

# Digitale Werkzeugkette zur leichtbauoptimierten Auslegung von schnelllaufenden, ebenen Mechanismen

Nils Brückmann\*; Burkhard Corves\*; Mathias Hüsing\*; Kai-Uwe Schröder\*\*; Raphael Cleven\*

\* RWTH Aachen University, Institut für Getriebetechnik, Maschinendynamik und Robotik  
brueckmann@igmr.rwth-aachen.de

\*\* RWTH Aachen University, Institut für Strukturmechanik und Leichtbau

## Kurzfassung

Im Rahmen dieses Beitrags soll die Idee einer digitalen Werkzeugkette vorgestellt werden, die die Methoden der Mechanismensynthese, Belastungsanalyse und Strukturoptimierung modellbasiert miteinander verbindet und es somit ermöglicht, in einer signifikant kürzeren Entwicklungszeit dynamisch leistungsfähigere bzw. ressourceneffizientere ebene Mechanismen zu entwickeln.

## Title / Abstract

### **Digital Tool Chain for Lightweight-optimized Design of High-speed, Planar Mechanisms.**

This contribution presents the idea of a digital tool chain that combines the methods of mechanics synthesis, load analysis and structural optimization in a model-based approach and thus enables the development of dynamically more powerful and resource-efficient planar mechanisms in a significantly shorter development time.

# Auslegung eines Wellgetriebes

Simeon Wolf\*; Vincent Brünjes\*; Mathias Hüsing\*; Burkhard Corves\*

\*RWTH Aachen University, Institut für Getriebetechnik, Maschinendynamik und Robotik  
wolf@igmr.rwth-aachen.de

## Kurzfassung

Wellgetriebe (auch Harmonic Drives genannt) sind gleichförmig hochübersetzende, koaxiale Zahnradgetriebe in denen ein flexibles, im elastischen Bereich verformtes, Zahnrad verbaut ist. Sie finden ihre Anwendung in Bereichen, die hohe Genauigkeit und Steifigkeit bei gleichzeitig geringem Gewicht und kleinen Bauraum erfordern. Der folgende Beitrag beschreibt eine softwaregestützte Auslegung dieser Getriebe. Basierend auf der Getriebekinematik wird dabei die konjugierte Verzahnung der Getriebebauteile generiert.

## Title / Abstract

### Design of a strain wave gearing

Harmonic Drives are uniformly high-reduction, coaxial gearboxes in which a flexible, elastically deformed gear is installed. They are used in applications where gears with high accuracy and stiffness, combined with low weight and installation space, are required. The following article outlines a software-based approach for designing these gearboxes, which involves generating the conjugate gearing of the gear components based on their kinematics.

# Nützt uns die KI beim Mechanismenentwurf?

Franz Irlinger

TU München, Lehrstuhl für Mikrotechnik und Medizingerätetechnik  
irlinger@tum.de

## Kurzfassung

Jahrzehnte lang geschah die Speicherung von Wissen mittels Bücher, Artikel, Anschauungsmodellen und durch Weitergabe in Form von Vorlesungen und Schulungen durch Experten. Zunehmend werden nun auch elektronische Medien genutzt. Aber neben der reinen Speicherung ist natürlich auch die Abrufbarkeit, Aufbereitung und Vermittlung immer wichtiger. Der Artikel versucht einen Überblick über die Aufgaben, Methoden und den aktuellen Stand der Wissensrepräsentation im Bereich des Entwurfs von Mechanismen zu geben und zu identifizieren in welchen Bereichen der Ingenieur einen Beitrag liefern könnte.

## Does AI help us with mechanism design? / Abstract

For decades, knowledge was stored in books, articles, illustrative models and passed on in the form of lectures and training courses by experts. Electronic media are now increasingly being used. However, in addition to pure storage, retrievability, processing and communication are also becoming increasingly important. This article attempts to provide an overview of the tasks, methods and current status of knowledge representation in the field of mechanism design and to identify the areas in which engineers could make a contribution.

