 100% testing are to be mentioned. The ever shorter product lifetimes and the associated model changes are forcing manufacturers to shorten the changeover times for their assembly lines and make effective use of these systems. At present, completely new assembly lines are usually designed and used for a product change. This practice entails high investments and corresponding time requirements for development and installation. The research work at the TU Ilmenau is investigating the possibilities of realising an efficient changeover in the event of a product change by modularising automatic assembly machines. This work is supported by representatives of manufacturers and users of automatic assembly machines within an established working group.

**Keywords:** Assembly automation, modularization

HENRIK SCHNEGAS, HOCHSCHULE WISMAR, UNIVERSITY OF TECHNOLOGY, BUSINESS AND DESIGN

### **Methode zur Schaffung eines individuellen technischen Vertrauens**

*Inhalt:* Jeder Kunde hat ein individuelles Bedürfnis nach Sicherheit und Zuverlässigkeit seines Produktes. Vorgestellt wird eine Methode, mit der kundenspezifische Zuverlässigkeit und Sicherheit in ein Produkt „hineinkonstruiert“ werden kann. Damit liegt ein Verfahren vor, mit dem das Maschinensicherheitsgesetz gemäß DIN EN ISO 12100, insbesondere die Schaffung einer „inhärent sicheren Konstruktion“ umgesetzt werden kann.

**Stichwörter:** DIN EN ISO 12100, Risikoanalyse, Sicherheit, Technisches Vertrauen, Zuverlässigkeit

### **Method for creating an individual technical trust**

*Abstract:* Every customer has an individual need for the safety and reliability of his product. A method is presented with which customer-specific reliability and safety can be "integrated" into a product. Thus a procedure is available, with which the machine safety law can be converted according to DIN EN ISO 12100, in particular the creation of an "inherently safe construction".

**Keywords:** DIN EN ISO 12100, Risk analysis, Safety, Technical confidence, Reliability

PROF. DR.-ING. MICHAEL ABRAMOVICI; DIPL.-ING. STEFAN SCHULTE, LEHRSTUHL FÜR MASCHINENBAUINFORMATIK (ITM), RUHR-UNIVERSITÄT BOCHUM

### **Lifecycle Management von Produkt-Service-Systemen (PSS) für einen maximierten Kundennutzen**

*Inhalt:* Im Zuge der Individualisierung von Produkten und dem stetigen Wandel hin zu einer Dienstleistungsgesellschaft verschwimmen die Grenzen zwischen Sach- und Dienstleistungen zunehmend. Sowohl in der Konsum- als auch in der Investitionsgüterindustrie wachsen täglich der Anteil produktbegleitender Dienstleistungen und das Angebot an Gesamtlösungen, die Sach- und Dienstleistungen beinhalten. Mit einer zunehmend breiteren Produktpalette hat sich auch das Kaufverhalten der Kunden hin zu mehr Orientierung an explizit kundenspezifischen Produkten und Dienstleistungen verändert. Kunden formulieren ihre Anforderungen in Form einer gewünschten Lösung, die sowohl Sach- als auch Dienstleistungen beinhaltet, ohne diese getrennt voneinander zu betrachten. Damit rücken der Kunde und dessen Anforderungen zunehmend in den Mittelpunkt zukünftiger Produkt- und Dienstleistungsentwicklungen. Im Wettbewerb produzierender Unternehmen sowie Dienstleistungsanbietern zeichnet sich daher ein Paradigmenwechsel ab, der sich von dem traditionellen Produkt- und Dienstleistungsverständnis löst und die integrierte Betrachtung von Sach- und Dienstleistungen in Form einer kundenorientierten Gesamtlösung adressiert. Diese Gesamtlösungen werden unter dem Begriff „Produkt-Service-Systeme“ (PSS) zusammengefasst. Bisher erfolgte die Planung, Entwicklung und Erbringung von Sach- und Dienstleistungen jedoch in streng getrennten Wertschöpfungsprozessen. Beide Leistungen unterliegen in Lebensdauer, Ausprägung und Flexibilität den Randbedingungen des erstellenden bzw. erbringenden Unternehmens und werden lediglich für den Markt addiert. Die Forderung der Kunden nach Gesamtlösungen bedingen neue Prozesse für die Leistungsentwicklung und -erbringung sowie neue Management-Konzepte für Produkt-Service-Systeme. Dieser Beitrag beschreibt neue Lösungsansätze für ein Lifecycle Management von PSS mit dem Schwerpunkt der Kundenorientierung. Zunächst wird der Begriff des Produkt-Service-Systems definiert, die wissenschaftliche Fragestellung einer Lifecycle Managementlösungen für PSS erläutert und der Stand heutiger Product Lifecycle Managementansätze dargelegt. Im Anschluss wird ein Lösungsansatz für ein PSS Lifecycle Management mit dem Schwerpunkt der Kundenorientierung vorgestellt.

**Stichwörter:** Produkt-Service-Systeme (PSS), Lifecycle Management, Kundennutzen, Kundenfeedbackmanagement, Sach- und Dienstleistungen

## Lifecycle management of product service systems (PSS) for maximum customer benefit

**Abstract:** *In the course of the individualisation of products and the constant change towards a service society, the boundaries between material goods and services are becoming increasingly blurred. In both the consumer goods and capital goods industries, the proportion of product-related services and the range of total solutions that include goods and services is growing daily. With an increasingly broad product range, the purchasing behaviour of customers has also changed towards more orientation towards explicitly customer-specific products and services. Customers formulate their requirements in the form of a desired solution that includes both goods and services without considering them separately. This means that the customer and his requirements are increasingly becoming the focus of future product and service developments. In the competitive environment of manufacturing companies and service providers, a change of paradigm is therefore emerging that is moving away from the traditional understanding of products and services and addresses the integrated consideration of material and services in the form of a customer-oriented overall solution. These total solutions are summarized under the term "Product Service Systems" (PSS). Until now, however, the planning, development and provision of goods and services has been carried out in strictly separate value-added processes. In terms of service life, characteristics and flexibility, both services are subject to the boundary conditions of the company that created or provided them and are only added together for the market. The customers' demand for complete solutions requires new processes for the development and provision of services as well as new management concepts for product service systems. This article describes new solutions for lifecycle management by PSS with a focus on customer orientation. First, the concept of the product service system is defined, the scientific question of a lifecycle management solution for PSS is explained and the status of today's product lifecycle management approaches is presented. Subsequently, a solution approach for a PSS Lifecycle Management with the emphasis of the customer orientation is presented.*

**Keywords:** Product Service Systems (PSS), Lifecycle Management, Customer Benefits, Customer feedback management, material and services

OLAF ANEDRSEN, FRAUNHOFER IFAM, INSTITUTSTEIL DRESDEN, WINTERBERGSTR. 28, 01277 DRESDEN

## Zelluläres Metall – ein konstruierter Werkstoff

**Inhalt:** *Der Beitrag stellt verschiedene Zelluläre Metallische Werkstoffe (ZMW) vor und zeigt, dass es den ZMW nicht gibt, sondern je nach Einsatzfall ein geeignetes Material ausgewählt werden muss. ZMW können aufgrund ihrer einstellbaren inneren Struktur – daher der Begriff "Konstruierter Werkstoff" - das verfügbare Eigenschaftsprofil der Werkstoffe erweitern. Sie unterscheiden sich je nach Herstellverfahren hinsichtlich Grundwerkstoff, innerer Struktur, Homogenität und Isotropie. Für eine bestimmte Mesostruktur lassen sich in der Regel einfache Skalierungsgleichungen finden, die eine Vielzahl von Werkstoffeigenschaften wie E-Modul, Festigkeiten, elektrische und thermische Leitfähigkeiten in Abhängigkeit von den Grundwerkstoffwerten und der relativen Dichte voraussagen. Sie eignen sich sehr gut für die Abschätzung von Bauteileigenschaften. Einsatzbeispiele für ZMW lassen sich grob in strukturelle und funktionelle Anwendungen unterscheiden. Ihre Vorteile können ZMW jedoch meist nur dann ausspielen, wenn neben den strukturellen auch funktionelle Anforderungen auftreten. Ein gutes Beispiel hierfür sind Anwendungen im Werkzeugmaschinenbau, wo neben der tragenden häufig auch eine dämpfende Funktion gefordert ist. Die vorgestellten Anwendungen umfassen den Querbalken einer Fräsmaschine (gebaute Konstruktion aus Stahlblech-Aluminiumschaum-Sandwich und ausgeschäumten Hohlprofilen), einen Crash-Absorber für Stadtbahnwagen (Kombinationsbauteil aus PU- und Aluminiumschaum) sowie ein Bauteil zur Unschädlichmachung von Explosionsgasen (gesinterte Struktur aus schmelzextrahierten metallischen Kurzfasern).*

**Stichwörter:** Werkstoffeigenschaften, Zelluläres Metall, Aluminiumschaum, Faserstrukturen

## Cellular metal - a constructed material

**Abstract:** *The article presents various cellular metallic materials (MWM) and shows that MWM does not exist, but that a suitable material must be selected depending on the application. Due to their adjustable internal structure - hence the term "constructed material" - ZMW can extend the available property profile of the materials. Depending on the manufacturing process, they differ in terms of base material, internal structure, homogeneity and isotropy. For a certain mesostructure, simple scaling equations can usually be found which predict a multitude of material properties such as modulus of elasticity, strengths, electrical and thermal conductivities as a function of the base material values and the relative density. They are very well suited for the estimation of component properties. Application examples for ZMW can be roughly divided into structural and functional applications. However, the advantages of ZMW can usually only be exploited if, in addition to structural requirements, functional requirements also arise. A good example of this are applications in machine tool construction, where a damping function is often required in addition to the load-bearing function. The applications presented include the cross beam of a milling machine (constructed construction of sheet steel-aluminium foam sandwich and foamed hollow sections), a crash absorber for light rail vehicles (combination component of PU and aluminium foam) and a component for rendering explosion gases harmless (sintered structure of melt-extracted metallic short fibres).*

