FORSCHUNGSREPORT 2023

Lehrstuhl für
Konstruktionstechnik
Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartzack

You can find the English content on our website!

FORSCHUNGSREPORT
2023

Lehrstuhl für
Konstruktionstechnik
Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartzack

INHALT

Editorial	6
Der Lehrstuhl für Konstruktionstechnik	8
Das Jahr 2023	16
Ausgewählte Forschungsprojekte	36
Veröffentlichungen	46
Wissens- und Technologietransfer	48

EDITORIAL

Liebe Leserinnen und Leser,

ich begrüße Sie zur vierten Ausgabe des KTmfk-Jahresberichts im neuen Format!

Es ist kaum zu glauben, das Jahr 2023 nähert sich wieder dem Ende zu. Anfang des Jahres hatte ich noch die Möglichkeit an der Canterbury University in Christchurch als Visiting Erskine Fellow Vorlesungen zu halten und mich über die dortigen Forschungsaktivitäten zu informieren. Eine angenehme Begleiterscheinung war das warme und sonnige Wetter in Neuseeland, die tolle Mentalität der „Kiwis“ und natürlich die überwältigenden Landschaften. Umso abrupter war der Wiedereinstieg in Erlangen bei kalten Temperaturen zu Ostern. Und umso schmerzhafter war Anfang Mai die traurige Nachricht zum Tode von Herrn Prof. Willi Schweiger, unserem ehemaligen stellvertretenden Lehrstuhlleiter in den 90er und frühen 2000er Jahren.

Die Konferenz-Höhepunkte im Sommer waren in diesem Jahr die International Conference on Engineering Design (ICED) 2023 in Bordeaux sowie das INCOSE 33rd Annual Internation Symposium 2023 in Honolulu. Vielleicht weniger wissenschaftlich, dafür aber genauso schön war es mal wieder mit dem gesamten Team den „Bergdienstag“ auf der Bergkirchweih zu genießen. Wir konnten endlich mal wieder eine Klausurtagung extern, dieses Mal am Ammersee, durchführen und freuten uns, dass wir das mal wieder runderneuerte Team in einem Teamtraining noch intensiver zusammenführen konnten.

Es ist schön neue Projekte zu starten, es ist aber auch schön Projekte abschließen. So fand in diesem Jahr nach 3 Jahren intensiver Zusammenarbeit die Abschlussveranstaltung des von der Bayerischen Forschungsvereinigung geförderten Forschungsverbund FORCuDE@BEV statt. Nach 6-jähriger Zusammenarbeit schlossen wir mit weiteren Lehrstühlen des Maschinenbaus der FAU die DFG-Forschungsgruppe 2271 „Prozessorientiertes Toleranzmanagement mit virtuellen Absicherungsmethoden“ erfolgreich ab. Bei beiden Forschungsverbünden fungierte ich als Sprecher und bin nun froh, die freiwerdende Kapazität für neue Forschungsthemen zu haben.

In diesem Jahr wurde die Entwicklung und der Bau des ersten Prototypen unseres E-Cross Skate fertiggestellt (s. Seite 14+15). Ein Mikromobilitätslösung für den Alltag, die von einigen Mitarbeitenden und Studierenden des KTmfk entwickelt und zum Patent angemeldet wurde. Erste Fahrtuntersuchungen stimmen uns optimistisch und wir freuen uns auf Industriekooperationen, um diese Idee weiterzuverfolgen.

Ein besonderes Highlight war natürlich die erste Habilitation am KTmfk. Benjamin Schleich schloss seine Habilitation im Fachgebiet „Konstruktionstechnik und virtuelle Produktentwicklung“ erfolgreich im September 2023 ab. Die Habilitationsschrift trägt den Titel „Automatische Informationsverarbeitung im Toleranzmanagement im Kontext von Industrie 4.0“. Sehr positiv ist weiterhin die erfolgreiche Zwischenevaluation von Jörg Miehling und auch Marcel Bartz hat diese zum Redaktionsschluss dieses Reports zwar noch nicht ganz abgeschlossen, ist aber auf bestem Wege eine positive Zwischenbewertung zu erhalten. Zum Jahresende stehen noch einige Promotionen an: So sind die Promotionstermine für Fabian Dworschak, Michael Jüttner, Martin Roth und Matthias Müller schon in Sichtweite, zum Redaktionsschluss allerdings noch nicht erfolgt.

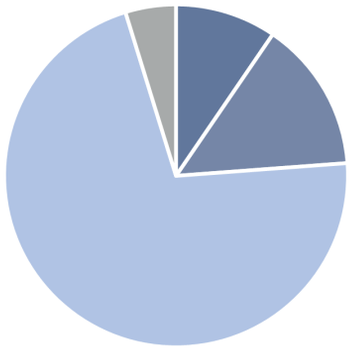
Ich wünsche Ihnen nun viel Spaß beim Lesen und freue mich auf Ihr Feedback sowie auf den Ausbau bestehender und den Aufbau neuer Kontakte.

Ihr

Sandro Wartzack

DER LEHRSTUHL FÜR KONSTRUKTIONSTECHNIK

MITARBEITENDE
[GESAMT 42]

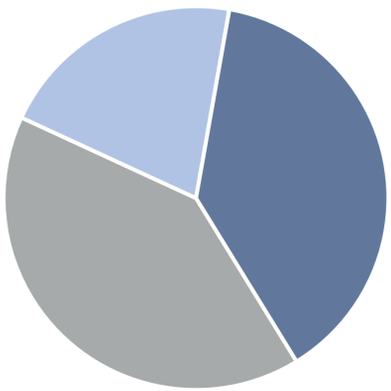


- Ordinarius und Oberingenieure [4]
- Technik und Verwaltung [6]
- Wissenschaftliche Mitarbeitende [30]
- Honorarprofessoren und Lehrbeauftragte [2]

FORSCHUNGSPROJEKTE
[GESAMT 34]

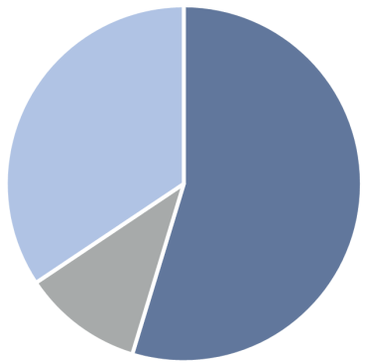
- Deutsche Forschungsgemeinschaft [17]
- Bayerische Forschungsstiftung [4]
- Industrieprojekte [10]
- Forschungsnetzwerk Mittelstand [3]

STUDENTISCHE ARBEITEN
[GESAMT 91]



- Masterarbeiten [35]
- Bachelorarbeiten [37]
- Projektarbeiten [19]

LEHRVERANSTALTUNGEN
[GESAMT 64 SWS]



- Vorlesung [35]
- Übung [7]
- Praktikum [22]

ABTEILUNGEN AM KTMFK

Virtuelle Produktentwicklung und Konstruktionsmethodik
Oberingenieur: Dr.-Ing. Stefan Götz

Digital Engineering

Sebastian Bickel, M.Sc.
Benjamin Gerschütz, M.Sc.
Jakob Harlan, M.Sc.
Jessica Pickel, M.Sc.
Simon Schleifer, M.Sc.
Fabian Wilking, M.Sc.

Toleranzmanagement

Christoph Bode, M.Sc.
Stephan Freitag, M.Sc.
Dennis Horber, M.Sc.
Martin Roth, M.Sc.
Paul Schächtl, M.Sc.

Maschinenelemente und Tribologie
Oberingenieur: Dr.-Ing. Marcel Bartz

Klara Feile, M.Sc.
Fabian Halmos, M.Sc.
Michael Jüttner, M.Sc.
Markus Polzer, M.Sc.
Benedict Rothammer, M.Sc.
Andreas Winkler, M.Sc.

Nutzerzentrierte Produktentwicklung
Oberingenieur: Dr.-Ing. Jörg Miehling

Carla Molz, M.Sc.
Judith van Remmen, M.Sc.
David Scherb, M.Sc.
Julian Shanbhag, M.Sc.
Iris Wechsler, M.Sc.
Christopher Fleischmann, M.Sc. (extern)

Leichtbau
Ordinarius: Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartzack

Michael Franz, M.Sc.
Marc Gadinger, M.Sc.
Michael Jäger, M.Sc.
Johannes Mayer, M.Sc.
Hady Mohamed, M.Sc.
Patrick Steck, M.Sc.
Christian Witzgall, M.Sc.

Teamassistenz
Leitung: Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartzack

Marion Dörsch
Nóra Rüstig
Nicole Stilkerich

Technik
Leitung: Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartzack

Dipl.-Ing. (FH) Jörg Corpus
Thomas Niering
Dipl.-Ing. Ute Wolf

LEHRE AM KTMFK

	LEHRVERANSTALTUNGEN IM SOMMERSEMESTER	LEHRVERANSTALTUNGEN IM WINTERSEMESTER
VORLESUNGEN	■ Konzeptentwicklung innovativer Produkte (KIP) ■ Maschinenelemente II (ME II) ■ Praktische Produktentwicklung mit 3D-CAD-Systemen (PPE-3D-CAD) ■ Robust Design und Toleranzmanagement (RDTol) ■ Technische Produktgestaltung (TPG) ■ Einführung in das Patentrecht und verwandte Schutzrechte (PaRe) ■ Technologie-Startup-Seminar (TechStart) ■ Tribologie und Oberflächentechnik (TO) ■ Wälzlagertechnik (WLT)	■ Integrierte Produktentwicklung (IPE) ■ Maschinenelemente I (ME I) ■ Methodisches und Rechnerunterstütztes Konstruieren (MRK) ■ Technische Darstellungslehre für GPE (TD für GPE) ■ Technische Darstellungslehre I (TD I V)
PRAKTIKA	■ Hauptseminar Konstruktion (Sem. KTmfk) ■ Praktikum Rechnerunterstützte Produktentwicklung (RPE) ■ Technische Darstellungslehre II (TD II) ■ Konstruktionstechnisches Praktikum II (KTP II)	■ Hauptseminar Konstruktion (Sem. KTmfk) ■ Technische Darstellungslehre I (TD I) ■ Konstruktives Projektpraktikum (KoPra) ■ Konstruktionstechnisches Praktikum I (KTP I)
ÜBUNGEN	■ Übungen zu Maschinenelemente II (ÜB ME II)	■ Übungen zu Maschinenelemente I (ÜB ME I) ■ Übungen zu Methodisches und Rechnerunterstütztes Konstruieren (ÜB MRK) ■ Tutorium Maschinenelemente I (Tut ME I)

AUSSTATTUNG AM KTMFK

Zum KTmfk gehört folgende apparative Ausstattung:

Geräte zur mechanisch-physikalischen Oberflächen- und Schichtcharakterisierung
Geräte zur tribologischen Oberflächen- und Schichtcharakterisierung
Geräte zur taktilen und optischen Oberflächenmessung
Geräte zur Probenpräparation und -aufbewahrung
Hochgeschwindigkeitskamerasystem
Servohydraulische Prüfmaschinen
Geräte zur Schmierstoffprüfung
Virtual Reality Anlage
Optische Messtechnik
Beschichtungsanlage
Bauteilprüfstände
3D-Drucker

Weitere Informationen finden Sie auf unserer Homepage.