# Automatische Konstruktion eines Viergelenkgetriebes für ein Klappmesser mithilfe der SG-Library

Markus Huber; Franz Irlinger; Tim Lüth

Technische Universität München  
Lehrstuhl für Mikrotechnik und Medizingerätetechnik  
markus.m.huber@tum.de

## Kurzfassung

Im folgenden Beitrag soll gezeigt werden, wie die automatischen Konstruktionsfunktionen der Matlab-Bibliothek SG-Library genutzt werden können, um ein Viergelenkgetriebe zu Entwerfen und zu Konstruieren. Als Anwendungsbeispiel wird hierfür ein Klapptaschenmesser verwendet. Ausgangslage für die automatische Konstruktion ist die gewünschte 2D-Kontur der Griffschale und die 2D-Klingenkotur. Diese beiden Konturen sind notwendig, um passende Gestellpunkte auf der Griffschale und Anlenkpunkte auf der Klinge zu finden. Ebenfalls werden für die Klinge zwei Posen vorgegeben, welche das Viergelenk exakt erreichen soll. Als letzte Vorgabe wird der Funktion ein Bereich übergeben, welchen die Klingenkotur nicht berühren darf, um die Sicherheit der Finger des Benutzers sicherzustellen und den Lösungsraum einzuschränken. Die Software rastert nun den Lösungsraum, berechnet alle möglichen Kombinationen und filtert diese auf ihre Tauglichkeit für den Anwendungsfall. Anschließend kann der Nutzer sich Animationen der Lösungen ansehen und seine präferierte Lösung auswählen. Da nicht alle Komponenten des Viergelenks in der selben Ebene liegen können, wird im nächsten Schritt die Schichtung der Bauteile festgelegt. Nun können alle Bauteile

# **Automatisches Folgen von Personen und Gestensteuerung für einen mobilen Roboter mithilfe von bildbasierter menschlicher Posenerkennung**

Dingzhi Zhang\*; Franz Irlinger\*, Tim C. Lüth\*

\* TU München, Lehrstuhl für Mikrotechnik und Medizingerätetechnik  
[dingzhi.zhang; irlinger; tim.lueth]@tum.de

## **Kurzfassung**

Die Komplexität der Robotersteuerung und des Bedienkonzeptes steht oft einer schnellen Verbreitung des Robotereinsatzes im Alltag entgegen. In diesem Beitrag werden intuitive Bedienmethoden für einen mobilen Roboter vorgestellt, wie das automatische Folgen des Benutzers und die Gestensteuerung unter Verwendung von bildbasierter menschlicher Posenerkennung. Die Positionsbestimmung des Benutzers relativ zum Roboter mittels Posenerkennung wird aus geometrischen Beziehungen abgeleitet. Außerdem wird in diesem Beitrag das Trainieren eines individuellen Posenklassifikators für die Gestensteuerung vorgestellt.

## **Title / Abstract**

### **Automatic Human Following and Gesture Control for a Mobile Robot using Vision-Based Human Pose Estimation**

The complexity of robot control and operation is often an obstacle to the widespread use of robots in everyday life. This paper presents intuitive control methods for a mobile robot, such as automatic human following and gesture control using vision-based human pose estimation. The determination of the user's position relative to the robot using pose

# Vier Wege zum Ball'schen Punkt

Stefan Gössner\*

\* Fachhochschule Dortmund, Fachbereich Maschinenbau  
stefan.goessner@fh-dortmund.de

## Kurzfassung

Ausgehend von der Betrachtung der Bahnkrümmung eines Punktes der bewegten Ebene wird über den Wendekreis und die Gleichung von Euler-Savary die Kreispunktkurve hergeleitet. Im Schnittpunkt dieser Kurve mit dem Wendekreis liegt der Ballsche Punkt, der von hoher praktischer Bedeutung für die Maßsynthese von Koppelmechanismen ist. In einem anschaulichen Beispiel wird das Vorgehen demonstriert und drei weiteren Verfahren gegenübergestellt.

Die Betrachtung bedient sich der symplektische Geometrie im Vektorraum  $\mathbb{R}^2$  als innovativer Ansatz.

## Titel / Abstract

### Four Ways to Ball's Point.

Discussing the curvature of a point on the moving plane, the circle-point-curve is derived via inflection circle and the equation of Euler-Savary. Ball's point, which is of high practical importance in mechanism design, lies at the point of intersection of circle-point-curve and inflection circle. There are three more ways to determine Ball's point, which are presented briefly in an illustrative mechanism example.

Symplectic geometry in vector space  $\mathbb{R}^2$  is used for the derivation as a new innovative approach.