**Keywords:** *Material properties, cellular metal, aluminium foam, fibre structures*

STEPHAN KLEIN, CHRISTIAN DAMIANI, JÖRN EWALD, GUNNAR KÜHNE, JOHANN OTTEN  
FACHHOCHSCHULE LÜBECK, ZENTRUM FÜR BIOMEDIZINTECHNIK, LÜBECK, MARTIN SCHMIDT,  
MÖLLER-WEDEL GMBH, WEDEL, ABOLGHASSEM SEPEHRNIA, CLEMENS HOSPITAL GMBH,  
MÜNSTER, ALF GIESE, UNIVERSITÄTSKLINIKUM SCHLESWIG-HOLSTEIN, CAMPUS LÜBECK,  
KLINIK FÜR NEUROCHIROLOGIE

## Verbesserung der Ergonomie eines Operationsmikroskops durch einen berührungslosen Bewegungssensor

**Inhalt:** *Konventionelle Stative für OP-Mikroskope ermöglichen dem Chirurgen eine komfortable freie Positionierung des Mikroskops im Raum. Das Gewicht der Mikroskope ist mit Gegengewichten kompensiert. Daher weisen diese Stative ein hohes Gewicht auf und beanspruchen eine große Stellfläche im Operationssaal. Dieser Beitrag beschreibt die Entwicklung eines neuartigen motorischen Stativs für ein Operationsmikroskop, das direkt und einfach am OP-Tisch befestigt werden kann. Damit wird die Nutzung des OP flexibilisiert, da die konventionellen Stative wegen ihres großen Gewichtes und des großen Platzbedarfes nicht kurzfristig aus dem OP entfernt werden können. Nach dem Aufbau eines Funktionsmusters wurden erste Anwendungsstudien im OP durchgeführt. Dabei zeigte sich, dass das ursprüngliche Bedienkonzept mit einer sogenannten 3-D-Maus unter Anwendungsgesichtspunkten inakzeptabel ist, da der Operateur zur Bedienung des Mikroskops weiterhin seine Arbeit unterbrechen muss. Um die Bedienung des Mikroskops zu verbessern, wurde anschließend ein berührungslos arbeitender Sensor entwickelt, der die Kopfbewegung des Chirurgen aufnimmt, damit das Mikroskop diesen Bewegungen in zwei Achsen folgt. Der Beitrag beschreibt die Wirkungsweise des Sensors und erste Ergebnisse der Anwendung. An dieser Mensch-Maschine-Schnittstelle sind jedoch weitere Arbeiten erforderlich, da der Sensor selektiv aktiviert werden muss, um zu verhindern, dass das Mikroskop unwillkürlichen Bewegungen des Chirurgen automatisch folgt. Gegenwärtiger Schwerpunkt der Arbeiten ist daher die gezielte Aktivierung des Sensors.*

**Stichwörter:** *Medizintechnik, Operationsmikroskope, Bewegungssensor, Stativ*

## **Improvement of the ergonomics of a surgical microscope by a non-contact motion sensor**

**Abstract:** *Conventional tripods for operating microscopes enable the surgeon to position the microscope comfortably and freely in the room. The weight of the microscopes is compensated by counterweights. These tripods have a high weight and require a large footprint in the operating room. This article describes the development of a novel motorized tripod for an operating microscope that can be attached directly and easily to the operating table. This makes the use of the OR more flexible, as the conventional tripods cannot be removed from the OR at short notice due to their heavy weight and large space requirements. After the construction of a functional model, the first application studies were carried out in the operating theatre. This showed that the original operating concept with a so-called 3-D mouse is unacceptable from an application point of view, as the surgeon still has to interrupt his work to operate the microscope. In order to improve the operation of the microscope, a non-contact sensor was subsequently developed which records the head movement of the surgeon so that the microscope follows these movements in two axes. The article describes the effectiveness of the sensor and the first results of its application. However, further work is required on this man-machine interface because the sensor must be selectively activated to prevent the microscope from automatically following involuntary movements of the surgeon. The current focus of the work is therefore the targeted activation of the sensor.*

**Keywords:** *medical technology, surgical microscopes, motion sensor, tripod*

DR.-ING. FRANK ENGELMANN, DIPL.-ING. DANIEL SOHN, DIPL.-ING. RAMONA TRÄGER,  
OTTO-VON-GUERICKE-UNIVERSITÄT MAGDEBURG

## **Konstruktionsmethodik als Hilfe bei der Konstruktion von Gehäusen der Zündschutzart „druckfeste Kapselung“**

**Inhalt:** *Der Explosionsschutz findet überall dort Anwendung, wo explosionsfähige Atmosphären vorhanden sind oder sich bilden können. Ziel ist es, eine Explosion, die durch den Einsatz von elektrischen oder nichtelektrischen Betriebsmitteln hervorgerufen werden kann, zu vermeiden. Diese auch als sekundärer Explosionsschutz bezeichnete Vorgehensweise bedingt, dass derartige Betriebsmittel nach genau definierten und genormten Wirkprinzipien ausgeführt werden. Elektrische Betriebsmittel müssen in so genannten Zündschutzarten ausgeführt werden. Eine Zündschutzart, die eine Explosion innerhalb eines Gehäuses zulässt, aber ein unkontrolliertes Ausströmen des stark erwärmten explosiven Gemisches nach außen verhindert, ist die druckfeste Kapselung. Bei der Konstruktion von elektrischen Betriebsmitteln kommen die IEC 60079 Teil 0 und Teil 1 zur Anwendung. Die dazugehörige Normenreihe ist gleichzeitig die Grundlage dafür, dass Unternehmen, die elektrische Betriebsmittel für explosionsgefährdete Bereiche herstellen und die Vorgaben dieser Norm einhalten, eine Konformitätserklärung für ihre Produkte erstellen dürfen. Diese Norm enthält aber lediglich grobe Kennwerte für die Konstruktion. Dadurch entstehen häufig Konstruktionsfehler, die erst bei den Baumusterprüfungen in den offiziellen Prüfstellen, wie zum Beispiel der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt, erkannt werden. Konstruktionsfehler sind dann die Ursache für hohe Änderungskosten. In diesem Beitrag sollen erste Ergebnisse und weitere Wege aufgezeigt werden, wie Konstruktionsfehler durch die Nutzung der Konstruktionsmethodik minimiert werden können. Dabei sollen methodische Hilfsmittel wie Checklisten, Konstruktionskataloge oder Gestaltungsrichtlinien zur Anwendung kommen, um den Konstrukteur bei seiner Arbeit zu unterstützen. Das ist eine wesentliche Voraussetzung dafür, ein Over- bzw. Under-Engineering zu vermeiden und die Entwicklungskosten gering zu halten.*

**Stichwörter:** *Konstruktionsmethodik; Gestaltungsrichtlinien; Explosionsschutz; Druckfest; Kapselung*



## **Design methodology as an aid in the design of enclosures of type of protection "flameproof enclosure".**

**Abstract:** Explosion protection is used wherever explosive atmospheres are present or can form. The aim is to avoid an explosion that can be caused by the use of electrical or non-electrical equipment. This procedure, also referred to as secondary explosion protection, means that such equipment must be designed in accordance with precisely defined and standardised operating principles. Electrical equipment must be designed in so-called ignition protection types. A type of protection that permits an explosion within an enclosure but prevents an uncontrolled outflow of the highly heated explosive mixture to the outside is flameproof enclosure. IEC 60079 Part 0 and Part 1 are applied in the design of electrical equipment. The associated series of standards is also the basis for companies that manufacture electrical equipment for potentially explosive atmospheres and comply with the requirements of this standard being allowed to draw up a declaration of conformity for their products. However, this standard only contains rough characteristic values for the design. This often results in design errors that are only detected during type tests in the official test centres, such as the Physikalisch-Technische Bundesanstalt. Design errors are then the cause of high modification costs. In this article, the first results and further ways of minimizing design errors by using the design methodology will be presented. Methodical aids such as checklists, design catalogues or design guidelines are to be used to support the designer in his work. This is an essential prerequisite for avoiding over- or under-engineering and keeping development costs low.

**Keywords:** Construction methodology; design guidelines; explosion protection; flameproof; encapsulation

SVEN-JÖRG BROCKOP, OTTO-VON-GUERICKE-UNIVERSITÄT MAGDEBURG

## **PEMOS – Produktentwicklung mit Open Source**

**Inhalt:** Mit dem Entstehen und Wachsen des Internets entstanden neue Möglichkeiten des Informationsaustausches zu verschiedensten Interessengebieten und Aktivitäten. Im Internet werden alle Bereiche des Lebens berührt. Der Austausch von Wissen und Ideen führt nicht nur in der Softwareentwicklung zur Entstehung vollständiger (Open-Source-) Produkte. Im Rahmen dieses Beitrages soll eine Untersuchung vorgestellt werden, in der der Frage nachgegangen wurde, wie eine praktische Umsetzung der Idee der Open Source in der Produktentwicklung aussehen kann. Es wird von der Einrichtung eines Diskussionsforums und den damit gesammelten Erfahrungen berichtet. Letztlich werden die daraus abgeleiteten Vorgehensweisen vorgestellt.

**Stichwörter:** Internetcommunity, Ideenfindung, Produktentwicklung, Open Source

## **PEMOS - Product Development with Open Source**

**Abstract:** With the emergence and growth of the Internet, new opportunities arose for the exchange of information on a wide variety of areas of interest and activities. In the Internet all areas of life are touched. The exchange of knowledge and ideas not only leads to the development of complete (open source) products in software development. In the context of this contribution an investigation is to be presented, in which the question was examined, how a practical conversion of the idea of the Open SOURCE in the product development can look like. It is reported about the establishment of a discussion forum and the experiences gained with it. Finally, the procedures derived from it will be presented.