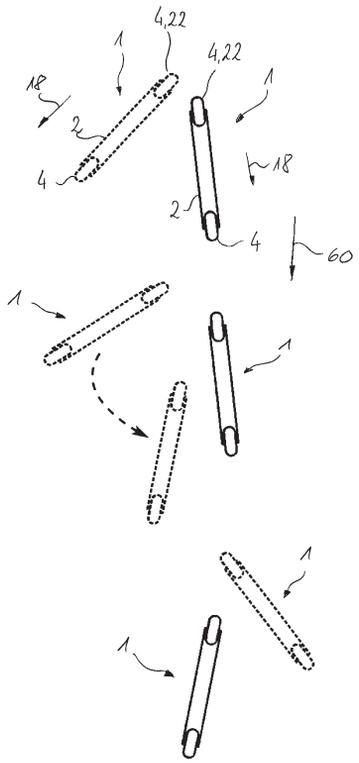
(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2019 212 389 B4** 2022.03.17

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2019 212 389.9**
(22) Anmeldetag: **19.08.2019**
(43) Offenlegungstag: **25.02.2021**
(45) Veröffentlichungstag der Patenterteilung: **17.03.2022**

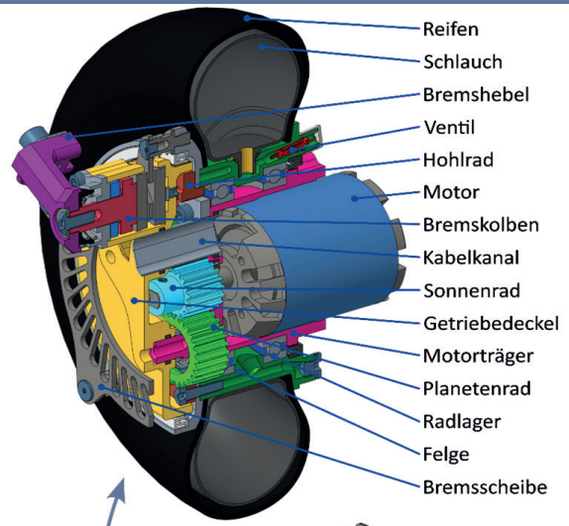
(51) Int Cl.: ***A63C 17/12*** (2006.01)
A63C 17/06 (2006.01)
A63C 17/14 (2006.01)

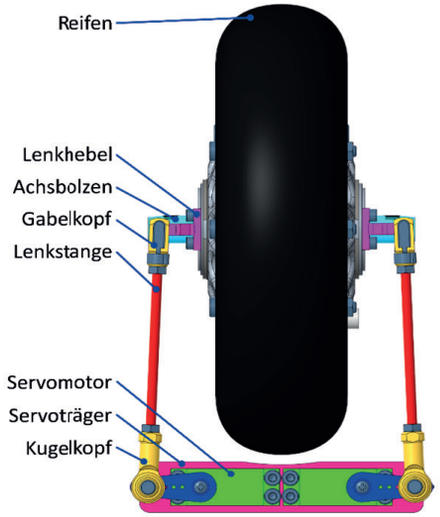


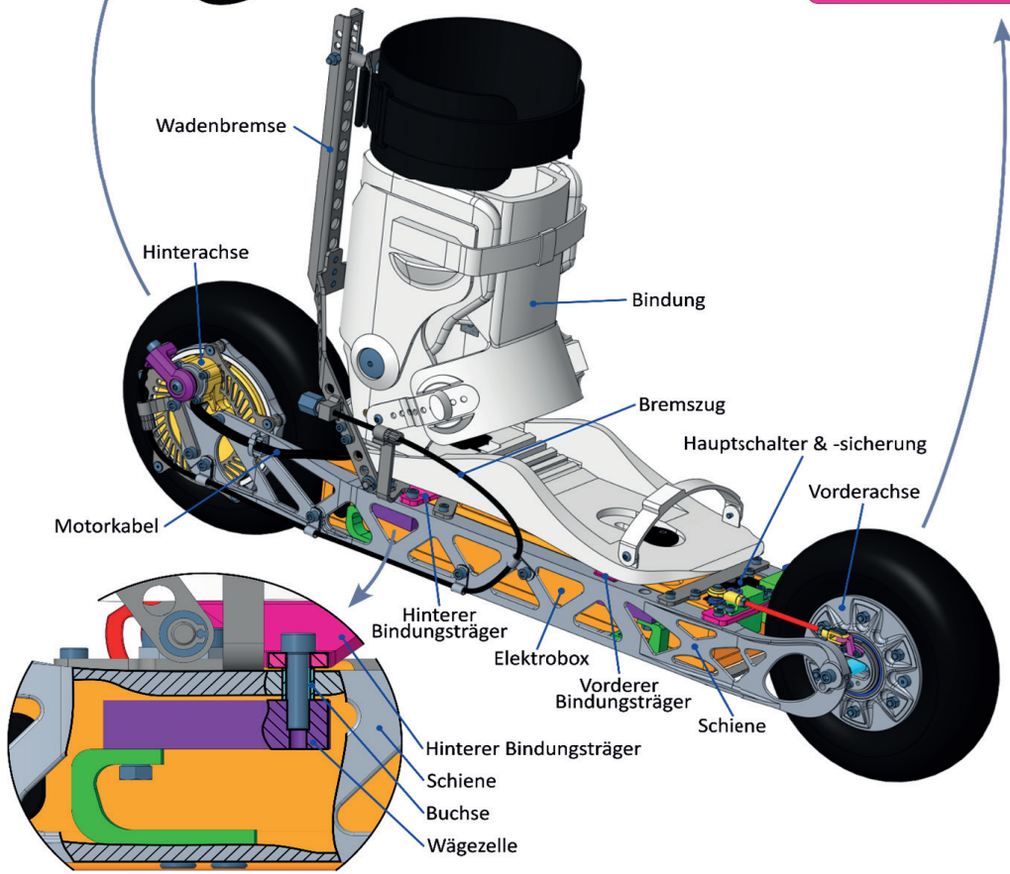
Cross-Skate

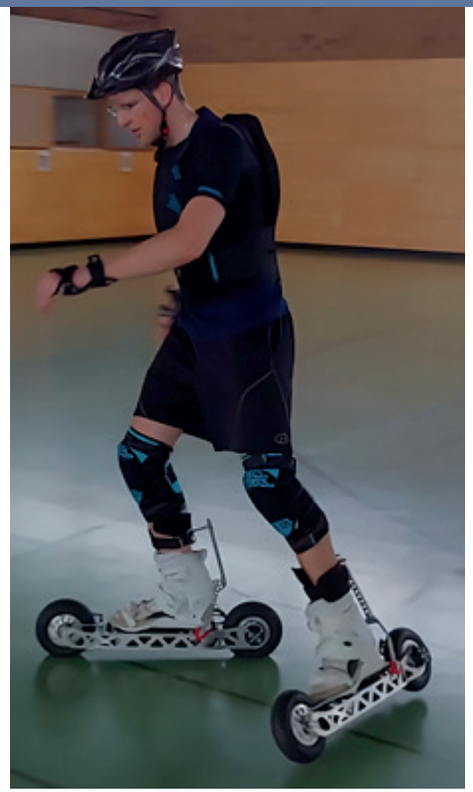
Der am KTmfk entwickelte elektrifizierte Cross-Skate mit lenkbarer Vorderachse ist eine Mikromobilitätslösung, der insbesondere im städtischen Raum einen Beitrag zum Ressourcen, Umwelt und Infrastruktur schonenden Personenverkehr leisten kann. Durch den elektrischen Antrieb kann der relativ hohe Rollwiderstand konventioneller Cross-Skates kompensiert werden, während die Lenkung ein einfacheres Kurvenfahren ermöglicht. Als weitere Besonderheit verfügt der Skate über einen hybriden Fahrmodus, bei dem sich die fahrende Person mit eigener Muskelkraft in der Skating-Technik fortbewegt und dabei elektromotorisch unterstützt wird.

Lesen Sie mehr unter folgendem Link:


Reifen
Schlauch
Bremshebel
Ventil
Hohlrad
Motor
Bremskolben
Kabelkanal
Sonnenrad
Getriebedeckel
Motorträger
Planetenrad
Radlager
Felge
Bremsscheibe


Reifen
Lenkhebel
Achsbolzen
Gabelkopf
Lenkstange
Servomotor
Servoträger
Kugelkopf


Wadenbremse
Hinterachse
Bindung
Bremszug
Hauptschalter & -sicherung
Vorderachse
Motorkabel
Hinterer Bindungsträger
Elektrobox
Vorderer Bindungsträger
Schiene
Hinterer Bindungsträger
Schiene
Buchse
Wägezelle

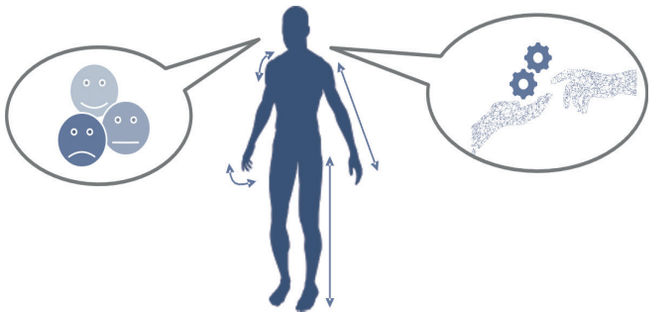


DAS JAHR 2023

VERANSTALTUNGEN

WiGeP OI-Treffen Lehre nach zwei Jahren endlich wieder in Präsenz

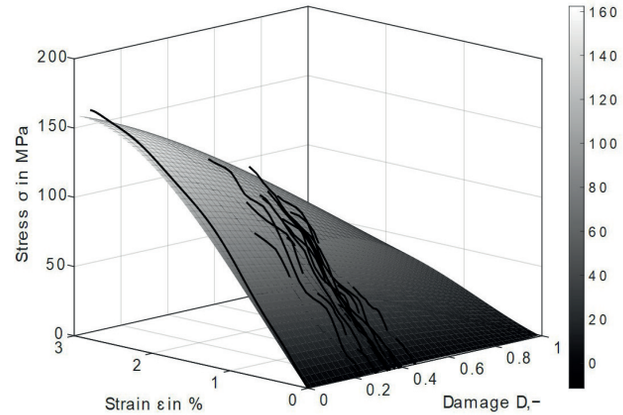
Nach zwei digitalen Jahren konnte das OI-Treffen der Querschnittgruppe Lehre und Weiterbildung der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Produktentwicklung (WiGeP) endlich wieder in Präsenz stattfinden. Die Teilnehmenden folgten einer Einladung von Frau Wieghardt und Frau Prof. Paetzold (Professur für Virtuelle Produktentwicklung) an die TU Dresden, um sich über aktuelle Entwicklung in der universitären Lehre auszutauschen. Das Treffen wurde ergänzt durch die Vorstellung eines interaktiven Lehrkonzepts der Kolleginnen und Kollegen des KIT (Prof. Matthiesen). Ein abendlicher Besuch des Dresdener Weihnachtsmarkts rundete die Veranstaltung ab. Vielen Dank an alle Teilnehmenden, insbesondere an Herrn Nelius für die Planung des Treffens sowie an Frau Wieghardt und Frau Paetzold für die Organisation vor Ort.WW



FORSCHUNG

Gebrauchstauglichkeit oder Emotionalität? Eine Untersuchung von Einflussfaktoren

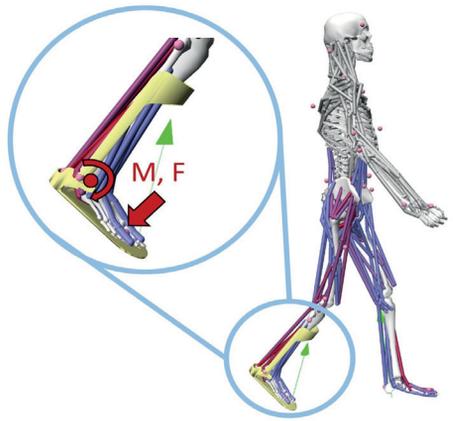
Gebrauchstauglichkeit und Emotionalität sind grundlegende Aspekte der Nutzererfahrung. Die Gestaltung eines gleichermaßen gebrauchstauglichen wie emotionalen Produktdesigns ist für Produktentwickelnde jedoch eine Herausforderung, nicht zuletzt aufgrund konkurrierender Ziele beider Aspekte. Um eine nutzerorientierte Entscheidung zwischen einem eher gebrauchstauglichen oder emotionalen Produktdesign treffen zu können, benötigen Produktentwickelnde ein tiefes Verständnis dafür, was dem Nutzenden in unterschiedlichen Nutzungssituationen wichtig ist. Folglich müssen Einflussfaktoren identifiziert werden, die die wahrgenommene Bedeutung von Gebrauchstauglichkeit und Emotionalität der Nutzenden, beeinflussen. Die Ergebnisse dieser Forschung wurden im Journal of Engineering Design veröffentlicht.



FORSCHUNG

Zum Einfluss der Ermüdungsschädigung auf die Restfestigkeit des Thermoplast PBT GF30

Bei der Simulation kurzfaserverstärkter Thermoplaste werden in der Regel Materialkennwerte verwendet, die aus der Materialprüfung an neuwertigen Proben stammen. Um dem Zustand auf der Straße näher zu kommen, wo nicht nur Neufahrzeuge unterwegs sind, muss der Einfluss von Betriebslasten auf die Crashsicherheit untersucht werden. Die veröffentlichte Arbeit des Lehrstuhls für Konstruktionstechnik (Prof. Sandro Wartzack, KTmfk, FAU) berichtet über Untersuchungen an PBT GF30, einem mit 30% Glasfasern verstärkten Polybutylenterephthalat, bei denen durch zyklische Belastung Ermüdungsschäden im Material induziert wurden. Dessen Restfestigkeit wurde anschließend in einem Hochgeschwindigkeitsversuch bestimmt und mit der Festigkeit von Neuproben verglichen. Die Erkenntnisse der Untersuchungen wurden in einer Sonderausgabe des Journal of Composites Science veröffentlicht.