# Untersuchung von Methoden zur Synthese von Pick-and-Place Bewegungen

Georg Steinert \*; Jens-Peter Majschak\*\*

\* TU Dresden, Professur für Verarbeitungsmaschinen/Verarbeitungstechnik  
georg.steinert.@tu-dresden.de

\*\* TU Dresden, Professur für Verarbeitungsmaschinen/Verarbeitungstechnik  
jens-peter.majschak.@tu-dresden.de

## Kurzfassung

Dieser Betrag beleuchtet Methoden zur Synthese von Bewegungen für Pick-and-Place Aufgaben. Solche Aufgaben treten in Verarbeitungsmaschinen zunehmend auf. Dabei werden je nach Anwendungsfall verschiedene Anforderungen an das Bewegungsdesign gestellt. Es existieren viele verschiedene Ansätze zur Synthese einer Pick-and-Place Bewegung. Anhand eines konkreten Anwendungsfalls werden, basierend auf einem Bewegungsplan, Bewegungsdesigns mit Hilfe der verschiedenen Methoden berechnet. Diese werden anschließend anhand verschiedener Kriterien beurteilt und eingeordnet.

## Titel / Abstract

**Investigation of methods for the synthesis of pick-and-place motions.** This article examines methods for the synthesis of motions for pick-and-place tasks. Those tasks are increasingly encountered in processing machines. Depending on the application, different aspects on the motion design are required. Consequently, there are various approaches to the synthesis of a pick-and-place motion. Based on a specific application and a motion plan, motion designs are calculated using the various methods. These are assessed and categorised using various criteria.

# Normierte Doppel-S-Profile für die Bewegungsaufgaben der VDI-Richtlinie 2143

Deborah Dietterle\*; Burkhard Alpers\*

\* Hochschule Aalen, Fakultät Maschinenbau

[deborah.dietterle@studmail.htw-aalen.de](mailto:deborah.dietterle@studmail.htw-aalen.de) bzw. [burkhard.alpers@hs-aalen.de](mailto:burkhard.alpers@hs-aalen.de)

## Kurzfassung

So genannte Doppel-S-Profile als Bewegungsfunktionen ermöglichen es, Maximalwerte von Geschwindigkeit, Beschleunigung und Ruck über einem ganzen Intervall konstant zu halten und damit höhere Spitzenwerte zu vermeiden. In normierter Form sind sie für die Bewegungsaufgaben Rast-in-Rast und Geschwindigkeit-in-Geschwindigkeit in die Neufassung der VDI-Richtlinie 2143 aufgenommen worden. Im vorliegenden Beitrag wird gezeigt, wie man Berechnungsgleichungen für die verbliebenen Bewegungsaufgaben aufstellt und durch geeignete Parameterwahl stochastisch oder interaktiv einen guten Kennwertemix erzielen kann.

## Double-S-Profiles for motion tasks in VDI 2143 / Abstract

So-called Double-S-Profiles allow to realize maximum values for velocity, acceleration and jerk over a time interval thus avoiding higher maximum values for these quantities. They have been included in the new edition of the VDI Guideline 2143 for specific motion tasks (rest-in-rest, constant velocity in constant velocity). In this contribution, it is shown how equations for the remaining motion tasks can be developed and how one can stochastically or interactively generate motion functions with a good mixture of characteristic values.

# Parameterstudie zur gezielten Rekonfiguration nachgiebiger Mechanismen

Vivien, Platl\*; Lena, Zentner\*

Technische Universität Ilmenau, Fachgebiet Mechanik Nachgiebiger Systeme

\*vivien.platl@tu-ilmenau.de

## Kurzfassung

Nachgiebige Mechanismen besitzen im gefertigten Zustand für ihre Anwendung optimale, aber unveränderliche Eigenschaften. Eine gezielte Rekonfiguration während ihres Einsatzes ermöglicht die Erschließung neuer Anwendungsgebiete. Deswegen wurden erste Parameterstudien durchgeführt, welche die Auswirkung einer gezielten kontinuierlichen Rekonfiguration auf die Eigenfrequenzen nachgiebiger Mechanismen aufzeigen sollen.

## Title / Abstract

### **Parameter study for the targeted reconfiguration of compliant mechanisms**

In their finished state, compliant mechanisms have optimal but unchangeable properties for their application. Targeted reconfiguration during their use would make it possible to open up new areas of application. For this reason, initial parameter studies were carried out to show the effect of targeted continuous reconfiguration on the natural frequencies of compliant mechanisms.