**Keywords:** Internet Community, Idea Finding, Product Development, Open Source

PROF. DR.-ING. ANDREAS GEBHARDT, DIPL.-DES. FRANK-MICHAEL SCHMIDT , FH AACHEN, FACHBEREICH MASCHINENBAU UND MECHATRONIK

## **Farbige Prototypen als Werkzeug für den Konstrukteur**

**Inhalt:** *Physische Prototypen, also Anschauungs- und Funktionsmodelle nach den generativen oder Rapid Prototyping (RP) Verfahren haben sich in diesem Zusammenhang vor allem als Hilfsmittel zur effektiven Kommunikation und zur Evaluierung von Produkteigenschaften einen festen Platz in der Produktentstehung erworben. Die positiven Effekte der etablierten RP Verfahren sind unumstritten. Einfachere, schnellere und wirtschaftlichere Maschinen (Prototyper, Fabrikator), vor allem auch für die Büroumgebung, geben neue Impulse im Sinne der Optimierung der heutigen Verfahren. Eine neue Dimension verspricht die Option „Farbe“ der bisher fast ausschließlich monochromen Modelle. Ist Farbe nur „nice to have“ oder welchen Effekt haben farbige Modelle als Werkzeug von Konstrukteuren und Produktentwicklern? Welche Perspektiven bietet „Farbe“ darüber hinaus?*

**Stichwörter:**

## **Coloured prototypes as a tool for the designer**

**Abstract:** *In this context, physical prototypes, i.e. visual and functional models based on generative or rapid prototyping (RP) processes, have acquired a firm place in product development, especially as tools for effective communication and evaluation of product properties. The positive effects of the established RP methods are undisputed. Simpler, faster and more economical machines (prototyper, fabricator), especially for the office environment, give new impulses in the sense of optimizing today's processes. A new dimension is promised by the "colour" option of the previously almost exclusively monochrome models. Is colour just "nice to have" or what effect do coloured models have as tools for designers and product developers? What other perspectives does "color" offer?*

**Keywords:**

RALPH STELZER, BERNHARD SASKE, TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN

## **Aufbau und Funktionalität eines CAD-Arbeitsplatzes unter Nutzung der Virtuellen Realität**

**Inhalt:** *Virtuelle Realität (VR) hat bereits in ausgesuchten Bereichen der Industrie, wie z.B. den Entwicklungsabteilungen Einzug gehalten. Allerdings wird diese Technologie bisher vor allem aus Kostengründen zumeist in großen Unternehmen (z.B. der Automobilindustrie) eingesetzt. Durch die allgemeine Preisentwicklung der Hardware, als auch durch die Verfügbarkeit neuer Geräte mit einer vereinfachten Nutzung (Brillen-lose 3D-Bildschirme), steht diese Technologie aber zunehmend auch für kleinere Unternehmen zur Verfügung. Dem Einsatz steht dort jedoch noch immer der hohe Aufwand bei der Bereitstellung der erforderlichen Daten und die fehlende Integration in den laufenden Entwicklungsprozess entgegen. Im Beitrag wird eine Lösung vorgestellt, die einen konventionellen 3D-CAD-Arbeitsplatz um eine VR-Komponente ergänzt. Bei dieser bidirektionalen Integration werden außer der bekannten Visualisierung der Geometrie auch die Bewegungssimulation sowie die Darstellung nicht-geometrischer Informationen aus dem Produktdatenmanagement ermöglicht.*

**Stichwörter:** *Computer Aided Design (CAD) , Virtual Reality (VR), Produktdatenmanagement (PDM)*

## **Structure and functionality of a CAD workstation using virtual reality**

**Abstract:** *Virtual reality (VR) has already found its way into selected areas of industry, such as development departments. However, this technology has so far mainly been used in large companies (e.g. the automotive industry) for cost reasons. Due to the general price development of the hardware, as well as the availability of new devices with a simplified use (glasses-free 3D screens), this technology is increasingly also available for smaller companies. However, the high cost of providing the necessary data and the lack of integration into the ongoing development process still stand in the way of its use. The paper presents a solution that adds a VR component to a conventional 3D CAD workstation. With this bidirectional integration, in addition to the familiar visualization of the geometry, motion simulation and the representation of non-geometric information from product data management are also possible.*

**Keywords:** *Computer Aided Design (CAD) , Virtual Reality (VR), Product Data Management (PDM)*

PROF. DR.-ING. HABIL. HANS-JOCHEN GÜNTHER, HOCHSCHULE WISMAR, HOCHSCHULE FÜR TECHNIK, WIRTSCHAFT UND GESTALTUNG, FACHBEREICH MASCHINENBAU / VERFAHRENS- UND UMWELTTECHNIK

## **Einsatz von Methoden und Software zum Erzielen innovativer Lösungen, vorgestellt am Fallbeispiel**

**Inhalt:** Zielstellung der Produktdefinition / Produktentwicklung ist die Absicherung einer hohen Wahrscheinlichkeit für „Starke Lösungen“, verbunden mit der Vermeidung unnötiger Fehlversuche. Damit werden die Entwicklungszeiten deutlich verkürzt. An einem ausgewählten Fallbeispiel wird der gezielte Einsatz von Methoden und Verfahren zur Lösungsfindung, unterstützt durch Softwaretool und Internetzugängen, dargestellt. Der Methodeneinsatz erfolgt in mehreren Hauptschritten (siehe Bild 1). Der Lösungsablauf beginnt mit einer umfassenden Problemanalyse bei aktiver Einbeziehung der Auftraggeber mittels der verfügbaren CAI-Portale. Die Recherchen des aktuellen Wissensstandes werden zuverlässig durchgeführt, vor allem mittels der „DECOPA-Analyse- und Wissensbasis“ /6/ und der Software „KnowLedgist“ /5/. Die Abstraktion der Problemstellung und der Erarbeitung von abstrakten Lösungsideen erfolgt in den nächsten Hauptschritten durch einen ganzheitlichen Einsatz der widerspruchorientierten Lösungsmethode TRIZ. Die Bausteine Widerspruchslösungen, ARIZ /1/, Datenbanken der Effekte und Ressourcen, Stoff-Feld- und Systemanalyse werden nach den gegebenen Erfordernissen eingesetzt. Der Einsatz aller Bausteine ist nicht zwingend erforderlich. Es wird gezeigt, dass alle Bausteine letztendlich zu den gleichen Abstraktionen führen. Erforderlich ist jedoch eine Kombination mit den systematischen (Konstruktionsmethodik nach VDI) und teilweise intuitiven Lösungsmethoden. Im letzten Hauptschritt, der Konkretisierung sowie Bewertung der Lösungsideen wird wieder die „Corporate Innovation“, auch zur Einbeziehung unabhängiger Experten, genutzt.

**Stichwörter:** Corporate Innovation, Internet, TRIZ, ARIZ, Feuerbeständigkeit

## **Use of methods and software to achieve innovative solutions, presented by case study**

**Abstract:** The objective of product definition / product development is to ensure a high probability of "strong solutions", combined with the avoidance of unnecessary unsuccessful attempts. This significantly shortens development times. A selected case study illustrates the targeted use of methods and procedures for finding solutions, supported by software tools and Internet access. The methods are applied in several main steps (see Figure 1). The solution process includes a comprehensive problem analysis with active involvement of the client by means of the available CAI portals. Research into the current state of knowledge is carried out reliably, above all using the "DECOPA analysis and knowledge base" /6/ and the "KnowLedgist" software /5/. The abstraction of the problem and the elaboration of abstract solution ideas succeed in the next main steps by a holistic application of the contradiction-oriented solution method TRIZ. The building blocks contradiction solutions, ARIZ /1/, databases of effects and resources, substance field and system analysis are used according to the given requirements. The use of all building blocks is not mandatory. It is shown that all building blocks ultimately lead to the same abstractions. However, a combination with the systematic (construction methodology according to VDI) and partly intuitive solution methods is required. In the last main step, the concretisation and evaluation of the solution ideas, the "Corporate Innovation" is used again, also for the involvement of independent experts.

**Keywords:** Corporate Innovation, Internet, TRIZ, ARIZ, Fire Resistance

## **Modelle des menschlichen Hirns zur Bewertung und Planung von Entlastungskraniektomien**

**Inhalt:** Die posttraumatische Hirnschwellung führt im Falle eines konservativ nicht zu beherrschenden erhöhten Hirndrucks zu schweren neurologischen Defiziten bis zum möglichen Versterben der Patienten. Eine chirurgische Therapie besteht in einer Entfernung des Schädelknochens und Erweiterungsplastik der Hirnhaut (Entlastungskraniektomie) zu einem hinreichend frühen Zeitpunkt, um die Hirndruckverhältnisse positiv zu beeinflussen [Pie2002].

In der Neurochirurgischen Klinik Bochum wird eine Hemikraniektomie entsprechend der bei den malignen Hirninfarkten etablierten Technik durchgeführt [Alb2003]. In anderen Ländern werden bei Traumen bifrontale Kraniektomien mit Durchtrennung des frontalen basalen Ansatzes der Falx cerebri mit guten postoperativen Ergebnissen verwendet [Whi2001]. Mit Hilfe von Rechnersimulationen soll Aufschluss über den Verlauf der Entstehung von Schwellungszuständen nach Schädel-Hirn-Traumen gewonnen werden. Gleichzeitig ist beabsichtigt, die verschiedenen Kraniektomieformen zu evaluieren, um so im Sinne einer Therapieplanung die für die jeweilige Schwellungslokalisation bestgeeignete Form der operativen Entlastung zu finden. Hierzu wurde im Umfeld des UZMT (Universitätszentrum für Medizintechnik) an der Ruhr-Universität Bochum eine Arbeitsgruppe aus Neurochirurgen und Ingenieuren gebildet. Das Ziel dieser Kooperation besteht in der bereits genannten Entwicklung einer rechnergestützten Simulation von intrakraniellen Druckanstiegen bei traumatischen Läsionen. Während die Bildung eines numerischen Modells eine primär ingenieurwissenschaftliche Arbeit darstellt, kann die Interpretation der Ergebnisse nur interdisziplinär gemeinsam mit den Neurochirurgen vorgenommen werden.