FORSCHUNG

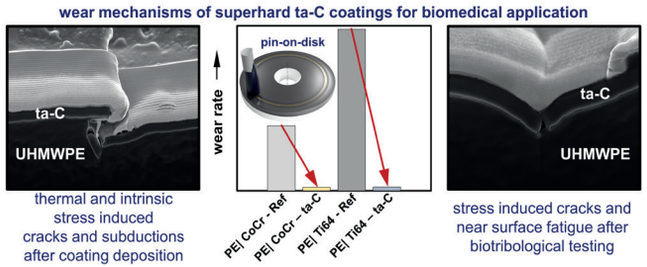
Interaktionsmodellierung tragbarer Unterstützungssysteme und digitaler Menschmodellen

Tragbare Unterstützungssysteme, wie z. B. Orthesen, sind Produkte, die den Menschen durch Kraftaufbringung helfen. Bei deren Auslegung werden vermehrt digitale Menschmodelle verwendet, da so eine Evaluation der biomechanischen Effekte auf den menschlichen Körper ermöglicht wird. Der Hauptfaktor für die effiziente Unterstützung des Menschen ist die Schnittstelle zwischen Unterstützungssystem und Mensch, durch das biologische Weichgewebe. Das Weichgewebe wird jedoch zumeist in digitalen Menschmodellen nicht abgebildet. In der neuesten Publikation des KTmfk wird deshalb eine systematische Literaturrecherche durchgeführt, mit dem Ziel Möglichkeiten zur Interaktionsmodellierung tragbarer Unterstützungssystemen und digitaler Menschmodellen zu identifizieren und dabei zu untersuchen, wie die Einflüsse durch das biologische Weichgewebe in der Simulation berücksichtigt werden.

AUSZEICHNUNGEN

Dr. Jörg Miehling durch Emerging Talents Initiative (ETI) der FAU gefördert

Mit der Emerging Talents Initiative (ETI) verfolgt die FAU Erlangen-Nürnberg das Ziel, exzellente Nachwuchswissenschaftlerinnen und Nachwuchswissenschaftler frühzeitig zu erkennen und zu fördern. Die Förderung dient dabei der Unterstützung, selbständig ein innovatives Vorhaben voranzubringen und die wissenschaftliche Eigenständigkeit auszubauen.
In der zurückliegenden Ausschreibungsrunde konnte sich Herr Dr. Miehling mit seinem Forschungsvorhaben „Human Digital Twins für das Human-Centered Engineering“ durchsetzen.



FORSCHUNG

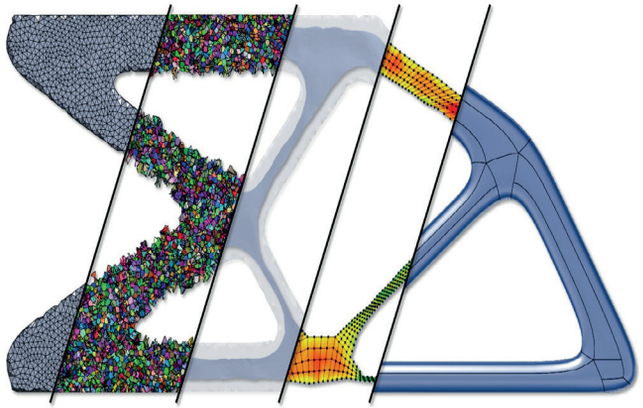
Verschleißmechanismus superharter ta-C-Schichten für biomedizinische Anwendungen

ta-C-Schichten können Implantate vor Verschleiß schützen und ihre Lebensdauer erhöhen. Im Beitrag wurde die biotribologische Wirksamkeit von ta C-Schichten auf metallischen und polymeren Implantatwerkstoffen untersucht. In Gleitversuchen zwischen Stift und Scheibe wurde unter simulierter Synovia-Schmierung die Verschleißraten beider Kontaktpartner deutlich reduziert, wobei die darunter liegenden Substrate gut geschützt blieben. Dennoch zeigte die Rasterelektronenmikroskopie mit fokussiertem Ionenstrahl thermisch- und prozessbedingte Subduktionen sowie tribologisch induzierte oberflächennahe Ermüdung, die potenziell kritische Verschleißmechanismen darstellen können. Die Ergebnisse der erfolgreichen, internationalen Zusammenarbeit zwischen Deutschland und Chile wurden nun in der Editor‘s Choice Section der renommierten Fachzeitschrift Advanced Materials Interfaces publiziert.

MENSCHEN

KTmfk stellt den Nutzen beschichteter Endoprothesen in „2 Minuten Wissen“ vor

Im vergangenen Jahr liefen die Dreharbeiten am KTmfk für die spannende Videoreihe „2 Minuten Wissen“. Darin werden interessante Projekte und Forschungsgebiete aus dem Bereich der Ingenieurwissenschaften vorgestellt, in denen Studierende und Forschende Hand in Hand arbeiten. B. Rothammer erklärt in der kürzlich veröffentlichten Episode, was eine Knie-Endoprothese ist, welche Probleme Prothesen im Körper verursachen können und was gegen diese Probleme mittels Beschichtung getan wird. Während eines Gangzyklus‘ werden Millionen mikroskopisch kleine Kunststoffpartikel und Ionen freigesetzt, welche zu knochenabbauenden Prozessen und somit zu einer Prothesenlockerung sowie starken Schmerzen führen. Mit Hilfe von verschleißbeständigen Schichten lässt sich die Freisetzung von Partikeln und Ionen reduzieren, wodurch die Standzeit von Prothesen und die Lebensqualität deutlich verbessert werden kann.



FORSCHUNG

Computerunterstützte Geometrierekonstruktion aus Ergebnissen der Topologieoptimierung

Topologieoptimierung ist eine etablierte Methode zur Entwicklung hochperformanter und innovativer Strukturkomponenten. Die errechneten Optimierungsergebnisse sind jedoch aufwändig im praktischen Produktentwicklungsprozess zu rekonstruieren. Im Rahmen des von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geförderten Projekts „TopoRestruct“ wurde eine Methode erforscht, um durch automatisierte Geometrieverarbeitung vom abstrakten Optimierungsergebnis zu parametrischer Konstruktionsgeometrie zu gelangen. Der neue, skelettbasierte Forschungsansatz wurde jüngst mit einer Reihe anschaulicher 3D-Beispiele im Journal of Computer-Aided Design and Applications veröffentlicht. Der Artikel ist open-access verfügbar.

FORSCHUNG

KTmfk erhält Patent auf hybrides Betriebsverfahren für elektrifizierte Cross-Skates

Bei der Gestaltung moderner Mobilitätskonzepte müssen Entwicklungen wie die Endlichkeit fossiler Energieträger, die globale Erwärmung sowie die zunehmende Bevölkerungskonzentration auf Ballungszentren berücksichtigt werden. Insbesondere im urbanen Umfeld können sog. Mikromobilitätslösungen eine Möglichkeit zum energieeffizienten Zurücklegen kurzer Distanzen (z. B. bis zur nächsten ÖPNV-Haltestelle) bieten. Am KTmfk wurde dazu ein elektrifizierter Cross-Skate entwickelt und realisiert, der über einen hybriden Fahrmodus verfügt, bei dem sich die fahrende Person in der Skating-Technik fortbewegt und dabei elektromotorisch unterstützt wird. Dieses innovative Betriebsverfahren wurde beim Deutschen Patent- und Markenamt (DPMA) zum Patent angemeldet und am 20.12.2022 unter DE102019212389B4 patentiert.

FORSCHUNG

Begehung des SFB TRR285 „Fügbarkeit in wandlungsfähigen Prozessketten“ in Dresden

Seit Mitte 2019 ist der Lehrstuhl für Konstruktionstechnik im Sonderforschungsbereich Transregio 285 „Fügbarkeit in wandlungsfähigen Prozessketten“ mit einem Teilprojekt zum Thema „Konstruktive Auslegung wandlungsfähiger Fügeverbindungen“ vertreten. In der 1. Förderperiode wurden dabei Methoden zur wissensbasierten und datengetriebenen Dimensionierung mechanisch gefügter Baugruppen entwickelt und in einen konstruktionsmethodischen Auslegungsprozess überführt. Im Rahmen der Begutachtung zur 2. Förderperiode konnten die erarbeiteten Ergebnisse und die geplanten Vorhaben für die kommenden vier Projektjahre beim Fachgremium punkten.
Weitere Informationen zum SFB TRR285 finden Sie unter dem QR-Code.

MENSCHEN

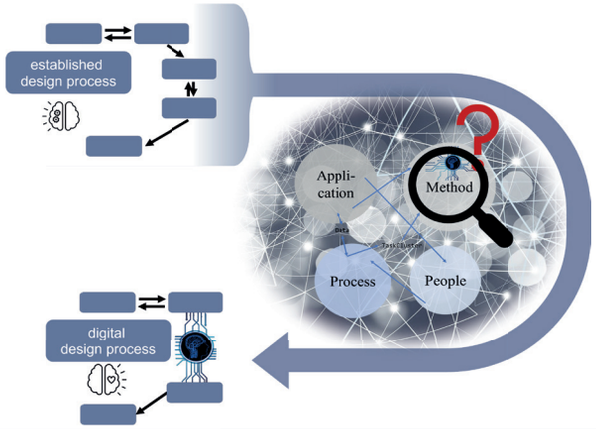
Prof. Wartzack erreicht H-index von 30 (Scopus)

Gemäß der Zitationsdatenbank Scopus erzielt Prof. Sandro Wartzack als Autor und Co-Autor von 472 peer-reviewten Veröffentlichungen einen h-index von 30 mit insgesamt 3.678 Zitationen. „Ich freue mich, dass wir mit unseren Veröffentlichungen so viele Leser erreichen, die uns dann in Ihren wissenschaftlichen Beiträgen zitieren. Dies zeigt, dass wir an relevanten Forschungsthemen arbeiten, die allgemeines Interesse finden und die Forschung insgesamt weiterbringen“, führt Prof. Wartzack weiter aus.

LEHRE

KoPra-Studierende entwickeln autonom fahrende Fahrzeuge

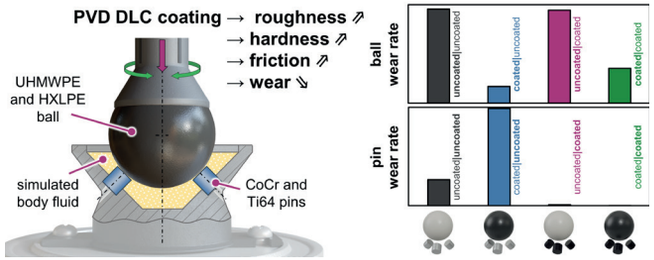
Im Rahmen des diesjährigen Konstruktiven Projektpraktikums (KoPra) bestand die Herausforderung für die Studierenden darin, ein autonom fahrendes Fahrzeug zum Greifen, Transportieren und Ablegen eines „KTmfk-Eis“ zu entwickeln, das mit Hilfe eines Microcontrollers gesteuert wird. Dabei mussten die Fahrzeuge der Studierenden die autonome Liefersituation bewältigen, welche durch zusätzliche Hindernisse erschwert wurde.
Vier verschiedene Teams – mit vier unterschiedlichsten Fahrzeugkonzepten – zeigten am 7. Februar 2023 in einer sehr erfolgreichen Abschlussveranstaltung, was ihre Fahrzeuge leisten konnten. Dabei wurden die Preise für die beste Liefersituation durch eine Fachjury des KTmfk und das beste Design von den Studierenden ermittelt.



FORSCHUNG

Ontologie zur Verknüpfung datengetriebener Methoden und dem PEP

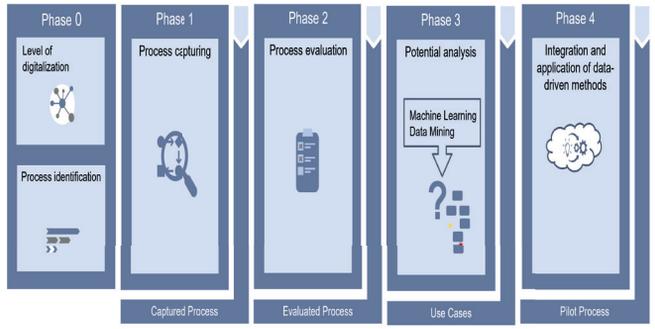
Die Transformation der virtuellen Produktentwicklung zum Digital Engineering erfordert eine erfolgreiche Integration von datengetriebenen Methoden in bestehende Produktentwicklungsprozesse (PEP). Das fehlende Wissen über diese Methoden, deren Leistungsfähigkeit und Grenzen stellt eine große Hürde in der Anwendung, insbesondere für KMU, dar. Um diese Lücke zu schließen wurde im Rahmen des Forschungsverbundes FORCuDE die Ontologie AI4PD entwickelt, die beide Domänen miteinander verknüpft. Die Ontologie unterstützt bei der Auswahl geeigneter Methoden zur Integration in den Prozess und ermöglicht gleichzeitig die strukturierte Erfassung bereits implementierter Use-Cases des Digital Engineering.