# Die Software Mechanism Developer - nun verfügbar für Lehre und Industrie

Vincent Brünjes\*; Mathias Hüsing\*; Burkhard Corves\*

\* RWTH Aachen, Institut für Getriebetechnik, Maschinendynamik und Robotik  
bruenjes@igmr.rwth-aachen.de

## Kurzfassung

Am Institut für Getriebetechnik, Maschinendynamik und Robotik der RWTH Aachen wird seit einiger Zeit die Software „Mechanism Developer“ (MechDev) zur interaktiven Auslegung und Analyse von ebenen Getrieben entwickelt [1-2] und dessen aktuelle Fortschritte regelmäßig publiziert [3-5]. Diese Software ist ab sofort allgemein verfügbar und lizenzierbar. MechDev wird sowohl für Lehrzwecke als auch für industrielle Anwendungen empfohlen. Kern der Software ist ein leistungsfähiges Analysetool zur kinematischen und kinetostatischen Analyse ebener ungleichmäßig übersetzender Getriebe, welches ständig weiterentwickelt wird.

## Titel / Abstract

### **The Software Mechanism Developer – now available for Education and Industry.**

The Institute of Mechanism Theory, Machine Dynamics and Robotics of RWTH Aachen University has been developing the "Mechanism Developer" (MechDev) software for the interactive design and analysis of planar transmissions for some time [1-2] and regularly publishes its current progress [3-5]. This software is now generally available to the public. MechDev is recommended for educational purposes as well as for industrial applications. The core features of the software constitute a

# Transversalsymmetrische Gelenke im Berechnungstool "CoMSys"

Hannes, Jahn\*; Lena, Zentner\*

\* Technische Universität Ilmenau, Fachgebiet Mechanik Nachgiebiger Systeme  
hannes.jahn@tu-ilmenau.de

## Kurzfassung

Vorgestellt wird eine Weiterentwicklung des Berechnungstools *CoMSys* [1] zur Analyse und Optimierung von nachgiebigen Mechanismen. Das auf der Theorie großer Verformungen stabförmiger Strukturen basierende Programm ist ein effizientes Werkzeug um nachgiebige Mechanismen hinsichtlich ihrer Verformung zu berechnen. Neben den derzeit implementierten vollsymmetrischen Gelenken sollen auch transversalsymmetrische Gelenke implementiert werden. Diese werden mit Hilfe einer bereits vorgestellten Methode [2] in die Benutzeroberfläche integriert.

## Title / Abstract

**Transversely symmetrical hinges in the "CoMSys" calculation tool**  
A further development of the calculation tool *CoMSys* [1] for the analysis and optimization of compliant mechanisms is presented. Based on the theory of large deformations of rod-like structures, *CoMSys* is an efficient tool for calculating the deformation of compliant mechanisms. In addition to the currently implemented fully symmetric hinges, transversely symmetric hinges are also to be implemented. These are integrated into the user interface using previously described methods [2].

# Einordnung der IKBT und Anwendung mit Blender – eine Methode zur Generierung der analytischen IK serieller Roboter

Jascha, Paris

Demcon, Jascha.Paris@Demcon.com

## Kurzfassung

Die Berechnung der Inversen Kinematik (IK) bildet zusammen mit einer grafischen Repräsentation des kinematischen Systems eine Basis für die Auslegung, Simulation und Steuerung von Robotern. Die vorteilhafte, analytische Lösung der IK industrieller Roboter ist in der Literatur bekannt, dennoch zeigen Zhang und Hannaford mit der IKBT einen weiteren Ansatz für automatisch generierte, kompakte, analytische Lösungen. Dieser Beitrag bespricht die IKBT und ordnet sie im Vergleich zu anderen Ansätzen ein. Anschließend wird gezeigt, wie die IKBT zusammen mit Blender für die kinematische Analyse im System Engineering genutzt werden kann.