**Stichwörter:** Entlastungskraniektomie, Geometriemodell, FEM-Simulation, Therapieplanung

## **Models of the human brain for evaluation and Planning of relief craniectomies**

**Abstract:** Posttraumatic cerebral swelling leads to severe neurological deficits in the case of a conservatively uncontrollable increased cerebral pressure, up to the possible death of the patients. Surgical therapy consists in the removal of the cranial bone and the enlargement of the meninges (relief craniectomy) at a sufficiently early stage to positively influence the cerebral pressure conditions [Pie2002].

At the Neurosurgical Clinic Bochum a hemicraniectomy is performed according to the technique established for malignant cerebral infarctions [Alb2003]. In other countries bifrontal craniectomies with separation of the frontal basal approach of Falx cerebri with good postoperative results are used in trauma [Whi2001]. With the help of computer simulations, information on the course of the development of swelling states after craniocerebral trauma is to be obtained. At the same time, it is intended to evaluate the different forms of craniectomy in order to find the most suitable form of surgical relief for the respective swelling localization in terms of therapy planning. For this purpose, a working group of neurosurgeons and engineers was formed in the environment of the UZMT (University Centre for Medical Technology) at the Ruhr University Bochum. The aim of this cooperation is to develop a computer-aided simulation of intracranial pressure increases in traumatic lesions. While the formation of a numerical model is primarily engineering work, the interpretation of the results can only be carried out interdisciplinarily together with the neurosurgeons.

**Keywords:** Relief craniectomy, geometry model, FEM simulation, therapy planning

HENDRIK KLEIN, KLAUS BRÖKEL, UNIVERSITÄT ROSTOCK

## **Parametrische Modellierung anthropometrischer Daten am Beispiel der menschlichen Orbita**

***Inhalt:** Verfahren zur Digitalisierung, die auf der Auswertung von Computertomographie-Daten basieren, werden in der Medizintechnik immer häufiger verwendet. Ihr Einsatz scheint grenzenlos. Aufgrund des niedrigen Auflösungsvermögens der Computertomographie und der Strahlenbelastung für die Patienten ist ihr Einsatz jedoch nicht immer sinnvoll bzw. möglich. Besonders in Regionen, in denen die geometrische Ausdehnung von Knochenmaterialien unterhalb bzw. nahe dem Auflösungsvermögen der Computertomographie liegt, ist die Anwendung dieser Verfahren nicht sinnvoll. Ziel dieses Beitrags ist deshalb die Verwendung der parametrischen Modellierung unter Zuhilfenahme anthropometrischer Daten und Messdaten zu diskutieren. Das Vorgehen und erste Erfolge werden am Beispiel der menschlichen Orbita (knöcherner Apparat der Augenhöhle) gezeigt.*

**Stichwörter:** Anthropometric, Orbita, Parametric, Computer Aided Design

## **Parametric modelling of anthropometric data using the human orbit as an example**

***Abstract:** Digitization methods based on the evaluation of computed tomography data are increasingly being used in medical technology. Their use seems limitless. However, due to the low resolution of computed tomography and the radiation exposure of patients, its use is not always sensible or possible. Particularly in regions where the geometric expansion of bone materials is below or close to the resolution of computed tomography, the application of these procedures is not useful. The aim of this article is therefore to discuss the use of parametric modelling with the aid of anthropometric data and measurement data. The procedure and first successes are shown by the example of the human orbit (bony apparatus of the orbit).*

**Keywords:** Anthropometric, Orbita, Parametric, Computer Aided Design

MICHAEL MORR, HORST IDELBERGER, THOMAS MINOR, BIANCA BETZ, INSTITUT FÜR KONSTRUKTION, FACHBEREICH MASCHINENTECHNIK, UNIVERSITÄT SIEGEN

## **Einsatz virtueller Versuchstechniken zur Entwicklung von Fahrwerksbauteilen in der Krafftfahrzeugtechnik**

***Inhalt:** Aufgrund stetig wachsender Kundenansprüche bezüglich Sicherheit, Qualität und Komfort von Produkten, ergibt sich für die Fahrzeugindustrie die Notwendigkeit einer noch stärkeren Optimierung ihrer Entwicklungsprozesse. Als Maßnahme zur Erreichung dieses Zieles bietet sich die Entwicklung und der Einsatz neuartiger, theoretischer und experimenteller Verfahren an, mit deren Hilfe sich Konstruktionen unter ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten zuverlässig bemessen lassen. Ein wichtiges Werkzeug hierbei ist die numerische Simulationstechnik, die es dem Anwender erlaubt, komplexe technische Systeme und Prozesse auf kostengünstige Art und Weise während der Konstruktionsphase in Bezug auf eine Bauteiloptimierung zu untersuchen. Das virtuelle Prototyping, als Oberbegriff für viele verschiedene numerische Simulationsverfahren, verspricht kürzere Entwicklungszeiten, niedrigere Entwicklungskosten und ausgereifte Produkte, welche sich durch hohe Qualität und Funktionalität auszeichnen. Als Teilgebiet des virtuellen Prototypings können die virtuellen Versuchstechniken angesehen werden. Sie basieren auf Methoden des „Design of Experiments“ und sind aus der Verknüpfung von (realer) experimenteller Versuchstechnik mit den Verfahren der numerischen Simulationstechnik heraus entstanden. Die virtuellen Versuchstechniken entwickeln sich auch gerade für sicherheitsrelevante Bauteile immer mehr zu einem wesentlichen Bestandteil der Prototypenentwicklung [DITT02; MORR01].*

**Stichwörter:** Simulationstechnik, Versuchstechnik, virtuelle Produktentwicklung, Betriebsfestigkeit, Regelungstechnik.

## Use of virtual test techniques for the development of chassis components in automotive technology

**Abstract:** Due to constantly growing customer demands regarding safety, quality and comfort of products, the automotive industry needs to further optimize its development processes. As a measure to achieve this goal, the development and use of novel, theoretical and experimental methods is an ideal way of reliably measuring designs from an economic and ecological point of view. An important tool here is numerical simulation technology, which allows the user to examine complex technical systems and processes in a cost-effective way during the design phase with regard to component optimization. Virtual prototyping, as a generic term for many different numerical simulation methods, promises shorter development times, lower development costs and mature products that are characterized by high quality and functionality. The virtual test techniques can be regarded as a subarea of virtual prototyping. They are based on methods of the "Design of Experiments" and are the result of the combination of (real) experimental test techniques with numerical simulation techniques. Virtual testing techniques are increasingly becoming an essential part of prototype development, especially for safety-relevant components [DITT02; MORR01].

**Keywords:** Simulation technology, test technology, virtual product development, fatigue strength, Control engineering.

RALPH STELZER, WOLFGANG STEGER, TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN

## Präsentation einer historischen Schiffsdampfmaschine mit Virtual Reality

**Inhalt:** Dampfmaschinen hatten bis ins erste Drittel des 20. Jahrhunderts eine große Bedeutung als Antriebsmaschine. In Museen und technischen Denkmälern üben sie als Ausstellungsstücke starke Anziehungskraft und Faszination aus. Obwohl grundlegende Funktionsweise und prinzipieller Aufbau von Dampfmaschinen für technisch interessierte Personen Allgemeinwissen darstellen, sind funktionelle und konstruktive Details - beispielsweise der Steuerung - kaum in diesem Maße bekannt. Im Rahmen der Neukonzeption der Schifffahrtsausstellung des Verkehrsmuseums Dresden soll eine Schiffsdampfmaschine Blickfang der Exposition werden. Der Schauwert eines derartigen Objektes wird durch begleitende und ergänzende Text- und Bilddarstellungen oder Modelle wesentlich erhöht. Da ein Betreiben der Maschine aus technischen und wirtschaftlichen Gründen unmöglich ist, ist die Verdeutlichung der Funktion nur mit solchen Hilfsmitteln zu schaffen. Unter den gegenwärtigen Bedingungen einer zunehmend erschwinglichen VR- (Virtual Reality) Darstellung, beispielsweise in Form einer Stereoprojektion mit interaktiven Animationen/Simulationen, wird auch diese Technik einsetzbar. In Zusammenarbeit zwischen der TU Dresden und dem Verkehrsmuseum Dresden wurde das beschriebene Projekt durchgeführt, um notwendige Aufwände und erzielbare Präsentationsgewinne zu beurteilen.

**Stichwörter:** Virtual Reality, Dampfmaschine, Museum

## Systematic material selection in vehicle development

**Abstract:** Until the first third of the 20th century, steam engines were of great importance as propulsion engines. In museums and technical monuments they exert a strong attraction and fascination as exhibits. Although the basic function and basic structure of steam engines represent general knowledge for people interested in technology, functional and constructive details - such as the control system - are hardly known to this extent. As part of the new conception of the shipping exhibition of the Verkehrsmuseum Dresden, a ship steam engine will be the eye-catcher of the exhibition. The visual value of such an object is considerably increased by accompanying and supplementary text and image representations or models. Since the operation of the machine is impossible for technical and economic reasons, the clarification of the function can only be achieved with such aids. Under the present conditions of an increasingly affordable VR (Virtual Reality) presentation, for example in the form of a stereo projection with interactive animation/simulations, this technology can also be used. In cooperation between the TU Dresden and the Verkehrsmuseum Dresden, the described project was carried out in order to assess necessary efforts and achievable presentation gains.