FORSCHUNG

Bewertung des Verschleißwiderstands von DLC-Schichten für Hart-Weich-Paarungen

DLC-Schichten können die Standzeit von Endoprothesen verlängern. In diesem Artikel zeigen wir Kugel-drei-Stifte-Versuche, mit PE-Kugeln und CoCr-/Ti-Stiften, die mit simulierter Körperflüssigkeit geschmiert wurden. Dabei wurde der Einfluss der beschichteten Komponente sowie verschiedener Belastungsfälle mit unvernetztem und vernetztem PE untersucht. Unsere Untersuchung zeigt, dass eine Beschichtung der PE-Komponente entscheidend für eine Verschleißreduzierung ist. Dagegen führt eine einseitige Beschichtung zu höherem Verschleiß des Gegenkörpers. Daher sind Schichten auf beiden Gelenkflächen vorzusehen. Diese Ergebnisse wurden nun – als Ergebnis einer internationalen Zusammenarbeit zwischen KTmfk, Anton Paar Deutschland und der Pontificia Universidad Católica de Chile – in einer Sonderausgabe der renommierten Fachzeitschrift Wear veröffentlicht.



FORSCHUNG

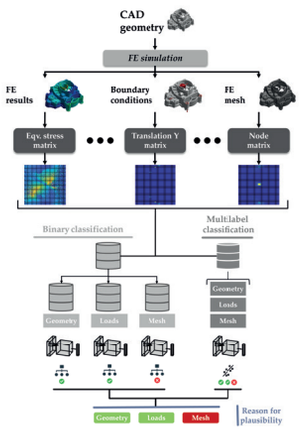
Wie lässt sich die Digitalisierung in der Produktentwicklung umsetzen?

Das Digital Engineering verdrängt zunehmend das etablierte Paradigma der virtuellen Produktentwicklung. Insbesondere kleine und mittelständische Unternehmen stellt die Optimierung der Prozesse durch Integration datengetriebener Methoden vor Herausforderungen, da bislang Ansätze zur zielgerichteten Prozessanalyse und Methodenidentifikation fehlen. In der aktuellen Ausgabe der ZWF stellen wir einen strukturierten Prozess zur Unterstützung dieser Transformation vor. Der Fokus liegt hierbei darauf, in bestehenden und etablierten Prozessen Anwendungsfälle für neuartige Methoden zu identifizieren und passende Methoden auszuwählen.

LEHRE

Prof. Wartzack erhält Erskine Visiting Fellowship

Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartzack (KTmfk, FAU) freut sich über die Verleihung des Erskine Visiting Fellowships von der University of Canterbury, Christchurch, New Zealand. Im Rahmen dieses Fellowships unterrichtet Prof. Wartzack von Mitte Februar bis Ende März 2023 Studierende am Übergang von Bachelor- zum Masterstudium im Bereich Methodische Produktentwicklung. Direkter Kontaktpartner an University of Canterbury ist Prof. Shayne Goosh, Department of Mechanical Engineering.



FORSCHUNG

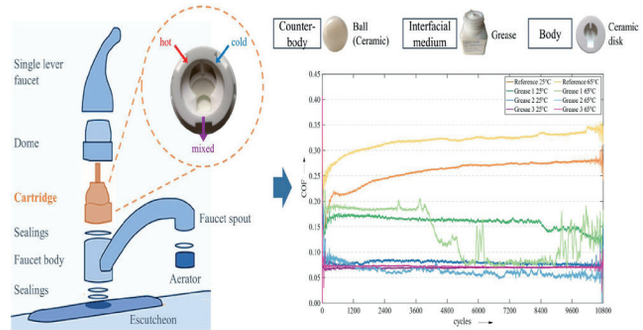
Erkennung von Fehlerursachen in Finite-Elemente-Simulationen mit Deep-Learning-Netzen

Der Anwendungsbereich der datengetriebenen Produktentwicklung ist vielfältig und reicht von den Anforderungen hin zum detaillierten Design des Produkts. Ziel ist die konsequente Analyse von Daten zur Unterstützung und Verbesserung des Entwicklungsprozesses. Die virtuelle Erprobung von Produkten durch Finite-Elemente Simulationen ist dabei ein wesentlicher Schritt. Aufgrund der heterogenen Datenlage eines Simulationsmodells stellt die automatische Nutzung jedoch eine große Herausforderung dar. Im MDPI Algorithms Journal stellen wir daher eine Methode vor, die den gesamten Bestand an berechneten Simulationen nutzt, um die Plausibilität neuer Simulationen vorherzusagen. Offensichtliche Fehler in der Simulation sollen damit erkannt und unnötige Iterationen vermieden werden.

LEHRE

Prof. Wartzack an der University of Auckland, NZ

Prof. Sandro Wartzack (KTmfk, FAU) besuchte Prof. Simon Bickerton im Centre for Advanced Composite Materials und Prof. Jörg Diegel im Center Creative Design and Additive Manufacturing an der University of Auckland, NZ. Prof Wartzack hat hier auf Einladung ein Seminar zum Thema „Lightweight Design, Engineering and Validation“ gehalten und die Kooperationsmöglichkeiten des KTmfk mit beiden Gruppen diskutiert. Auf dem Bild ist eine aus Holzmehl und Bio-Epoxidharz 3D-gedruckte Gitarre, die am Center for Creative Design hergestellt wurde.



FORSCHUNG

Das tribologische Verhalten von Keramikscheiben für den Einsatz in Mischbatterien

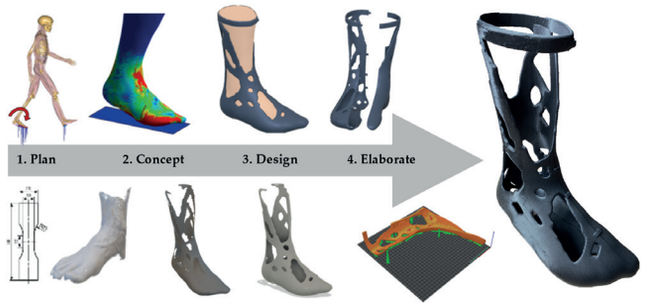
Aus der Zusammenarbeit des KTmfk mit der Pontificia Universidad Católica de Chile, Optimol Instruments Prüftechnik und Carl Bechem ist ein Artikel zu einem Thema der Alltagstribologie entstanden. Im Rahmen einer Bachelorarbeit analysierte M. Ziegler (KTmfk) die verlässliche Funktion und Haptik von Wasserhähnen auf tribologischer Ebene. Dabei zeigte sich, dass sich Reibung und Verschleiß konträr verhalten können. So kann das Schmierfett zwar zu einer geringen Reibung, d. h. einer leichtgängigen Beweglichkeit der Wasserarmatur, aber zu einem erhöhten Verschleiß führen. Gerade die Zusammensetzung der Fette wurde als entscheidender Faktor für die Bildung eines Schmierfilms und somit für die Lebensdauer identifiziert. Diese Ergebnisse wurden in der Fachzeitschrift Industrial Lubrication and Tribology veröffentlicht. Viel Spaß beim Erkunden der verschiedenen Facetten der Tribologie!

VERANSTALTUNGEN

Der KTmfk bei der Eröffnung des Forschungsbaus ZESS in Bochum

Am 2. Mai fand die Eröffnung des Forschungszentrums für das Engineering Smarter Produkt-Service-Systeme (ZESS) in Bochum statt. Neben einer Besichtigung der Ausstattung und Vorführungen gab es im Rahmen von Vorträgen aus der Wissenschaft und Praxis wichtige Impulse, wie durch die Entwicklung von Smarten Produkt-Service-Systemen die Nachhaltigkeit verbessert werden kann. In diesem Rahmen hielt Herr Dr. Bartz vom KTmfk einen Kurzvortrag über die Potentiale, die adaptive Systeme in der Antriebstechnik bieten, um den Ressourcen- und Energiebedarf zu minimieren. Auf der Hausmesse und dem gelungenen Rahmenprogramm konnten viele gute Kontakte gepflegt und neue gewonnen werden. Der KTmfk bedankt sich für die Einladung und freut sich auf die weitere zukünftige Zusammenarbeit.

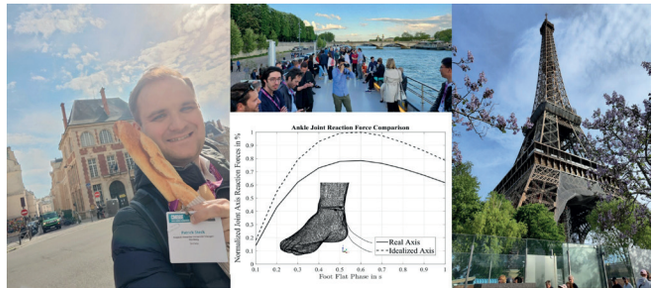
Mai



FORSCHUNG

Konzeptionierung und additive Fertigung einer passiven Sprunggelenkorthese

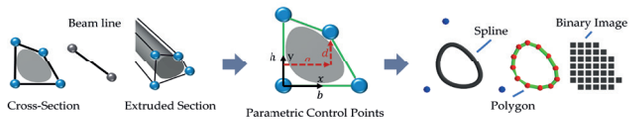
Die Individualisierung von medizinischen Hilfsmitteln – im speziellen Orthesen – gewinnt durch wachsende Marktprognosen zunehmend an Bedeutung. Mithilfe additiver Fertigungsverfahren können die patientenspezifischen Eigenschaften schnell und flexibel im Entwicklungsprozess berücksichtigt werden. Insbesondere die Kombination von faserverstärkten mit Designmethoden der Topologieoptimierung führt hierbei zu extrem leichten Strukturen, welche auf dem Patienten maßgeschneidert, einen hervorregende Tragekomfort bieten können. Derzeit gibt es jedoch keine additiv gefertigten faserverstärkten Produkte, welche im Bereich der funktionalen medizinischen Hilfsmittel angewendet werden. Jüngst wurde deshalb am Lehrstuhl für Konstruktionstechnik ein Ansatz vorgestellt, wie additiv gefertigte Sprunggelenkorthesen in Zukunft schnell und nutzerzentriert entwickelt und hergestellt werden können.



FORSCHUNG

Erfolgreiche Teilnahme an der CMBBE23

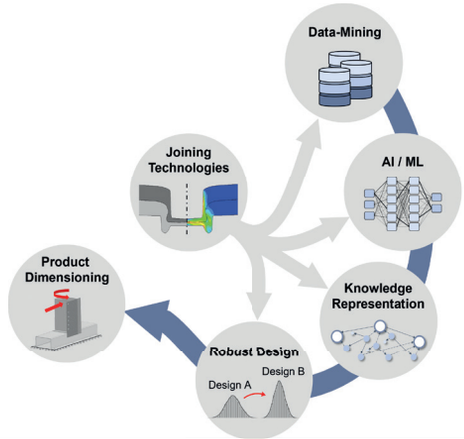
Bei der Auslegung von Sprunggelenkorthesen mithilfe von Leichtbaumethoden kommen Strukturoptimierungsprogramme zum Einsatz. Hierfür werden alle Lastfälle exakt definiert. Die auftretenden Lasten werden innerhalb von muskuloskeletalen Menschmodell-Simulationsprogrammen anhand von konfektionierten, generischen Skelettmodellen ermittelt. In diesen sind jedoch Gelenkachsen häufig idealisiert und somit nicht auf den zu behandelnden Patienten angepasst. Aufgrund der individuellen Lage und Orientierung der Gelenkachsen entsteht folglich bei Berechnung der inversen Kinematik ein Fehler, welcher bei der Auslegung mit Topologieoptimierung zu falschen Designvorschlägen führen kann. Am diesjährigen Symposium on Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering (CMBBE) wurde auf diesen Umstand hingewiesen und gleichzeitig eine einfache, günstige und ungefährliche Methode zur Identifikation der Sprunggelenkachse vorgestellt.



FORSCHUNG

Darstellung des Flächeninhalts und -trägheitsmoments periodischer B-Spline Querschnitten

Die Ermittlung von Flächenmomenten ist einer der grundlegendsten Aspekte der technischen Mechanik zur Berechnung der Eigenschaften von Balken. Während Kreise, Rechtecke, Ellipsen und deren Kombinationen symbolisch und damit ableitbar, beschrieben werden können, fehlen diese symbolischen Ausdrücke und für Freiformquerschnitte. Im Rahmen des kürzlich veröffentlichten Artikels Symbolic Parametric Representation of the Area and the Second Moments of Area of Periodic B-Spline Cross-Sections im Journal of Applied Mechanics wird eine symbolische Beschreibung der Flächenmomente verschiedener parametrischer Darstellungen solcher B-Splines berechnet und mit alternativen Berechnungsmethoden verglichen. Der Artikel ist über den QR-Code open-access verfügbar.