## Title / Abstract

### **Review of IKBT and application with Blender – a method for generating the analytical IK of serial robots**

The calculation of the inverse kinematics (IK) together with a graphical representation of the kinematic system forms a basis for the design, simulation and control of robots. The advantageous, analytical solution of the IK of industrial robots is known in literature, but Zhang and Hannaford show another approach for automatically generated, compact,

# Entwurf eines Koppelgetriebes für die stufenlose Höhenverstellung einer landwirtschaftlichen Stelzradzugmaschine

Robert Konradt\*, Stephan Schmidt\*\*,  
Sebastian Frasch\*, Andreas Scholz\*

\* Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Institut für Mobile Systeme,  
Lehrstuhl für Mechatronik, Vorname.Nachname@ovgu.de

\*\* Hochschule Merseburg, Fachbereich Ingenieur- und Naturwissenschaften,  
Professur für Mechatronische Systeme, Stephan.Schmidt@hs-merseburg.de

## Kurzfassung

Biologische Pflanzenschutzmittel sind in der Landwirtschaft häufig nur wirkungsvoll einsetzbar, wenn die zu schützenden Kulturen bereits hochstehend sind. Vor diesem Hintergrund ist ein Traktorkonzept mit hoher Bodenfreiheit entwickelt und prototypisch aufgebaut worden. Dessen Alleinstellungsmerkmal sind vier ebene Koppelgetriebe, die eine stufenlose Höhenverstellung der einzelnen Stelzen ermöglichen. Der Antrieb der Koppelgetriebe erfolgt durch jeweils einen Hydraulikzylinder.

## Titel / Abstract

### **Design of a mechanical linkage for the continuous height adjustment of an agricultural high clearance tractor**

Biological plant protection can often only be used effectively in agriculture if the crops to be protected have already grown high. In this setting, we have developed and built a prototype of a high clearance tractor. Its unique feature are four planar linkages, which allow for a continuous height adjustment of the individual stilts using hydraulic cylinders.

# Entwicklung eines Drahtfördersystems für Drähte mit sehr kleinem Durchmesser

Pascal Schnabel\*; Holger Letsch\*\*, Maik Berger\*\*\*

\* TU Chemnitz, Professur Montage- und Handhabungstechnik  
[pascal.schnabel@mb.tu-chemnitz.de](mailto:pascal.schnabel@mb.tu-chemnitz.de)

\*\* TU Chemnitz, Professur Schweißtechnik  
[holger.letsch@mb.tu-chemnitz.de](mailto:holger.letsch@mb.tu-chemnitz.de)

\*\*\* TU Chemnitz, Professur Montage- und Handhabungstechnik  
[maik.berger@mb.tu-chemnitz.de](mailto:maik.berger@mb.tu-chemnitz.de)

## Kurzfassung

Beim gepulsten Laserstrahlschweißen kleiner Baugruppen erfolgt in vielen Fällen die Zugabe eines drahtförmigen Zusatzwerkstoffes zum Vermehren der Schmelze. Die derzeit existierenden automatisierten Drahtzuführsysteme versagen bei Drahtdurchmessern unter 0,3 mm und die Drahtförderung ist nur noch händisch möglich. Dieser Artikel beschreibt den Entwicklungsprozess eines auf einem Riementrieb basierenden Drahtvorschubsystems, das die Grenzen des Stands der Technik überwindet. Hierfür wird die Entwicklung des Lösungskonzeptes bis zum ersten funktionsfähigen Prototyp vorgestellt.

## Titel / Abstract

### **Development of a precision wire feeder for small diameter wire**

Pulsed laser beam welding of small assemblies often involves the addition of a wire-shaped filler material to increase the melt. The existing automated wire feeding systems fail with wire diameters below 0,3 mm and wire feeding is only possible manually. This article describes the development process of a wire feed system based on a belt drive that overcomes the limitations of the state of the art. The development of the solution concept up to the first functional prototype is presented, highlighting key challenges and solutions.

# Erzeugung von Polygonprofilen für Welle-Nabe-Verbindungen

Uwe Bäsel

HTWK Leipzig, Professur Maschinenelemente und Getriebetechnik  
uwe.baesel@htwk-leipzig.de

## Kurzfassung

Polygonprofile werden als formschlüssige Welle-Nabe-Verbindungen eingesetzt. Die Geometrie der speziellen Polygonprofile P3G und P4C ist in den Normen DIN 32711-1 und DIN 32712-2 festgelegt. Historisch erfolgte die Fertigung von Polygonprofilen auf speziellen Werkzeugmaschinen. Ausgehend von der Definition der Profile werden in diesem Artikel mehrere kinematische Fertigungsvarianten hergeleitet und diskutiert, wobei sich insbesondere auch bekannte Varianten ergeben. Abschließend wird zum Vergleich kurz auf die CNC-Fertigung von Polygonprofilen eingegangen.