**Keywords:** Virtual reality, steam engine, museum

ASSOC. PROF DR. FERENC APRÓ, PH.D. STUDENT LEVENTE CZÉGÉ, UNIVERSITÄT MISKOLC, LEHRSTUHL FÜR MASCHINENELEMENTE

### **Geschwindigkeitsregelung durch verbundene planetarische Zahnrad-Ansteuersysteme**

***Inhalt:** Der Artikel untersucht durch die Ermittlung des möglichen Leistungsflusses der zwangsläufigen gekoppelten Zahnradumlaufgetriebe, welcher Leistungsfluss zweckmäßig gewählt werden sollte, und in welchem Leistungsweig man die stufenlosen oder stufenweisen Regelgetriebe koppeln sollte, wenn man einen entsprechenden Regelbereich und optimalen Wirkungsgrad des gekoppelten Systems erreichen will. Der Artikel erwähnt auch mehrläufigen gekoppelte Getriebe, die aus normalen Getrieben, Differentialgetrieben, Freilaufen und in einigen Fällen aus Steuergliedern zusammengestellt werden. Unter bestimmten Bedingungen können diese Getriebe die stufenlose Geschwindigkeitsregelung ohne den Einbau eines stufenlosen Regelgetriebes durch Selbstregelung verwirklichen.*

***Stichwörter:** Planetengetriebe, gekoppeltes Getriebe, stufenloses Getriebe, selbstregelndes Getriebe*

### **Speed control by connected planetary gear drive systems**

***Abstract:** The article examines by determining the possible power flow of the positively coupled gearwheels which power flow should be chosen appropriately, and in which power branch the continuously variable or stepwise variable speed gears should be coupled if a corresponding control range and optimum efficiency of the coupled system is to be achieved. The article also mentions multi-speed coupled gearboxes, which are composed of normal gearboxes, differential gearboxes, freewheels and in some cases control elements. Under certain conditions, these gearboxes can provide continuously variable speed control without the installation of a continuously variable transmission by self-regulation.*

***Keywords:** Planetary gear, coupled gear, continuously variable gear, self-regulating gear*

PROF. P.M. PADOLE, M. TECH. R.V.UDDANWADIKER, VISVESVARAYA NATIONAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY, M. D. S. HARSHAWARDHAN ARYA, CAND-ING. J. WETZEL, OTTO-VON-GUERICKE-UNIVERSITÄT MAGDEBURG

### **Eine Anwendung der Finite Elemente Methode auf die Prothetik**

***Inhalt:** Moderne Humanmedizin wäre ohne die Anwendung hochspezialisierter Verfahren und Ausrüstungen, die auf den Grundlagen der Technik basieren, undenkbar. Die Finite Elemente Methode (FEM) ermöglicht in diesem Zusammenhang Probleme der Zahnheilkunde weit effizienter als bisher möglich, auszuwerten und zu optimieren. In der vorliegenden Arbeit wird die Finite Elemente Methode an Hand einer prothetischen Wiederherstellung eines Zahnes vorgestellt. Hier zeigt sich auch ein wesentlicher Vorteil der FEM. Mit ihr ist man in der Lage, eine Vielzahl an strukturellen Objekten, einschließlich Bio-substanzen zu berechnen. Zur Überprüfung des funktionellen Zustandes des wiederhergestellten Zahnes, ist in der Zahnmedizin die so genannte IN-VITRO Prüfung Stand der Technik. Bei dieser Prüfmethode wird der Zahn einem Bruchtest unter verschiedenen mechanischen Belastungen unterzogen. Im Gegensatz zur IN-VITRO Prüfung, kann bei der FEM Berechnung ein wesentlich realistischeres Belastungskollektiv zur Überprüfung generiert werden. Werden die Ergebnisse der FEM Berechnung für kompatibel mit der IN-VITRO Untersuchung befunden, so können die gesamten praktischen Schwierigkeiten der INVITRO Prüfung umgangen werden. Ziel aller Anstrengungen bei der Anwendung der FEM-Berechnung im Bereich der Zahnmedizin ist es jedoch, den Gebrauch der IN-VITRO Prüfung einzuschränken respektive zu vermeiden, da es sich hierbei um eine von Natur aus zerstörende Prüfung handelt. Damit kann die zahnmedizinische Behandlung bequem und exakt durchgeführt werden.*

***Stichwörter:***

## An application of the finite element method to prosthetics

**Abstract:** Modern human medicine would be inconceivable without the application of highly specialized procedures and equipment based on the fundamentals of technology. In this context, the Finite Element Method (FEM) enables problems in dentistry to be evaluated and optimized far more efficiently than has previously been possible. In this paper, the Finite Element Method is presented on the basis of a prosthetic restoration of a tooth. Here also a substantial advantage of the FEM is shown. With FEM it is possible to calculate a large number of structural objects, including biosubstances. To check the functional condition of the restored tooth, the so-called IN-VITRO test is the state of the art in dentistry. With this test method, the tooth is subjected to a fracture test under various mechanical loads. In contrast to the IN-VITRO test, the FEM calculation can generate a much more realistic load spectrum for testing. If the results of the FEM calculation are found to be compatible with the IN-VITRO test, all the practical difficulties of the IN-VITRO test can be avoided. However, the aim of all efforts in the application of the FEM calculation in dentistry is to limit or avoid the use of the IN-VITRO test, as it is a destructive test by nature. This allows dental treatment to be carried out comfortably and accurately.

**Keywords:**

PROF. DR.-ING. K.-H. GROTE, OTTO-VON-GUERICKE-UNIVERSITÄT MAGDEBURG, DIPL.-ING. J. ŠULC, DIPL.-ING. S. GRONWALD, FRAUNHOFER INSTITUT FABRIKBETRIEB UND -AUTOMATISIERUNG

## Intelligente Bauteile – Integration von mechatronischen Elementen in prototypische Bauteile

**Inhalt:** Das vorgestellte Projekt leistet einen Beitrag zur Machbarkeitsbewertung für die Entwicklung von Methoden für die konstruktions- und fertigungsgerechte Integration sensorischer Komponenten in prototypische Bauteile. Wesentliche Aspekte bilden dabei die Erarbeitung geeigneter Modelle für die CAD-Datenaufbereitung unterschiedlicher Sensorkonzepte und deren fertigungstechnische Umsetzung im Bauteil. Der Funktionsnachweis des neuartigen Konzeptes erfolgte am Beispiel eines Polierwerkzeuges für die Präzisionsbearbeitung optischer Linsen. In das Polierwerkzeug wurden Sensoren integriert, die eine in-process Messwerterfassung von Druck und Temperatur im Polierprozess ermöglichen. Gleichzeitig wurden Lösungen zur Positionierung, Anbindung und der Datenübertragung zur Steuereinheit entwickelt. Der Grundkörper des Werkzeuges wurde mittels LLM- Technologie hergestellt und die Funktionsschicht anschließend zusammen mit den Sensorelementen im Vakuumguss erzeugt. Gegenüber einem Standardwerkzeug weist das Hybridwerkzeug ein geringeres Gewicht auf, das verwendete Material und die Aufbringungsmethode der Funktionsschicht ermöglicht mit relativ geringem Aufwand verschiedene Sensoren und Datenleitungen zu integrieren. Am Polierwerkzeug wurden Piezokeramiken, Piezofaser, DMS und PVDFolien erprobt. Die Ergebnisse zeigen, dass die Integration von sensorischen Komponenten in prototypische Bauteile sowohl einstufig mittels generativer Verfahren (LLM) als auch mehrstufig (Vakuumgießen, GFK) realisierbar ist und reproduzierbare Ergebnisse liefert. Der Mehrwert für die Industrie besteht in der Bereitstellung einer Technologie, die im Produktentwicklungsprozess eine sehr frühzeitige Erfassung beanspruchungsgerechter Auslegungsdaten für die Zielbauteile zulässt. Dadurch wird eine erhöhte Flexibilität zwischen den Schritten Konstruktion und Beanspruchungsanalyse erzielt. Hierdurch kann die Anzahl der Iterationsschleifen und somit der physischen Prototypen reduziert und eine Kostenminderung und Entwicklungsbeschleunigung erreicht werden.

**Stichwörter:** Konstruktionsmethodik, Rapid Prototyping, Sensorik, Materialverbund, Vakuumgießen



## Intelligent components - integration of mechatronic elements into prototypical components

**Abstract:** The presented project makes a contribution to the feasibility assessment for the development of methods for the integration of sensor components into prototypical components in a way that is appropriate for design and production. Essential aspects are the development of suitable models for the CAD data preparation of different sensor concepts and their production-technical implementation in the component. The functional verification of the new concept was carried out using the example of a polishing tool for the precision machining of optical lenses. Sensors have been integrated into the polishing tool to enable in-process measurement of pressure and temperature in the polishing process. At the same time, solutions for positioning, connection and data transmission to the control unit were developed. The basic body of the tool was produced using LLM technology and the functional layer was then produced in vacuum casting together with the sensor elements. Compared to a standard tool, the hybrid tool has a lower weight, the material used and the method of application of the functional layer make it possible to integrate various sensors and data lines with relatively little effort. Piezo ceramics, piezo fibers, strain gages and PVD films were tested on the polishing tool. The results show that the integration of sensory components into prototypical components can be realized in a single step using generative methods (LLM) as well as in several steps (vacuum casting, GRP) and delivers reproducible results. The added value for the industry lies in the provision of a technology that allows the early recording of load-related design data for the target components in the product development process. This results in increased flexibility between the design and stress analysis steps. This reduces the number of iteration loops and thus the number of physical prototypes and achieves cost reduction and development acceleration.

**Keywords:** Design methodology, rapid prototyping, sensor technology, composite materials, vacuum casting

DIPL.-INFORM. MICHAEL EICHMANN

## Informationen zu neuen Entwicklungen auf dem Gebiet des Rapid Prototyping von der Firma RTC

**Inhalt:** Die Produktlinie von Objet ermöglicht im Design und Engineering die Zeiten in der Produktentwicklung erheblich zu reduzieren. Kunden von Objet sind in Nordamerika, Europa, Asien und Australien zu finden. Viele von ihnen sind bedeutende Unternehmen aus den Märkten der Automobilindustrie, Elektronik/Elektrotechnik, Feinmechanik, Spielwaren, Medizin, Haushaltswaren, Schuhindustrie, Schmuckindustrie, Ausbildung und vielen anderen Branchen.

???