FORSCHUNG

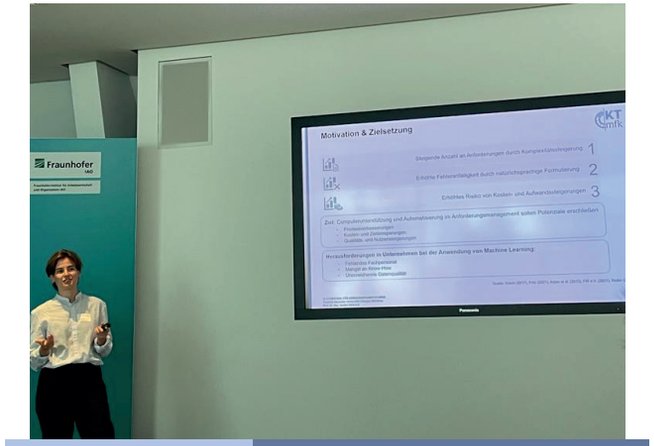
SFB TRR285 geht in die 2. Förderperiode

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) verlängert ihre Förderung für den Sonderforschungsbereich TRR285 „Methodenentwicklung zur mechanischen Fügbarkeit in wandlungsfähigen Prozessketten“ um weitere vier Jahre. Im Fokus des Forschungsverbunds steht dabei die Entwicklung wissenschaftlicher Methoden zur Erhöhung der Wandlungsfähigkeit mechanischer Fügeverfahren und -verbindungen. Insbesondere die Gewährleistung einer langfristigen Fügbarkeit für verschiedene Anforderungsprofile, ohne der gleichzeitigen Durchführung aufwendiger Anpassungen oder physischer Absicherungsuntersuchungen, soll durch die Erkenntnisse des SFB TRR285 ermöglicht werden. Der KTmfk ist hierbei mit dem Teilprojekt „Konstruktive Auslegung wandlungsfähiger Fügeverbindungen“ vertreten und erforscht in der zweiten Förderperiode insbesondere Methoden zur robusten Dimensionierung und Gestaltung mechanisch gefügter Baugruppen.

VERANSTALTUNGEN

WiGeP VPE-Assistentinnen und Assistenten treffen sich in Hamburg

Auf Einladung von Prof. Frank Mantwill (Professur für Maschinenelemente und Rechnergestützte Produktentwicklung an der Helmut-Schmidt Universität Hamburg) trafen sich die Assistentinnen und Assistenten der WiGeP-Fachgruppe „Virtuelle Produktentwicklung“ von 25.6. bis 26.6. in Hamburg. Neben dem Austausch zu Themen aus Lehre und Forschung, konnten sich die Teilnehmenden, am ersten Tag über aktuelle Entwicklungen rund um das Thema KI informieren. Tag zwei stand im Zeichen der Nachhaltigkeit. Bei einem gemeinsamen Workshop wurden die aktuellen Herausforderungen bei der Berücksichtigung der Nachhaltigkeit in der virtuellen Produktentwicklung erörtert und diskutiert. Wir bedanken uns bei Prof. Mantwill und seinem Team für die Gastfreundschaft und die hervorragend organisierte Veranstaltung!



FORSCHUNG

Erfolgreiche Teilnahme am 7. Stuttgarter Symposium für Produktentwicklung 2023

Das diesjährige Stuttgarter Symposium für Produktentwicklung fand am 25.05.2023 im Fraunhofer-Institutszentrum Stuttgart statt. Unter dem Motto „Produktentwicklung in volatilen Zeiten“ konnte auch der KTmfk mit einem spannenden Vortrag zum Thema „Potentiale von NLP-basierten Assistenzsystemen im Anforderungsmanagement“ beitragen. Die Teilnehmenden freuten sich über eine hervorragend organisierte Veranstaltung und über die wissenschaftliche Diskussion. Die Konferenz war ein voller Erfolg und wir freuen uns schon auf das SSP 2025. In Kürze werden die vorgestellten Methoden und Erkenntnisse als Konferenzbeiträge durch das Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO) veröffentlicht.

MENSCHEN

Neuer Mitarbeiter: Hady Mohamed

Hady Mohamed verstärkt seit Mitte Mai die Fachgruppe Leichtbau als wissenschaftlicher Mitarbeiter. Zuvor studierte er Maschinenbau an der Technische Universität München. Nach dem Master arbeitete er als Entwicklungsingenieur bei TWT Science & Innovation. Während der Masterarbeit bei EDAG Group beschäftigte er sich mit den Metamodellierungsmethoden für die NVH Simulationen. Praktische Erfahrung während des Studiums sammelte er im Rahmen eines Praktikums bei Bosch Rexroth AG.

Im Rahmen seines Forschungsprojektes beschäftigt er sich mit der Multimaterial Topologieoptimierung und ihre Umsetzung in der Industrie.

VERANSTALTUNGEN

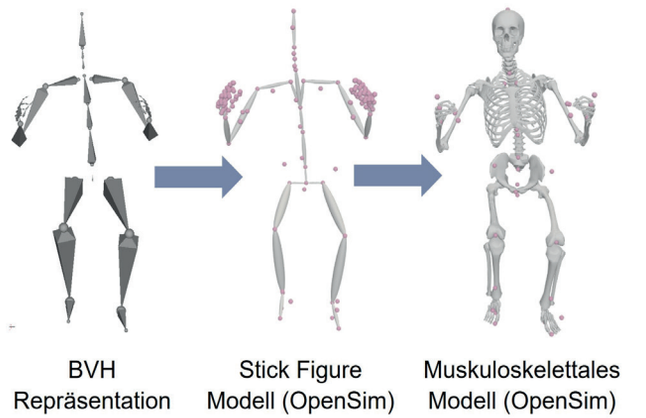
Treffen der European Group of Research in Tolerancing in Bordeaux

Bereits zum 5. Mal traf sich die European Group of Research in Tolerancing (E-GRT), dieses Mal in Bordeaux, Frankreich. Das E-GRT besteht aus einem Zusammenschluss von Lehrstühlen aus Frankreich, Schweden, Italien, England und Deutschland mit dem Ziel eine bessere Vernetzung in der Zusammenarbeit im Themenfeld „Toleranzen“ zu ermöglichen. Im Fokus der Veranstaltung steht dabei der Austausch und die Diskussion von aktuellen und zukünftigen Themen und Herausforderungen im Toleranzmanagement. Neben interessanten Vorträgen von Doktoranden anderer internationaler Lehrstühle war auch der KTmfk mit zwei spannenden Präsentationen vertreten und trug somit maßgeblich zur offenen Diskussion bei. Im Rahmen der sehr gut organisierten Veranstaltung kamen zuletzt auch die Vorzüge eines Präsenztreffens in Frankreich nicht zu kurz.

VERANSTALTUNGEN

Der KTmfk bei der VDI-Fachtagung zu Gleit- und Wälzlagerungen

Nach einem digitalen Durchlauf im Jahr 2021 fand vom 14.-15. Juni die jeweils zweijährig stattfindende VDI-Fachtagung zu Gleit- und Wälzlagerungen endlich wieder in Präsenz in Schweinfurt statt. Der KTmfk war dieses Mal mit Herrn Halmos, Herrn Kramer und Herrn Dr. Bartz vertreten. Herr Kramer hielt zusammen mit Herrn Rüth vom Lehrstuhl für Maschinenelemente, Getriebe und Tribologie (MEGT) der RPTU einen Vortrag zu einer „Methode zur Berücksichtigung geometrischer Abweichungen bei der Auslegung von Zylinderrollenlagern“. Herr Halmos referierte über „Schädigungs- und Ausfallmechanismen von Wälzlagern unter Schwenkbewegungen“. Beide Vorträge fanden großen Anklang und ermöglichten eine erfolgreiche Vernetzung mit anderen Expertinnen und Experten auf diesem Gebiet. Beim gelungenen Rahmenprogramm konnten bestehende Kontakte vertieft und neue Kontakte geknüpft werden.



FORSCHUNG

Verwendung von IMU-basierten Bewegungsdaten für muskuloskelettale Simulationen

Als Alternative zu markerbasierten Messsystemen können auch IMU-basierte Systeme zur Aufnahme von Bewegungsdaten verwendet werden. Die Systeme ermöglichen eine flexible Bewegungserfassung ohne Einschränkung hinsichtlich der Messumgebung. Eine Limitation ist jedoch, dass es keine universelle Möglichkeit gibt, IMU-Daten in muskuloskelettale Simulationssoftware, wie zum Beispiel OpenSim, zu übertragen. Unsere kürzlich erschienene Publikation beschreibt eine Methode, die die Übertragung von IMU-basierten Bewegungsmessdaten, die im BVH-Format gespeichert sind, in OpenSim ermöglicht. Die Bewegung kann dann mithilfe von muskuloskelettalen Modellen visualisiert und analysiert werden. Der Artikel ist im MDPI Journal Sensors erschienen und ist open-access verfügbar.

VERANSTALTUNGEN

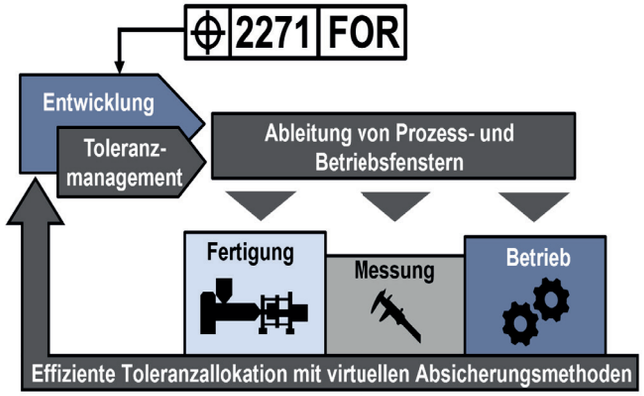
KTmfk auf der 18. System of Systems Engineering Konferenz in Lille

Vom 14. bis 16. Juni fand die 18. IEEE System of Systems Engineering Konferenz an der Polytech in Lille statt. Gastgeber war das renommierte Centre de Recherche en Informatique, Signal et Automatique Lille (CRIStAL), welches sich der Forschung in den Bereichen der Robotik, Digital Health und KI widmet. Der Lehrstuhl für Konstruktionstechnik war mit einem interessanten Beitrag zum Einsatz von SysML-betriebenen Digitalen Zwillingen für die Ausbildung von Ingenieursstudenten vertreten. Im Rahmen der sehr gut organisierten Konferenz wurde mit den internationalen Teilnehmern aus Europa, Asien und Amerika, sowie Vertreten des International Council on Systems Engineering (INCOSE) über die zahlreichen Themen im Kontext des Systems Engineering diskutiert.

VERANSTALTUNGEN

Summer School Toleranzmanagement 2023 stieß auf großes Interesse

Die 5. Summer School Toleranzmanagement konnte in diesem Jahr endlich wieder wie gewohnt in Präsenz in Erlangen stattfinden. Davon profitierte vor allem der persönliche bilaterale Austausch, wodurch wieder eine gute Plattform für den Dialog zwischen Lehre, Forschung und Industrie geboten werden konnte. Mit dem diesjährigen Fokus auf Digitalisierung und datengetriebene Absicherungsmethoden im Toleranzmanagement beschäftigten sich die Vorträge mit verschiedensten Themen, beginnend mit dem Robust Design bis hin zur Lösung verschiedener Herausforderungen im Toleranzmanagement durch den Einsatz von maschinellem Lernen.
Wir bedanken uns bei den rund 40 Vortragenden und Teilnehmenden, die maßgeblich zum abwechslungsreichen und kurzweiligen Charakter der Veranstaltung beitrugen.



FORSCHUNG

Forschungsgruppe FOR2271 stellt Ergebnisse auf Abschlusskolloquium vor

Nach über 6 Jahren gemeinsamer Forschungsarbeit in zwei Förderphasen wurde die DFG-geförderte Forschungsgruppe FOR2271 „Prozessorientiertes Toleranzmanagement mit virtuellen Absicherungsmethoden“ am 04.07.23 im Rahmen eines Kolloquiums abgeschlossen. Der KTmfk bearbeitete ein Teilprojekt und war Sprecher der Forschungsgruppe. Neben den Präsentationen der Ergebnisse aus den 5 Teilprojekten von KTmfk, LTM, FMT, LFT und LKT zeigten Vertreter der Industrie Anwendungen des prozessorientierten Toleranzmanagements auf.
Wir bedanken uns bei allen Vortragenden für die Mitgestaltung des Kolloquiums und bei allen Teilnehmenden für das große Interesse an den Ergebnissen der Forschungsgruppe, welche in Form eines Abschlussberichtes veröffentlicht wurden.