## Title / Abstract

### **Generation of polygon profiles for shaft-hub connections**

Polygon profiles are used as form-fit shaft-hub connections. The geometry of the special polygon profiles P3G and P4C is defined in the German industrial standards DIN 32711-1 and DIN 32712-2. Historically, polygon profiles were manufactured on special machine tools. Based on the definition of the profiles, several kinematic generation variants are derived and discussed in this article, whereby known variants arise in particular. Finally, the CNC manufacturing of polygon profiles is briefly discussed for comparison.

# Auslegung eines monolithischen Positioniermechanismus als Fünfgelenk mit Abwurfmechanismus

Lucas Artmann\*; Vitus Hensgens, Tim C. Lüth

\* TU München, Lehrstuhl für Mikrotechnik und Medizingerätetechnik  
lucas.artmann@tum.de

## Kurzfassung

Vorge stellt wird ein monolithischer Mechanismus für die automatisierte Flüssigkeitshandhabung in der Zellzucht. Der Mechanismus nutzt Festkörpergelenke, um Abrieb und potenzielle Kontaminationsquellen zu eliminieren. Er ist als Fünfgelenk mit zwei Freiheitsgraden für die horizontale Positionierung der Pipettenspitze ausgelegt. Über einen weiteren Freiheitsgrad ist ein Wechsel zwischen Absaug- und Dosierpipette sowie das Abwerfen der Pipettenspitzen implementiert. Der gesamte Mechanismus ist so konstruiert, dass er keine über den Zellkulturen liegenden Motoren enthält, was das Risiko von Kontaminationen weiter reduziert. Der Mechanismus wird in einem Pipettierautomaten implementiert.

## **Design of a monolithic positioning mechanism as a 5-joint with ejection mechanism for pipette tips**

A monolithic mechanism for automated liquid handling in cell culture is presented. The mechanism uses solid-state joints to eliminate abrasion and potential sources of contamination. It is designed as a five-bar linkage with two degrees of freedom for horizontal positioning of the pipette tip. A further degree of freedom is used to switch between the aspirating

# Entwurf von topologieoptimierten nachgiebigen Beinen für vierbeinige Roboter

Yilun Sun\*, Tim C. Lüth\*\*

TU München, Lehrstuhl für Mikrotechnik und Medizingerätetechnik  
\*yilun.sun@tum.de, \*\*tim.lueth@tum.de

## Kurzfassung

Roboterbeine sind eine wichtige Komponente des vierbeinigen Roboters, um verschiedene Bewegungsabläufe zu ermöglichen. Obwohl die konventionellen, auf starren Gelenken basierenden Beine im Allgemeinen robuste Bewegungen ausführen können, haben sie immer noch das Problem der schlechten Abdichtung, wenn sie in komplexem und flüssigem Terrain eingesetzt werden. Um dieses Problem zu lösen, wurden in den letzten Jahren vollständig nachgiebige Beine mit monolithischer Struktur eingeführt, um die Kompaktheit des Systems und die strukturelle Nachgiebigkeit von vierbeinigen Robotern zu verbessern. In dieser Arbeit stellen wir eine auf Topologie-Optimierung basierende Methode vor, um ein effizientes Design von nachgiebigen Roboterbeinen zu erreichen. Um die strukturelle Steifigkeit und die Biegeflexibilität des realisierten Beins auszugleichen, wird ein multi-objektiver Optimierungsalgorithmus verwendet. Eine Reihe von Entwurfsfällen wird vorgestellt, um das Entwurfsprinzip und das analytische Verfahren der beschriebenen Methode zu veranschaulichen. Die Ergebnisse haben gezeigt, dass ein vierbeiniger Roboter mit den optimierten Beinen erfolgreich stabile und kontinuierliche geradlinige Gehbewegungen ausführen kann.