**Stichwörter:**

### Information on new developments in the field of rapid prototyping from RTC

**Abstract:** Objet's product line enables design and engineering to significantly reduce product development times. Objet customers can be found in North America, Europe, Asia and Australia. Many of them are major companies from the automotive, electrical/electrical engineering, precision engineering, toy, medical, household, footwear, jewelry, education and many other industries.

**Keywords:**

???

MSME. STANLEY BAKSI, PROF. DR.-ING. KARL-HEINRICH GROTE, DR.-ING. FRANK ENGELMANN, DIPL.-ING. AXEL BOESE, OTTO-VON-GUERICKE-UNIVERSITÄT MAGDEBURG

## Der parametrische Femur

**Inhalt:** Der Femur ist der größte und am stärksten ausgebildete Knochen im Skelett des Menschen. Er verbindet die Hüfte mit dem Knie und ermöglicht die Beugung, Streckung, Abspreizung sowie Drehung des Beines im Hüftgelenk. Der Femur wird bei nahezu allen Bewegungen des Menschen, wie zum Beispiel Laufen, Rennen oder Springen beansprucht. Für einen künstlichen Ersatz des Hüft- oder Kniegelenkes ist die Kenntnis der geometrischen Form des Femur wichtig. Dieser Beitrag präsentiert ein parametrisches Modell des Femur, das durch ein mathematisches Gleichungssystem definiert ist. Das Modell kann durch Veränderung der Parameter an die individuelle Gestalt eines analysierten menschlichen Knochens angepasst werden. Als Test des parametrischen Modells wurde ein realer Femur digitalisiert und die daraus gewonnene Punktwolke unter Verwendung von NURBS in eine Oberfläche überführt. Das Oberflächenmodell wurde dann als Referenz für einen parametrisch angepassten Femur genutzt, um Fehler zwischen den Modellen festzustellen. Ein parametrisches Modell eines Knochens könnte zur schnelleren Behandlung von knöchernen Defekten eines Patienten genutzt werden. Der Chirurg kann das Einsetzen eines Implantates vor der Operation an dem künstlichen Knochen üben und die Form des Implantates an den individuellen Knochen anpassen. In dieser Vorstufe des parametrischen Modells werden die Parameter separat berechnet und anschließend in das Modell eingefügt. Ziel soll es sein, diesen Vorgang zu automatisieren.

**Stichwörter:** Femur, Parametrisches Model, Rekonstruktion

## The parametric femur

**Abstract:** The femur is the largest and most strongly developed bone in the human skeleton. It connects the hip with the knee and enables flexion, stretching, spreading and rotation of the leg in the hip joint. The femur is used in almost all human movements, such as running, running or jumping. For an artificial replacement of the hip or knee joint, knowledge of the geometric shape of the femur is important. This paper presents a parametric model of the femur defined by a mathematical system of equations. The model can be adapted to the individual shape of an analyzed human bone by changing the parameters. As a test of the parametric model, a real femur was digitized and the point cloud obtained was transformed into a surface using NURBS. The surface model was then used as a reference for a parametrically adjusted femur to detect errors between the models. A parametric model of a bone could be used for faster treatment of bony defects of a patient. The surgeon can practice placing an implant on the artificial bone prior to surgery and adapt the shape of the implant to the individual bone. In this preliminary stage of the parametric model, the parameters are calculated separately and then inserted into the model. The aim is to automate this process.

**Keywords:** Femur, Parametric Model, Reconstruction

DIPL.-ING. H.-P. DAHM, DIPL.-INF. BJÖRN VOIGT, DIPL.-BW. RAFAEL GATZKA, TGM GMBH SOFTWARE UND DIENSTLEISTUNGEN, BERLIN

## Computer Aided Weightmanagement aus der Praxis

**Inhalt:** *Fahrzeughersteller unterliegen heutzutage härteren Anforderungen hinsichtlich der Überwachung von Eigenmasse, Zuladung und Lastverteilung in Abhängigkeit von der Schwerpunktlage bestimmter Baugruppen. Bei Beginn eines Fahrzeugprojektes stehen kaum konkrete Material- oder Konstruktionsdaten zur Verfügung, die eine Masse- oder Schwerpunktberechnung auf Grundlage der 3D-CAD Volumenmodellierung zulassen. In diesem Zusammenhang wird das computerunterstützte Gewichtsmanagement (Computer Aided Weightmanagement - CAW) gerade in Hinblick auf eine sinnvolle Abschätzung von Risiken und Einsparpotenzialen immer bedeutender. Schon während der Fahrzeugprojektplanung müssen mögliche Fertigungsverfahren und Werkstoffe mit den statischen und dynamischen Konstruktionsanforderungen abgeglichen werden (Frontloading). Im Mittelpunkt steht die Kostenoptimierung von Leichtbaukonzepten in Klein- und Groß-Serie bei möglichst hoher Transparenz. Dabei unterliegen Fahrzeughersteller unterschiedlichen Anforderungen.*

**Railmotive:** *Von der Bahnindustrie verlangen die Verkehrsunternehmen, gerade im Zusammenhang mit niedrigen Life-Cycle-Costs, immer geringere Fahrzeugmassen, die dennoch bezahlbar sind.*

**Automotive:** *Die Automobilhersteller müssen leichtere Fahrzeuge konstruieren, um bei größerer Fahrzeugausstattung gleiche oder niedrigere Treibstoffkosten bieten zu können. Hierbei spielt besonders die Wirtschaftlichkeit bei hoher Fertigungsstückzahl eine große Rolle.*

**Aviation:** *Im Flugzeugbau ist die konsequente Anwendung von Leichtbauprinzipien unabdingbar, da um jedes Kilogramm an Zuladung gerungen wird. Gerade für die Luft- und Raumfahrtindustrie sind längere Durchlaufzeiten, geringere Automatisierungsgrade, komplexere Strukturen und Kleinserien charakteristisch [1]. Das Leergewicht eines Flugzeuges ist für den potenziellen Käufer eine kostspielige Hypothek, denn die „tote“ Masse muss über das ganze Flugzeugleben transportiert werden. Aber nicht nur das: Ein Kilogramm Mehrgewicht an Flugzeugleermasse zieht in der Regel ein weiteres Kilogramm Gesamtgewicht nach sich. Dieser Schneeballeffekt (iterativer Effekt) wird z.B. durch größere Flugzeug-Steuerflächen und zusätzliche strukturelle Verstärkungen kompensiert. In der Folge muss der geänderte Lastenhaushalt mit dem Kräfteund Momentengleichgewicht abgestimmt werden [2]. Es besteht großes Interesse, bereits im Entwurfsstadium die Auswirkungen der Systeme, ihrer Architektur und Technologie auf das spätere Flugzeug vorhersagen zu können [3].*

**Stichwörter:** *Computer Aided Weightmanagement (CAW), Gewichtsmanagement, CAE, Variantenmanagement, Lieferantenmanagement*

## Computer Aided Weight Management in Practice

**Abstract:** *Nowadays, vehicle manufacturers are subject to stricter requirements with regard to the monitoring of mass, payload and load distribution depending on the center of gravity of certain assemblies. At the start of a vehicle project, hardly any concrete material or design data is available that would allow a mass or centre of gravity calculation based on 3D-CAD volume modeling. In this context, Computer Aided Weight Management (CAW) is becoming increasingly important, especially with regard to a meaningful assessment of risks and potential savings. Even during vehicle project planning, possible manufacturing processes and materials must be compared with static and dynamic design requirements (frontloading). The focus is on cost optimization of lightweight construction concepts in small and large series with maximum transparency. Vehicle manufacturers are subject to different requirements.*

**Railmotive:** *Especially in connection with low life-cycle costs, transport companies are demanding ever smaller vehicle masses from the railway industry, which are nevertheless affordable.*

**Automotive:** *Automotive manufacturers must design lighter vehicles in order to be able to offer the same or lower fuel costs with larger vehicle equipment. In this context, economic efficiency plays a particularly important role with high production quantities.*

**Aviation:** *In aircraft construction, the consistent application of lightweight construction principles is indispensable, as every kilogram of payload is being wrested. Particularly for the aerospace industry, longer throughput times, lower levels of automation, more complex structures and small series are characteristic [1]. The empty weight of an aircraft is a costly mortgage for the potential buyer, because the "dead" mass must be transported over the entire life of the aircraft. But that's not all: one kilogram of extra weight of empty aircraft usually entails another kilogram of total weight. This snowball effect (iterative*

effect) is compensated, for example, by larger aircraft control surfaces and additional structural reinforcements. As a result, the changed load balance must be adjusted to the equilibrium of forces and moments [2]. There is great interest in being able to predict the effects of the systems, their architecture and technology on the future aircraft at the design stage [3].

**Keywords:** Computer Aided Weight Management (CAW), Weight Management, CAE, Variant Management, Supplier Management

PIOTR GENDARZ, SCHLESISCHE TECHNISCHE UNIVERSITÄT IN GLIWICE

### **Zuordnung $\delta$ im Modulbildungsprozess**

**Inhalt:** Hauptproblem des Fertigungsgerechten Konstruierens ist die Serienproduktion sicherzustellen. Neuartige Anforderungen im Konstruktionsprozess und in der Fertigungsvorbereitung fordern nicht nur die Einführung neuzeitlicher Konstruktionslösungen, sondern auch den Einsatz bestimmter technischer Mittel, die ein breites Spektrum von möglichen Bedürfnissen berücksichtigen. Dies ist durch Anwendung von Modulsystemen in der Konstruktion möglich. Im Vortrag wird die Problematik der Serienproduktion auf Grund der Aggregation von Abessungswerten angenommen. Aggregation hat Einfluss auf die Konstruktionsmodule im Modulsystem, so besteht Möglichkeit eine größere Anzahl von Gesamtkonstruktionen mit einer begrenzten Anzahl von Konstruktionsmodulen zu bilden.