VERANSTALTUNGEN

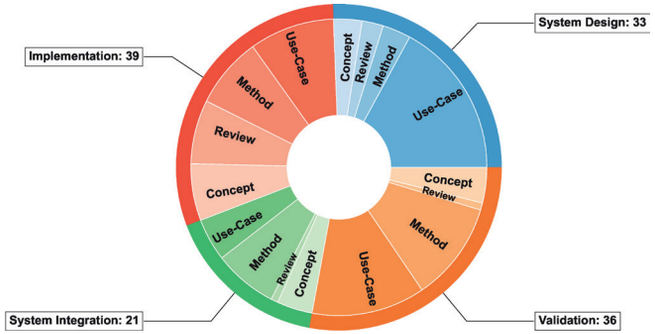
Der KTmfk bei der ESB(iomech) 2023 in Maastricht

Vom 09. – 12. Juli fand der 28. Kongress der europäischen Gesellschaft für Biomechanik in Maastricht statt. Unser Lehrstuhl war mit 3 Mitarbeitenden aus dem Fachbereich Nutzerzentrierte Produktentwicklung vertreten. Diese stellten die aktuellen Forschungsergebnisse des KTmfks im Rahmen eines Vortrags (Herr Scherb) und eines Posters (Frau Wechsler) vor. Unser Oberingenieur Herr Dr. Miehling durfte zudem noch als Session Chair fungieren und engagierte sich als Mentor in der „Meet the Expert“-Session. Die zahlreichen interessanten Beiträge regten zu spannenden fachspezifischen Diskussionen an, durch die neue Kontakte geknüpft und bestehende Kontakte gestärkt werden konnten. Die Konferenz war insgesamt ein großer Erfolg und wir freuen uns bereits auf die nächste ESB(iomech) 2024 in Edinburgh.

MENSCHEN

Neuer Mitarbeiter: Simon Schleifer

Simon Schleifer verstärkt seit Anfang Juli die Arbeitsgruppe Digital Engineering als wissenschaftlicher Mitarbeiter. Zuvor studierte er Mechatronik an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg.
Im Rahmen eines INI.FAU Projekts beschäftigt er sich mit dem Einsatz von Künstlicher Intelligenz im Model-Based Systems Engineering. Dabei steht insbesondere die Erforschung des Natural Language Processing im Bereich des Anforderungsmanagements im Fokus.



FORSCHUNG

Potentiale der Anwendung des Digital Engineering in der Produktentwicklung

Die Potentiale des Digital Engineering für KMU sind unbestritten. Leider fehlt ein aktueller Überblick über bereits realisierte Anwendungen, best-practices und Use-Cases dieser Methoden in der mechatronischen Produktentwicklung, was derzeit noch zu einer relativ geringen Verbreitung dieser Methoden führt. Unsere kürzlich erschienene Gemeinschaftspublikation des KTmfk, des ITPE der Universität der Bundeswehr München und dem Lehrstuhl für CAD der Universität Bayreuth analysiert daher die aktuelle Forschungslandschaft über die Anwendung von Digital Engineering Methoden. Der Artikel ist im MDPI Journal Designs erschienen und open-access verfügbar.

VERANSTALTUNGEN

KTmfk auf dem 33. INCOSE International Symposium in Honolu

Vom 15. bis 20. Juli fand in Honolulu, Hawaii das 33. International Symposium des International Council on Systems Engineering (INCOSE) statt. Das International Symposium ist die größte internationale Konferenz zum Thema Systems Engineering und verbindet Forschung, industrielle Anwendung und Lehre. Gemeinsam mit der TU Graz und Siemens Digital Industries Software stellte der Lehrstuhl für Konstruktionstechnik einen interessanten Beitrag zu den Potenzialen der Verknüpfung von Systemmodellen mit disziplinenspezifischen Modellen vor. Fokussiert wurden dabei die Vorteile in der Verknüpfung mit CAD-Modellen im Kontext des Engineering Change, sowie daraus abgeleitete Anforderungen an Toolketten. Das Thema wurde im Rahmen der sehr gut organisierten Konferenz mit internationalen Teilnehmern diskutiert.

VERANSTALTUNGEN

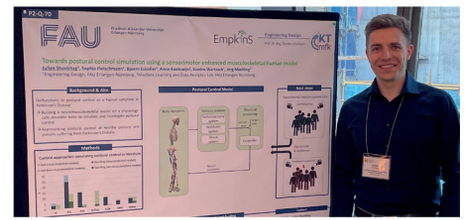
KTmfk @ ICED 2023 in Bordeaux

Die International Conference of Engineering Design (ICED), die Flaggschiff-Konferenz der Design Society, fand dieses Jahr in Bordeaux mit über 600 Teilnehmenden statt. Der Lehrstuhl für Konstruktionstechnik KTmfk war dabei mit acht spannenden Vorträgen zu verschiedenen Themen vertreten und konnte damit bleibenden Eindruck hinterlassen. Besonderes Highlight war dabei der Gewinn des 2023 DSJ Excellence in Design Science Award für das Paper Implementation and Interpretation of A Scrap and Failure Oriented Multi-Objective Optimization Considering Operational Wear von Herrn Christoph Bode. Auch abseits der spannenden Vorträge, Diskussionen und Keynotes, bot die Konferenz viel Abwechslung. Der KTmfk bedankt sich für die tolle Organisation und freut sich bereits auf die nächste ICED 2025 in Dallas.

AUSZEICHNUNGEN

Nachwuchsförderung am KTmfk | 6. Young Tribological Researcher Symposium (YTRS)

Vom 24. bis 25. Juli fand das 6. YTRS in Bayreuth statt. Am Lehrstuhl für Konstruktionslehre und CAD von Prof. Dr. Stephan Tremmel konnten junge Forschende und Studierende ihre Themen und Ideen auf dem Symposium vorstellen. 15 Vorträge mit vielfältigen tribologischen Fragestellungen wurden präsentiert und anschließend von rund 25 Teilnehmenden diskutiert. Kevin Neusser, wissenschaftliche Hilfskraft am KTmfk unter Betreuung von Benedict Rothammer, verteidigte mit seinem Beitrag „Amorphous carbon coatings for total knee arthroplasty – a knee simulator evaluation“ nach Abstimmung des Publikums den Preis für den besten Vortrag und gewann diese Auszeichnung zum dritten Mal in Folge und somit auch die Wildcard für die Tribologie-Fachtagung in Göttingen. Ergänzt wurden die Vorträge durch eine interessante Exkursion zu Steingraeber & Söhne und einer Abendveranstaltung in lockerer Atmosphäre.



VERANSTALTUNGEN

Der KTmfk auf dem ISPGR World Congress 2023

Vom 09. – 13. Juli fand die Konferenz der International Society Of Posture & Gait Research (ISPGR) in Brisbane, Australien statt. Unser Lehrstuhl war mit einem Mitarbeiter (Julian Shanbhag) aus dem Bereich Nutzerzentrierte Produktentwicklung vertreten und stellte die aktuellen Forschungsergebnisse aus dem Bereich Modellierung der posturalen Kontrolle vor. Die Konferenz bot zahlreiche spannende Vorträge und Gelegenheit zu Diskussionen mit vielen Wissenschaftlern verschiedener Disziplinen über unsere eigene Forschung sowie interessante angrenzende Themen.

AUSZEICHNUNGEN

Teilnahme mit Auszeichnung an der 24th International Conference on WOM

Die 24. International Conference on Wear of Materials (WOM) fand vom 16.04. – 20.04.2023 in Banff, Canada statt. Im Mittelpunkt der Konferenz stehen Fortschritte beim Verständnis der grundlegenden und angewandten Aspekte von Verschleiß und Reibung von Materialien. Einzigartig ist das Verfahren zur Einreichung von Beiträgen, das in Zusammenarbeit mit der Elsevier-Zeitschrift „Wear“ ein umfassendes Peer-Review vorsieht, um die fachliche Qualität der Vorträge zu gewährleisten. Stellvertretend für Benedict Rothammer (KTmfk) hielt Max Marian (Universidad Católica de Chile) den Vortrag „Evaluation of the Wear-Resistance of DLC-Coated Hard-on-Soft Pairings for Biomedical Application“. Dabei wurde die internationale Zusammenarbeit aus etwa 80 Beiträgen ausgewählt und mit dem Ken Ludema Best Paper Award ausgezeichnet.

LEHRE

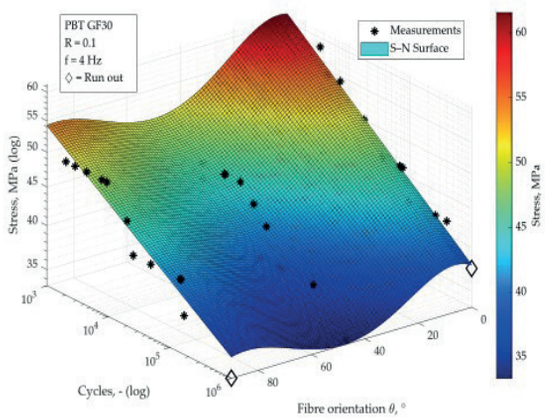
Gastvortrag zur Mechatronik von Prof. Ashhab im Rahmen von Maschinenelemente II

Im Sommersemester war Herr Prof. Moh’d Sami Ashhab, Experte für mechatronische Systeme im Maschinenbau der Hashemite University, für einen dreiwöchigen Forschungsaufenthalt zu Gast am KTmfk. Neben der Initiierung gemeinsamer Forschungsarbeiten konnte die Zeit genutzt werden, um im Rahmen eines Gastvortrages sein Wissen an die Maschinenbau-Studierenden weiterzugeben. Der Vortrag wurde bewusst in englischer Sprache gehalten, damit die Studierenden neben den neuen fachlichen Inhalten auch die bisher im Studium erlernten Fachbegriffe in der für das spätere Berufsleben wichtigen englischen Sprache kennenlernen konnten. Der Gastvortrag war für die Studierenden sehr gewinnbringend. Wir bedanken uns bei dir Sami für die gute und freundschaftliche Zusammenarbeit und freuen uns auf deinen nächsten Besuch.

MENSCHEN

Neue Mitarbeiterin: Klara Feile

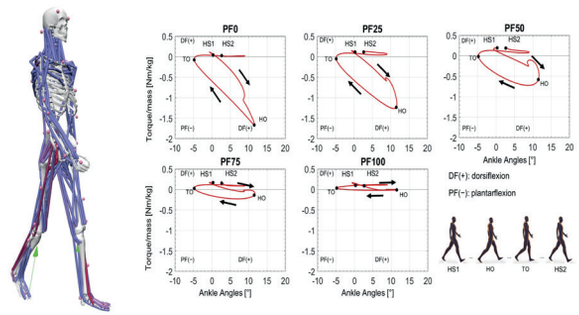
Klara Feile verstärkt seit Anfang September den Fachbereich für Maschinenelemente und Tribologie als wissenschaftliche Mitarbeiterin. Zuvor studierte sie Maschinenbau und Medizintechnik an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg. Im Rahmen studentischer Arbeiten sowie als studentische Hilfskraft am KTmfk beschäftigte sie sich bereits mit der Reibungs- und Verschleißreduzierung in tribologischen Kontakten.
Ihre zukünftige Arbeit am Lehrstuhl umfasst die Bearbeitung eines DFG Forschungsprojekts zur Entwicklung von Vorhersagemodellen für abweichungsbehaftete, thermo-elastohydrodynamisch geschmierte Kontakte (DeviaTEHD).



FORSCHUNG

Zur Restfestigkeit langfaserverstärkter Thermoplaste nach Ermüdungsschädigung

Es ist unbestritten, dass die mechanischen Eigenschaften, wie Steifigkeit oder Restfestigkeit von Verbundwerkstoffen, durch Ermüdungsschädigung negativ beeinflusst werden. Um diesen Einfluss zu quantifizieren und vorherzusagen, entwickelten Witzgall und Wartzack einen Berechnungsansatz für die Untergruppe der kurzfaserverstärkten Thermoplaste. Um diesen Ansatz auf langfaserverstärkte Thermoplaste zu erweitern, wird in diesem Beitrag die Abnahme der mechanischen Eigenschaften am Beispiel von PP LGF30 untersucht. Die Neuheit des Beitrages liegt in der kontinuierlichen Modellierung des Ermüdungsverhaltens für beliebig orientierte Proben langfaserverstärkter Thermoplaste sowie in der Vorhersage der Restfestigkeit in Abhängigkeit zuvor induzierten Ermüdungsschäden – eine Abnahme von bis zu ca. 35%.