# Validierung einer energieeffizienten Antriebsmethode von Kurvengetrieben an einem Prüfstand

Thomas Knobloch, Lukas Kaboth, Rufat Asgarzade,  
Mathias Hüsing, Burkhard Corves

RWTH Aachen University, Institut für Getriebetechnik, Maschinendynamik und  
Robotik  
knobloch@igmr.rwth-aachen.de

## Kurzfassung

Vor dem Hintergrund des Klimawandels, sich wandelnder Gesetzgebung und gestiegenen Ansprüchen an die Energieeffizienz ist die Industrie stetig auf der Suche nach Potenzialen zur Kostenminimierung. Nicht nur in der Verpackungsindustrie, sondern auch in den Bereichen der Handhabungs- und Umformtechnik werden zum Großteil ungleichmäßig übersetzende Getriebe zur Erzeugung bestimmter Bewegungsabläufe genutzt. Schon seit mehreren Jahrzehnten gibt es Ansätze, derartige Getriebe energieeffizienter zu betreiben, wobei die sogenannte Eigenbewegung vielversprechend ist. Die praktische Umsetzung in der Industrie ist mit der Entwicklung von Servomotoren möglich geworden, da sie die Eigenbewegung mit hoher Genauigkeit abbilden können. Die Kombination aus ungleichmäßig übersetzenden Getrieben und einer variablen Antriebsgeschwindigkeit ist seitdem Gegenstand der Forschung. Dieser Beitrag präsentiert den Vergleich und die Diskussion der Messergebnisse eines Kurvengetriebes, das einmal konstant und zum anderen servogesteuert angetrieben wird, so dass damit das Kurvengetriebe effizienter betrieben wird.

# VR-gestützte interaktive Ansteuerung einer Montagezelle mit Delta-Endeffektor

Akhilraj Anilkumar\*; Claas Duarte Nanninga\*; Mike Männel\*;  
Maik Berger\*

\*TU Chemnitz, Professur Montage- und Handhabungstechnik  
akhilraj.chamakalayil-anilkumar@mb.tu-chemnitz.de  
claas-immanuel.duarte-nanninga@mb.tu-chemnitz.de  
mike.maennel@mb.tu-chemnitz.de  
maik.berger@mb.tu-chemnitz.de

## Kurzfassung

Intuitive kopf- oder handbewegungsbasierte Steuerungen erhöhen die Flexibilität und Anpassungsfähigkeit teilautomatisierter Vorrichtungen, indem sie die Mensch-Maschine-Interaktion verbessern. Der vorliegende Beitrag behandelt die Ansteuerung eines servomotorisch angetriebenen kartesischen Portals mit drei Linearachsen und einer Drehachse mittels Bewegungserfassung. An der vierten Achse des Portals ist ein Delta-Roboter angeflanscht, der sich auch mit Handbewegungen steuern lässt. Über eine Tiefenkamera oder einen VR-Controller wird die Handposition erfasst, während das VR-Headset die Kopfposition verfolgt, welche das Motion-Control-System in eine Sollposition des Endeffektors umrechnet.

## Title / Abstract

### Use of Depth Cameras for Hand Intuitive Control of Linear Axes in Assembly Cells

Intuitive hand or head motion based controls enhance the flexibility and adaptability of partially automated assembly processes by improving human-machine interaction. This paper discusses the control of an assembly cell with three linear axes and one rotary axis, all driven by servo

# 2D “TenSens”-Sensor zur simultanen Messung von Kräften und Momenten

Lukas Merker\*, Thomas Kissinger\*, Valter Böhm\*\*,  
David Herrmann\*\*, Lena Zentner\*

\* TU Ilmenau, Fakultät für Maschinenbau  
lukas.merker@tu-ilmenau.de

\*\* OTH Regensburg, Fakultät Maschinenbau

## Kurzfassung

Vorgestellt wird ein 2D-Kraft-Momentensensor, der mittels eines faseroptischen Sensors die Bestimmung äußerer Kräfte in einer Ebene sowie Momente in einer Achse senkrecht zu dieser Ebene ermöglicht. Das Sensorkonzept kommt durch den multifunktionalen Einsatz eines vorgespannten faseroptischen Sensors als Messmittel und als tragendes Strukturelement ohne einen Deformationskörper aus, und bietet damit Potentiale für den Leichtbau, die Reduzierung des Fertigungsaufwands sowie der mechanischen Modellkomplexität.

## Title / Abstract

### **2D “TenSens” sensor for simultaneous force/torque measurement**

This paper presents a 2D force/torque sensor, which uses an optical fiber sensor to determine external forces in a plane and moments in a normal direction to that plane. The sensor concept does not require a deformation body due to the multifunctional use of a prestressed optical fiber sensor acting as both a measuring device and a structural component, and thus offers potential for lightweighting as well as the reduction of manufacturing and model complexity.