**Stichwörter:** Systeme von Konstruktionsmodulen, hierarchische und iterative Klassifikation, Aggregation.

### **Assignment $\delta$ in the module formation process**

**Abstract:** The main problem of design for production is to ensure series production. New requirements in the construction process and in the production preparation require not only the introduction of modern construction solutions, but also the use of certain technical means, which consider a wide spectrum of possible needs. This is possible by using Mo-dul systems in the construction. In the lecture the problems of serial production based on the aggregation of dimensional values will be discussed. Aggregation has influence on the construction modules in the module system, so it is possible to build a larger number of total constructions with a limited number of construction modules.

**Keywords:** Systems of construction modules, hierarchical and iterative classification, agreement.

OLGA KUSHNARENKO, OTTO-VON-GUERICKE-UNIVERSITÄT MAGDEBURG

### **Möglichkeiten der Qualitätsverbesserung von Rapid Manufacturing-Bauteilen durch Laserstrahlabtragen**

**Inhalt:** Rapid Prototyping (RP) Technologien haben sich für die Herstellung von End-Produkten (Rapid Manufacturing (RM)) aus einer breiten Palette von Materialien etabliert. Die Qualitätsanforderungen an den RP-Prozess und an die RP-Erzeugnisse sind teilweise ausreichend, aber in den meisten Fällen müssen Nachbearbeitungstechnologien verwendet werden (Bild 1 [1]), um die Qualität der Geometrie und der Oberfläche zu verbessern. Die RP-Technologien haben meistens drei wesentliche Nachteile: erstens entsteht so genannter Treppen-Effekt am Bauteil, zweitens weisen eine hohe Rauheit auf, die sich öfters als Welligkeit darstellt, und, drittens entstehen häufig nicht geschlossene Poren im Bauteilvolumen (Bild 2, 3, 4). Diese Nachteile entstehen durch viele Einflussfaktoren, z.B. Aufbastrategie und Positionierung des Werkstückes im Bauraum, Belichtungsstrategie und -geschwindigkeit, Pulvereigenschaften (chemische Zusammensetzung, Korngrößen, Form, physikalische Eigenschaften), Laserstrahlqualität, Prozessparameter usw. Diese Einflussfaktoren müssen optimiert werden, je nachdem welche Eigenschaften man vom Bauteil erwartet. Man kann z.B. bestimmte metallurgische Eigenschaften lokal erzeugen, das heißt, eine dreidimensional steuerbare Metallurgie, oder durch Laserleistung den Schmelz-Prozess beeinflussen [2].

**Stichwörter:** Rapid Manufacturing, Nachbearbeitungstechnologie, Qualität, Laserstrahlabtragen

## Possibilities of improving the quality of Rapid Manufacturing components by laser beam ablation

**Abstract:** Rapid Prototyping (RP) technologies have established themselves for the manufacture of end products (Rapid Manufacturing (RM)) from a wide range of materials. The quality requirements for the RP process and the RP products are sometimes sufficient, but in most cases post-processing technologies must be used (Figure 1 [1]) to improve the quality of the geometry and the surface. RP technologies usually have three major disadvantages: firstly, they produce a so-called staircase effect on the component; secondly, they exhibit a high degree of roughness, which is more often seen as waviness; and thirdly, they often produce unclosed pores in the component volume (Figs. 2, 3, 4). These disadvantages result from many influencing factors, e.g. construction strategy and positioning of the workpiece in the installation space, exposure strategy and speed, powder properties (chemical composition, grain size, shape, physical properties), laser beam quality, process parameters, etc. These influencing factors must be optimized depending on the properties expected of the component. For example, certain metallurgical properties can be generated locally, i.e. a three-dimensionally controllable metallurgy, or the melting process can be influenced by laser power [2].

**Keywords:** Rapid manufacturing, finishing technology, quality, laser ablation

DETLEF MARKUS, UWE KLAUSMEYER, PHYSIKALISCH-TECHNISCHE BUNDESANSTALT, FRANK ENGELMANN, KEK GMBH

## Druckfest gekapselte Gasmess- und Gaswarngeräte für explosionsgefährdete Bereiche

**Inhalt:** Die Überwachung brennbarer Gase durch Gaswarngeräte kann die Bildung explosionsfähiger Atmosphäre verhindern. Dabei kommen in den Gaswarngeräten verschiedene Messprinzipien zum Einsatz, welche z.B. auf der katalytischen Verbrennung des zu analysierenden Gasgemisches beruhen. Damit ein Gaswarngerät bei einer Messung nicht selbst als Zündquelle wirkt und damit eine Explosion auslöst, muss es für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen entsprechend der Europäischen Richtlinie 94/9/EG einem Konformitätsbewertungsverfahren unterzogen werden. Eine Möglichkeit, den sicheren Betrieb gemäß der Richtlinie zu gewährleisten, bietet die Zündschutzart „Druckfeste Kapselung“. Bei dieser Zündschutzart sind Geräte und Teile, die eine explosionsfähige Atmosphäre zünden können, in einem Gehäuse eingeschlossen, welches bei einer Explosion im Inneren dem Explosionsdruck standhalten und eine Ausbreitung der Explosion auf die das Gehäuse umgebende explosionsfähige Atmosphäre sicher verhindern muss. Gaswarngeräte besitzen im Allgemeinen Atmungseinrichtungen, die es ermöglichen, das zu analysierende Gasgemisch im Inneren des druckfesten Gehäuses mit einem Prüfsensor in Kontakt zu bringen. Die Wechselwirkung der Atmungseinrichtungen mit dem bei einer Explosion austretenden heißen, reaktiven Gasgemisch ist in Hinblick auf die Flammenlöschung von besonderer Bedeutung. In diesem Beitrag werden die Anforderungen an die porösen Strukturen der Atmungseinrichtungen vorgestellt, die im Rahmen eines von der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungseinrichtungen geförderten Forschungsprojektes detailliert untersucht werden. Ein Verbesserung der Konstruktion von Gaswarngeräten unter methodischen Gesichtspunkten wird in Hinblick auf die durch das Konformitätsbewertungsverfahren erforderlichen Prüfungen und Zertifizierungen erläutert. Durch die im Forschungsprojekt gewonnenen Erkenntnisse wird auch eine Individualisierung der Produktion von Gaswarngeräten für sehr spezielle Anwendungen unterstützt.

**Stichwörter:** Explosionsschutz, Gasmessgeräte, Konstruktionsmethodik, Gestaltungsrichtlinien

## **Flameproof encapsulated gas measuring and warning devices for potentially explosive atmospheres**

**Abstract:** *The monitoring of flammable gases by gas detectors can prevent the formation of explosive atmospheres. Various measuring principles are used in the gas detectors, which are based, for example, on the catalytic combustion of the gas mixture to be analysed. In order for a gas detector not to act as an ignition source during a measurement and thus trigger an explosion, it must be subjected to a conformity assessment procedure in accordance with European Directive 94/9/EC for use in potentially explosive atmospheres. One way of ensuring safe operation in accordance with the directive is to use the "flameproof enclosure" type of protection. With this type of protection, devices and parts that can ignite an explosive atmosphere are enclosed in an enclosure which must withstand the explosion pressure in the event of an internal explosion and reliably prevent the explosion from spreading to the explosive atmosphere surrounding the enclosure. Gas detectors generally have breathing devices which enable the gas mixture to be analysed to be brought into contact with a test sensor inside the pressure-resistant housing. The interaction of the respiratory devices with the hot reactive gas mixture escaping in an explosion is of particular importance with regard to flame extinguishing. In this article, the requirements on the porous structures of the respiratory devices are presented, which are investigated in detail within the framework of a research project funded by the Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungseinrichtungen. An improvement of the design of gas detectors from a methodological point of view is explained with regard to the tests and certifications required by the conformity assessment procedure. The knowledge gained in the research project also supports the individualisation of the production of gas detectors for very special applications.*

**Keywords:** *Explosion protection, gas measuring instruments, construction methodology, design guidelines*

DIPL.-ING. (FH) DIRK SIEBRECHT, BERUFSAKADEMIE SACHSEN, STAATLICHE  
STUDIENAKADEMIE DRESDEN

## **Anwendungsmöglichkeiten von 3D-Lasermess- und Scansystemen für den Möbel-/ Innenausbau und die Restauration**

**Inhalt:** *Vielerorts entstehen gute Produkte, eine Fülle von Ideen wird in die Tat umgesetzt. Dennoch sind es vielleicht oftmals die besonderen, die pfiffigen Lösungen, die nicht hergestellt werden, da sich die mit viel Aufwand hergestellten Prototypvarianten nicht so ohne weiteres mit industriellen Mitteln reproduzieren lassen. Die Formgebung ist oftmals zu komplex und mit herkömmlichen Mitteln und Methoden nur sehr schwer oder gar nicht zu beschreiben – genau das ist jedoch eine Voraussetzung, um industriell und kostengünstig fertigen zu können. Der Aufwand, der vielfach noch betrieben werden muss, um annähernd exakte Aufmassdaten zu bekommen ist erheblich – muss das auch zukünftig so sein?! Moderne Technologien, verbunden mit der Anwendungsbereitschaft und den Ideen der Nutzer, stellen Möglichkeiten zur Verfügung, diese genannten Hemmnisse und Schwierigkeiten zu überwinden und zu einer technisch ausgereiften handwerklichen und industriell reproduzierbaren Lösung zu gelangen!*

**Stichwörter:**

## **Possible applications of 3D laser measurement and scanning systems for furniture/interior design and restoration**

**Abstract:** *In many places, good products are created and a wealth of ideas are put into practice. Nevertheless, it is perhaps often the special, the clever solutions that are not produced, because the prototype variants produced at great expense cannot be reproduced so easily by industrial means. The shaping is often too complex and with conventional means and methods only very difficult or not at all to describe - exactly this is however a condition, in order to be able to manufacture industrially and economically. The effort, which has to be put in many cases in order to obtain approximate exact measurement data is considerable - will this be the case in the future as well? Modern technologies, combined with the readiness for application and the ideas of the users, provide possibilities to overcome these mentioned obstacles and difficulties and to reach a technically mature and industrially reproducible solution!*