FORSCHUNG

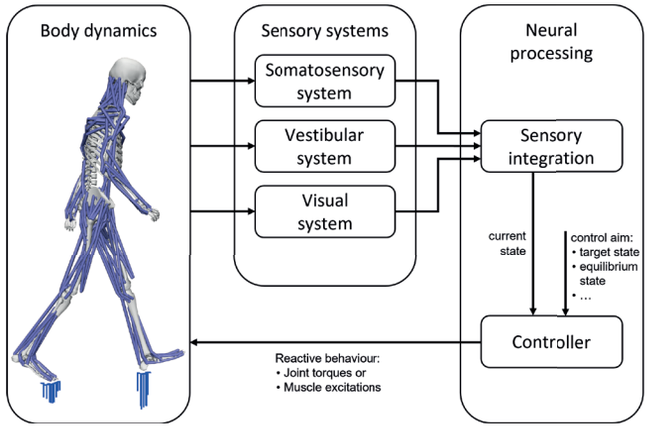
Unterstützungsmomente einer Sprunggelenkorthese für Patienten mit Fußheberschwäche

Patienten mit einer Fußheberschwäche leiden unter einem gestörten Gangmuster und haben ein höheres Risiko zu stolpern und fallen. Zur Behandlung werden in der Regel passive Sprunggelenkorthesen verwendet. Damit die Orthese den Patienten in optimaler Weise assistiert, muss die aufgebrachte Unterstützung der Orthese in Einklang mit der benötigten Unterstützung des Patienten stehen. In der neuesten Publikation des KTmfk wurde ein Ansatz entwickelt, mit dem der optimale Unterstützungsverlauf durch die Sprunggelenkorthese über den Gangzyklus verschiedener Patienten unter der Verwendung von muskuloskelettalen Menschmodellen bestimmt werden kann.

LEHRE

EVOLONIC entwickelt Drohne zur Waldbrandfrüherkennung

Die studentische Arbeitsgruppe EVOLONIC an der FAU hat eine Drohne entwickelt, die zukünftig Waldbrände zu einem sehr frühen Zeitpunkt erkennt und damit wertvolle Zeit für die Brandbekämpfung einspart. Teilnehmer von EVOLONIC haben die KTmfk-Wahlfächer (Prof. Wartzack) Konzeptentwicklung innovativer Produkte (KIP) und TechStart (zusammen mit ZOLLHOF) besucht und dort Produktentwicklungskompetenz sowie auch Know-how zur Gründung eines StartUps aufgebaut. Das Kick-Off fand am 9. August 2023 insbesondere unter Teilnahme von Innenminister Joachim Herrmann und dem Erlanger Oberbürgermeister Dr. Florian Janik auf dem Gelände der Feuerwehr Erlangen statt.



FORSCHUNG

Integration der posturalen Kontrolle in biomechanische Menschsimulationen

In dieser systematischen Literaturrecherche wurden verschiedene Ansätze zur Simulation der posturalen Kontrolle identifiziert. Die verschiedenen Ansätze werden im Hinblick auf die verwendeten biomechanischen Modelle, die berücksichtigten sensorischen Informationen, deren Integration und die Kontrollmethoden in Stand- und Gangsimulationen diskutiert. Für die posturale Kontrolle werden Optimalsteuerungsmethoden wie lineare quadratische Regler und modellprädiktive Kontrollmethoden (model predictive control) seltener verwendet, wenn der Detailgrad der Modelle zunimmt und Nichtlinearitäten an Bedeutung gewinnen. Bei muskuloskelettalen Modellen werden hauptsächlich reflexbasierte und PD-Regler eingesetzt und zeigen vielversprechende Ergebnisse, da sie darauf abzielen, menschenähnliches Bewegungsverhalten unter Berücksichtigung physiologischer Prozesse zu erzeugen.

VERANSTALTUNGEN

Erfolgreiche Teilnahme am 34. DfX-Symposium 2023 in Radebeul

Das diesjährige DfX-Symposium fand am 14. und 15.09.23 in Radebeul statt. Zur rundum gelungenen Veranstaltung trug der KTmfk mit mehreren Vorträgen und Postern bei. Thematisch beinhalteten die Beiträge unsere Forschung zu den Feldern kontinuierliche Simulation von endlosfaserverstärkten Verbundwerkstoffen, nutzerzentrierte Produktentwicklung, ontologie-basierte Wissensrepräsentationen als Entscheidungshilfe sowie der Charakterisierung von faserverstärkten Kunststoffen. Die Teilnehmenden freuten sich über eine hervorragend organisierte Veranstaltung, das spannende Rahmenprogramm und nicht zuletzt über die wissenschaftliche Diskussion. Alle Beiträge sind open-access auf der Design Society Website verfügbar.

VERANSTALTUNGEN

Der KTmfk bei der 64. Tribologie-Fachtagung

Die Gesellschaft für Tribologie e.V. veranstaltete auch in diesem Jahr wieder die bereits zum 64. Mal stattfindende Tribologie-Fachtagung, die vom 25. bis zum 27. September in Göttingen stattfand. Diesmal war der KTmfk durch Herrn Neusser und Herrn Dr. Bartz vertreten. Herr Neusser hielt einen Vortrag zum Thema der Knieendoprothetik mit dem Titel „Amorphous carbon coatings for total knee arthroplasty – A knee simulator evaluation“. Herr Dr. Bartz stellte aktuelle Ergebnisse der Forschungsarbeiten von Herrn Halmos zum Thema „Charakterisierung von Ermüdungsschäden bei Wälzlagern unter Schwenkbewegungen“ vor. Beide Vorträge fanden guten Anklang und ermöglichten eine erfolgreiche Vernetzung mit anderen Expertinnen und Experten auf diesem Gebiet. Während des Rahmenprogramms konnten bestehende Kontakte vertieft und neue Kontakte geknüpft werden.

VERANSTALTUNGEN

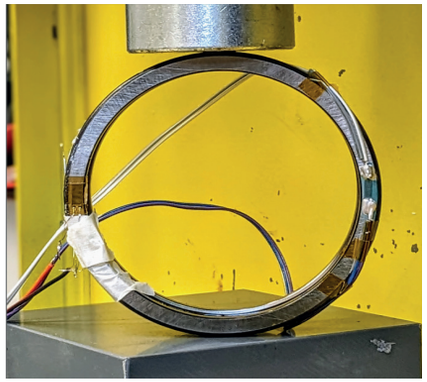
Klausurtagung 2023 des KTmfk in Riederau

Vom 19. bis 22. September fand die diesjährige Klausurtagung des KTmfk statt. Tagungsort war das Seminarzentrum in Riederau am Ammersee. An den ersten Tagen stand neben der Lehrstuhlorganisation, Aufgabenübergabe und Ziele-Review auch die Identifikation und Erarbeitung neuer Forschungsprojekte an. In Kleingruppen wurden zahlreiche, vielversprechende Projektideen entwickelt, an welchen der KTmfk in Zukunft forschen wird. Zum Abschluss der Klausurtagung stand ein Teamtraining mit Helmut Dorsch auf dem Programm. Bei unterschiedlichsten Aufgaben und Übungen konnte der Zusammenhalt des Lehrstuhlteams weiter gestärkt werden. Die tolle Umgebung, das ausgezeichnete Seminarzentrum und die gemeinsamen Abende bei Kaltgetränk oder Tischtennis ließen die Klausurtagung einen vollen Erfolg werden.

LEHRE

Neue Demonstratoren für die Lehre!

Dass die Vorlesung nicht rein theoretisch sein muss, zeigen die vielfältigen Demonstratoren, die in den Lehrveranstaltungen des KTmfk eingebunden sind. Technik zum Anfassen lautet die Devise – so werden Maschinenelemente greifbar. Besonders freut sich der KTmfk deshalb über die großzügige Spende diverser neuer Demonstratoren durch die Schaeffler Technologies AG & Co. KG, welche heute durch Herrn Mirring und Herrn Enders am Lehrstuhl übergeben wurden. Im Namen der Studierenden sagen wir Danke!



FORSCHUNG

Gedruckte Sensoren zur Dehnungsmessung in Wälzlagern

Die Kenntnis der Betriebszustände von Wälzlagern ist die Grundlage für einen sicheren Betrieb und vorausschauende Wartungsverfahren um Ressourcen und Kosten zu sparen. In vielen Fällen ist es jedoch, z. B. aufgrund von geforderter Bauraumneutralität, schwierig notwendige Sensoren in Wälzlager zu implementieren. In Kooperation mit dem FAPS der FAU und dem OHM-CMP der TH Nürnberg wurde deshalb in einem aerosolbasierten Druckverfahren ein Sensor nahezu bauraumneutral direkt auf einen Lagerring gedruckt. In einem vereinfachten Modellversuch konnte die prinzipielle Funktionalität eines solchen Sensors aufgezeigt werden und verbleibende offene Herausforderungen abgeleitet werden.
Wir danken für gute Zusammenarbeit.

Friedrich-Alexander-Universität
Technische Fakultät

Urkunde zur Lehrevaluation

Herr Dr.-Ing. Marcel Bartz
hat für seine Vorlesung mit Übung

Maschinenelemente II

in der studentischen Lehrevaluation der Technischen Fakultät einen 1. Platz erlangt.

Hierfür wurde im Sommersemester 2022 ein Lehrqualitätsindex (LQI) von 1,33 und der Rang 1/14 in der Kategorie VP20 (Vorlesung, Pflichtfach, kein GOP-Fach, ≥ 20 Rückläufer) vergeben.

LEHRE

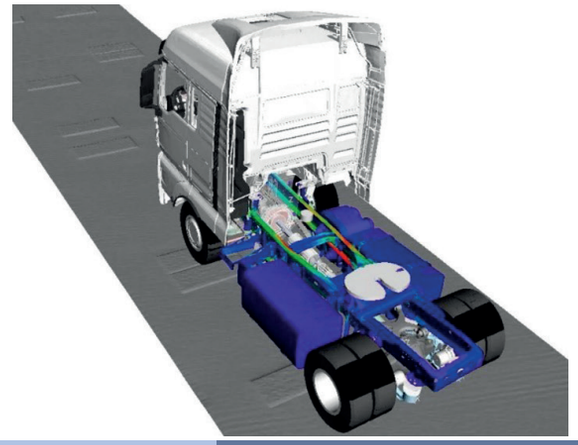
Ausgezeichnete Maschinenelemente-Lehre am KTmfk

Die Planung und Durchführung von Lehrveranstaltungen stellt eine essentielle Säule der Arbeit des KTmfk dar. Dabei ist der KTmfk in vielen Studiengängen an der Technischen Fakultät der FAU vertreten und bemüht sich jedes Semester, die Lehrveranstaltung entsprechend der Evaluierungen der Studierenden zu verbessern und durch aktuelle Beispiele aus der Technik interessant zu gestalten. Dass dies gut funktioniert, zeigt die kontinuierlich positive Entwicklung der Evaluationsergebnisse unserer Lehrveranstaltungen. Im aktuell veröffentlichten Ranking der Lehrveranstaltungsevaluationen der Technischen Fakultät des vergangenen Sommersemesters sticht insbesondere unsere Lehrveranstaltung Maschinenelemente II hervor, die ausgezeichnet evaluiert wurde und in der Kategorie VP20 den ersten Platz belegt.

FORSCHUNG

Neuer Mitarbeiter: Marc Gadinger

Marc Gadinger verstärkt seit Oktober als wissenschaftlicher Mitarbeiter die Fachgruppe Leichtbau. Zuvor studierte er an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg Maschinenbau. In seinen wissenschaftlichen Arbeiten und während seiner Tätigkeit als studentische Hilfskraft am KTmfk beschäftigte er sich bereits mit dem Zeitfestigkeitsverhalten von Faser-Kunststoff-Verbunden.
Seine zukünftige Forschungstätigkeit am Lehrstuhl umfasst die Bearbeitung eines DFG-Forschungsprojektes. Das Hauptziel dieses Vorhabens ist die Entwicklung einer konstruktionstechnischen Auslegungsrichtlinie, welche das Ermüdungsverhalten bei der Auslegung von endlosfaserverstärkten Faserverbundbauteilen berücksichtigt (ZoE).