**Keywords:**

DIPL.-ING. ZUZANA ŠKULTÉTYOVÁ, PROF. DR.-ING. KARL-H. GROTE, DR.-ING. FRANK ENGELMANN, OTTO-VON-GUERICKE-UNIVERSITÄT MAGDEBURG

## **Generelle methodische Vorgehensweise bei der Werkstoffsauswahl für ein biomedizinisches Produkt**

**Inhalt:** *Ein Haupteinsatzgebiet für biomedizinische Produkte ist die Humanmedizin. Mit Hilfe derartiger Produkte kann Patienten ein Stück Lebensqualität zurückgegeben werden. Aus technischer Sicht besitzen die biomedizinischen Produkte ein hochspezifisches Anforderungsprofil. Während der Entwicklung sind vom Konstrukteur eine Vielzahl von speziellen Randbedingungen (z. B. biokompatible Werkstoffe, Sterilisationskriterien, etc.) zu beachten. Zurzeit steht die Industrie hinsichtlich Kosten und Innovationsgeschwindigkeit, kürzerer Entwicklung und Produktlaufzeiten unter einem permanenten Druck. Die Potentiale erfordern eine effektive Strategie zur Entwicklung eines Produkts. Das generelle Vorgehen beim Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte erfolgt momentan in Anlehnung an die VDI-Richtlinie 2221. Die Anforderungen an Medizinprodukte sind in den harmonisierten und einschlägigen Normen für Medizinprodukte beschrieben. Allerdings ist bisher keine universelle methodische Vorgehensweise verfügbar, die das systematische Konstruieren der biomedizinischen Produkte ermöglichen. Um eine unzureichende oder zu weit reichende Auswahl eines Werkstoffes zu vermeiden entstand die Anforderung, den Entscheidungsprozess für diese Produkte weiter zu spezifizieren. Das Ziel der Arbeit ist eine Zusammenstellung von charakteristischen Kennzeichen, um eine systematische Auswahl eines Werkstoffes für ein biomedizinisches Produkt zu ermöglichen. Ein weiterer Aspekt ist die Erarbeitung von Hilfsmitteln zur methodischen Anwendung in Form von z. B. Checklisten und Katalogen. Die entwickelte Vorgehensweise und die Hilfsmittel sollen es dem Konstrukteur ermöglichen, die Aufgabenstellung im Hinblick aller Anforderungen effektiv zu strukturieren und eine optimale Werkstoffauswahl für das zu entwickelnde biomedizinische Produkt zu treffen. Mit einer sorgfältigen Werkstoffauswahl können zusätzliche Konstruktionsschritte und mechanische, physikalische und chemische Produktprüfungen sowie in-vitro-, in-vivo-Untersuchungen und klinische Studie am Menschen vermindert werden.*

**Stichwörter:** *Produktentwicklung, Hilfsmittel zur methodischen Anwendung, biomedizinische Produkte, Werkstoffauswahl*

## General methodical procedure for the selection of materials for a bi-medical product

**Abstract:** A main field of application for biomedical products is human medicine. With the help of such products, patients can be given back a piece of their quality of life. From a technical point of view, biomedical products have a highly specific requirement profile. During development, the designer has to consider a multitude of special boundary conditions (e.g. biocompatible materials, sterilization criteria, etc.). Currently, the industry is under permanent pressure with regard to costs and innovation speed, shorter development times and product lifetimes. The potentials require an effective strategy for the development of a product. The general procedure for developing and constructing technical systems and products is currently based on VDI Guideline 2221. The requirements for medical devices are described in the harmonized and relevant standards for medical devices. However, so far no universal methodological approach is available that allows the systematic design of biomedical products. In order to avoid an insufficient or too far-reaching selection of a material, the requirement arose to further specify the decision-making process for these products. The aim of the work is to compile characteristic features in order to enable a systematic selection of a material for a biomedical product. A further aspect is the development of aids for methodical application in the form of e.g. checklists and catalogues. The developed procedure and the aids should enable the designer to structure the task effectively with regard to all requirements and to make an optimal material selection for the biomedical product to be developed. With a careful selection of materials, additional design steps and mechanical, physical and chemical product tests as well as in vitro, in vivo and clinical studies on humans can be reduced.

**Keywords:** Product development, tools for methodical application, biomedical products, choice of material

ÁGNES TAKÁCS, UNIVERSITÄT MISKOLC, FAKULTÄT FÜR MASCHINENBAU, V. JAHRGANG,  
LÁSZLÓ KAMONDI, UNIVERSITÄT MISKOLC, LEHRSTUHL FÜR MASCHINENELEMENTEN, UNI-  
VERSITÄTSDOZENT

## Computer adaptierte Konstruktionsmethode für die konzeptionelle Konstruktion eines Laufbands

**Inhalt:** Der Artikel darstellt mit Computer gehilfte Planungsmethod ein, welche mit klassischen Regeln der methodische Maschinenplanung kombiniert mit individueller Funktionen ermöglichen die Generierung der Funktionstrukturen. Die Behandlung der kombinatorischen Explosion wird mit der Hilfe in der Zykluskern arbeitend Regelbestandes was in den Microsoft Visual Basic.NET entwickelt wurde zur Ausführung bringen. Die selbst entwickelte Programm bildet eine Script Datensatz, womit das AutoDesk Mechanical Desktop 6.0 Programm automatisch versinnlicht das 3D Modell mit dem gegebene Funktionsstruktur ordnend Anlage.

**Stichwörter:** Methodische Maschinenplanung, Produktplanung, Funktionstrukturen, CAD, AutoCAD

## Computer adapted construction method for the conceptual construction of a treadmill

**Abstract:** The article presents a computer-assisted planning method, which combined with classical rules of mathematical machine planning and individual functions enable the generation of functional structures. The treatment of combinatorial explosion is carried out with the help of the rule set working in the cycle core which was developed in Microsoft Visual Basic.NET. The self-developed program forms a script dataset, with which the AutoDesk Mechanical Desktop 6.0 program automatically generates the 3D model with the given functional structure by arranging the equipment.

**Keywords:** Methodical machine planning, product planning, functional structures, CAD, AutoCAD



DIPL.-ING. RAMONA TRÄGER, DIPL.-ING. DANIEL SOHN, OTTO-VON-GUERICKE-UNIVERSITÄT MAGDEBURG, DR.-ING. FRANK ENGELMANN, KEK GMBH, M.SC. HA DONG KIM, PHYSIKALISCH-TECHNISCHE BUNDESANSTALT (PTB), BRAUNSCHWEIG

## **Fehleranalyse bei der konstruktiven Gestaltung von Gehäusen der Zündschutzart "Druckfeste Kapselung"**

**Inhalt:** Ziel des primären und des sekundären Explosionsschutzes ist die Sicherheit von Mensch und Maschine. Eine genormte Sicherheitsmaßnahme des sekundären Explosionsschutzes ist die Ausführung von elektrischen Betriebsmitteln in der Zündschutzart "Druckfeste Kapselung" ("d"). Bei dieser Zündschutzart ist eine Explosion im Gehäuse des Betriebsmittels erlaubt bzw. wird in diesem eingeschlossen. Es darf aber keine Übertragung der Explosion in die explosionsgefährdete Atmosphäre der umliegenden Umgebung stattfinden. Druckfest gekapselte Gehäuse müssen den hohen Anforderungen unmittelbarer Sicherheitstechnik erfüllen. Bei der Konstruktion und Herstellung dieser Gehäuse sind zahlreiche Vorgaben zu beachten. Die Anforderungen werden entsprechend dem Gefährungsgrad im Einsatzbereich definiert. Die Normen DIN EN 60079 Teil 0 (VDE 0170/0171 Teil 1) [1] und DIN EN 60079 Teil 1 (VDE 0170/0171 Teil 5) [2] legen die Konstruktion, Prüfung und Kennzeichnung von elektrischen Betriebsmitteln der Zündschutzart "d" fest. Bevor druckfest gekapselt ausgeführte Betriebsmittel auf den Markt gebracht werden dürfen, müssen sie zunächst die Baumusterprüfung bestehen. Trotz der Einhaltung der Normen zeigen sich im Verlauf dieser Prüfung häufig Schwachstellen und Fehler in der Konstruktion. Diese müssen in einem meist sehr zeit- und kostenintensiven Prozess behoben werden. Im Hinblick auf diese Problematik ist es das Ziel dieser Arbeit, die häufigsten Konstruktionsfehler und deren Ursachen zu ermitteln und Ansätze zu ihrer Vermeidung vorzustellen.

**Stichwörter:** Explosionsschutz, Druckfeste Kapselung, Konstruktionsmethodik.

## **Fault analysis in the structural design of enclosures of type of protection "Flameproof enclosure".**

**Abstract:** The aim of primary and secondary explosion protection is the safety of man and machine. A standardized safety measure of secondary explosion protection is the design of electrical equipment in the type of protection "Flameproof enclosure" ("d"). With this type of protection, an explosion is permitted or enclosed in the enclosure of the equipment. However, the explosion must not be transmitted to the potentially explosive atmosphere of the surrounding environment. Flameproof enclosures must meet the high requirements of direct safety engineering. Numerous specifications must be observed in the design and manufacture of these enclosures. The requirements are defined according to the degree of risk in the area of use. The standards DIN EN 60079 Part 0 (VDE 0170/0171 Part 1) [1] and DIN EN 60079 Part 1 (VDE 0170/0171 Part 5) [2] define the design, testing and marking of electrical operating equipment of type of protection "d". Before flameproof equipment can be placed on the market, it must first pass the type examination. Despite compliance with the standards, weak points and faults in the design often become apparent in the course of this test. These have to be eliminated in a process that is usually very time-consuming and cost-intensive. With regard to this problem, the aim of this work is to determine the most frequent design faults and their causes and to present approaches for avoiding them.

**Keywords:** Explosion protection, flameproof enclosure, design methodology.