FORSCHUNG

Abschluss des BFS Projekts zur virtuellen Lastermittlung in der Fahrzeugentwicklung

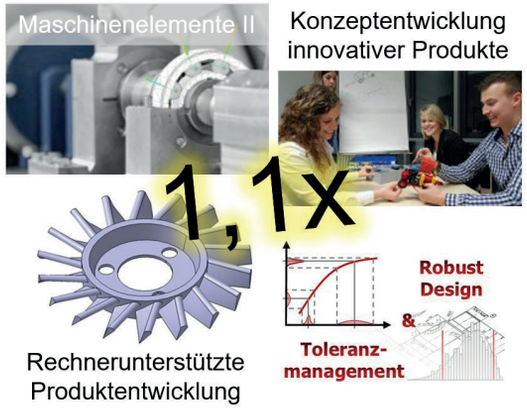
E-Mobilität und Leichtbau stellen die Entwicklung neuer Fahrzeugchassis – vor Allem in der Absicherung der Lebensdauer – vor neue Herausforderungen. Zusammen mit dem Industriepartner MAN Truck & Bus SE in München wurde deshalb eine Vorgehensweise erstellt, um reale Hardwareprüfstände in einer virtuellen Prüfumgebung zu konzipieren noch bevor physikalische Prototypen vorhanden sind. Dies beinhaltet die Transformation der Belastung aus Fahrmanövern und von Schlechtwegstrecken in einfache Lastfälle sowie die Ableitung von Kollektiven für das Betreiben eines Prüfstands. Als Basis der virtuellen Auslegung dient ein Simulationsmodell des Gesamtfahrzeugs in Kombination mit digitalen Streckenprofilen. Das Kooperationsprojekt wurde für 2 Jahre von der Bayrischen Forschungsstiftung gefördert.

MENSCHEN

Habilitation Prof. Dr.-Ing. habil. Benjamin Schleich

Herzlichen Glückwunsch an Prof. Dr.-Ing. habil. Benjamin Schleich, der seine Habilitation auf dem Gebiet der Konstruktion und virtuellen Produktentwicklung abgeschlossen hat. Der Titel seiner Arbeit lautet „Automatische Informationsverarbeitung im Toleranzmanagement im Kontext von Industrie 4.0“. Die Betreuer waren Prof. Sandro Wartzack (FAU Erlangen-Nürnberg), Prof. Christian Weber (TU Ilmenau) und Prof. Rainer Stark (TU Berlin).

Prof. Schleich ist der erste Dr.-Ing. habil. am Lehrstuhl für Konstruktionstechnik (Prof. Wartzack) an der FAU.



LEHRE

Alle Lehrveranstaltungen des KTmfk im SoSe mit der Note „sehr gut“ evaluiert!

Die stetige Optimierung der Lehrveranstaltungen des KTmfk stellt einen wichtigen Schwerpunkt unserer Arbeit dar. Die positive Entwicklung der Evaluationsergebnisse zeigt, dass unsere Bemühungen bei den Studierenden erfolgreich sind. Im Rahmen der Evaluierungen des abgeschlossenen Sommersemesters wurden diesmal alle Lehrveranstaltung des KTmfk mit der Note „sehr gut“ bewertet. Insbesondere die Veranstaltungen ME II und RDTol von Dr. Bartz und Dr. Götz sowie die Praktika KIP und RPE von Prof. Wartzack, Dr. Miehling und Herrn Roth wurden mit einer Note von besser 1,1x bewertet. Der KTmfk ruht sich jedoch nicht auf diesen sehr guten Ergebnissen aus, sondern wird auch in den kommenden Semestern die Lehrveranstaltungen weiter an aktuelle technische Themen und die Bedürfnisse junger Studierender anpassen.

FORSCHUNG

Erfolgreicher Kickoff des DFG-Forschungsprojektes ZoE in Hamburg

Am 02.11. fand in Hamburg der Kickoff des DFG-Forschungsprojektes ZoE statt. In Zusammenarbeit mit dem Institut für Produktentwicklung und Konstruktionstechnik der Technischen Universität Hamburg haben wir die Vorbereitungen für die Untersuchung des Zeitfestigkeitsverhaltens von Faser-Kunststoff-Verbunden getroffen. Wir freuen uns auf die weitere Zusammenarbeit und die zu erwartenden spannenden Ergebnisse des Projektes.

AUSGEWÄHLTE FORSCHUNGSPROJEKTE

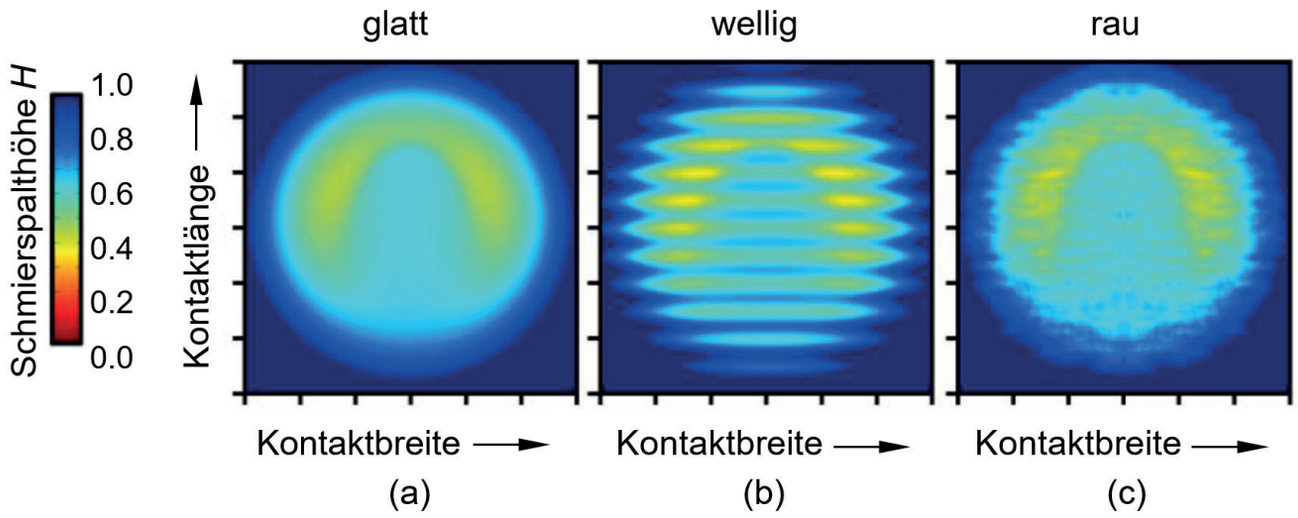
Ausgewählte Forschungsprojekte,
die in 2023 gestartet oder beendet wurden.

DeviaTEHD

Beginn des DFG-Projekts zur Entwicklung von Vorhersagemodellen für abweichungsbehaftete, thermo-elastohydrodynamisch geschmierte Kontakte (DeviaTEHD) im Februar 2023.

Im Zuge der Ressourcenminimierung sowie der Entwicklung energieeffizienter und verschleißbeständiger technischer Produkte kommt der Reduzierung von Reibungsverlusten in geschmierten Kontakten von Maschinenelementen eine große Bedeutung zu. Diese Verluste sind unter anderem abhängig vom Schmierungszustand, der Bauteilgeometrie sowie der Bewegungsart des Systems. Wesentliche Reibungsverluste sind aber auch auf fertigungsbedingte Gestaltabweichungen der Oberflächentopographie unterschiedlicher Ausprägung zurückzuführen. Eine rechnerische Berücksichtigung der Gestaltabweichung der Oberfläche von geschmierten thermo-elastohydrodynamischen (TEHD) Kontakten erfolgt bislang nur im Rahmen zeitaufwendiger und komplexer Simulationen. Etablierte, weniger aufwendige Berechnungsmethoden, wie beispielsweise von DOWSON/HIGGINSON und BLOK/MOES entwickelte analytische Näherungsgleichungen zur Berechnung der Schmierfilmhöhen sowie zugehörige weiterführende Korrekturfaktoren, berücksichtigen Oberflächenabweichungen bisher nicht umfassend.

Ziel des DFG-Projekts ist das Schließen dieser Forschungslücke durch die Entwicklung von Vorhersagemodellen für geschmierte TEHD Kontakte in Form von infiniten Linienkontakten sowie drei-dimensionalen Punktkontakten zur schnellen Berechnung der Schmierfilmhöhen, der Pressung und der Temperatur unter Berücksichtigung der Gestaltabweichungen der Oberfläche. So soll ein Beitrag geleistet werden TEHD Kontakte, wie sie beispielsweise in Zahnrädern oder Wälzlagern vorliegen, energieeffizienter und verschleißbeständiger auslegen und berechnen zu können. Zur Generierung der notwendigen Datenbasis wird auf das bereits vorliegende Simulationswerkzeug TriboFEM des KTmfk zurückgegriffen, das die Makro- sowie Mikrogeometrie des Bauteils berücksichtigt. Die Validierung der Vorhersagemodelle erfolgt unter anderem mithilfe von experimentellen Untersuchungen am Stift/Scheibe-Tribometer. Abschließend beinhaltet das Projekt die Anwendung der entwickelten Vorhersagemodelle für die Reibungsberechnung von Zylinderrollenlagern.



Die simulativ ermittelten, normierten Verteilungen der Schmierspalthöhen eines glatten (a), welligen (b) und rauen (c) TEHD-Kontakts weichen deutlich voneinander ab.

FORCuDE@BEV

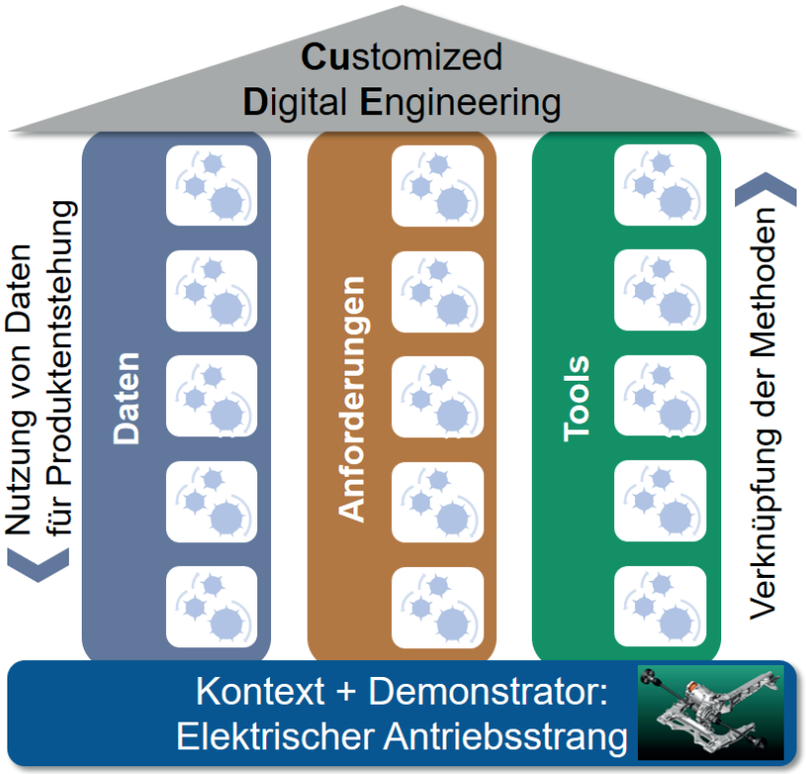
Erfolgreicher Projektabschluss des BFS-Forschungsverbundes Customized Digital Engineering für bayerische KMU (FORCuDE@BEV) im März 2023.

Ziel des Forschungsverbundes war die Erforschung angepasster Digital Engineering Methoden für die Entwicklung des elektrischen Antriebsstranges, insbesondere in bayerischen kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU). In Kooperation mit dem Lehrstuhl für Konstruktionslehre und CAD der Universität Bayreuth (Prof. Dr.-Ing. S. Tremmel), der Forschungsstelle für Zahnräder und Getriebe der TU München (Prof. Dr.-Ing. K. Stahl) und dem Institut für Technische Produktentwicklung der Universität der Bundeswehr München (Prof. Dr.-Ing. K. Paetzold-Byhain) und 25 Industriepartnern wurde über drei Jahre an der Anpassung und Integration von Data Mining und Machine Learning Methoden in die Produktentwicklung gearbeitet.

Der Lehrstuhl für Konstruktionstechnik war an diesem Forschungsverbund mit den beiden Teilprojekten „Systematische Umsetzungsunterstützung des Digital Engineering für bayerische Unternehmen“ und „Datengetriebene Verknüpfung von Prüfstands- und Feldversuchen“ vertreten. Im Rahmen der Abschlussbegutachtung Ende März konnten die Ergebnisse des Forschungsverbundes erfolgreich vor dem Gutachtergremium, bestehend aus Vertretern der Forschungsstiftung sowie unabhängigen Professor*innen, vorgestellt werden und durchgehend überzeugen. Die Forschungsinhalte der beiden Teilprojekte des KTmfk wurden dabei mit sehr gut bis exzellent bewertet.

Unser besonderer Dank gilt der Bayerischen Forschungsstiftung für die Förderung des Projekts. Außerdem möchten wir uns bei den beteiligten Lehrstühlen und Industriepartnern bedanken, insbesondere bei den Projektpartnern CADFEM GmbH, psw automotive engineering GmbH, Conti Temic microelectronic GmbH und covum GmbH.

Weitere Informationen zum Forschungsprojekt finden Sie unter: www.bayfor.org/forcude.

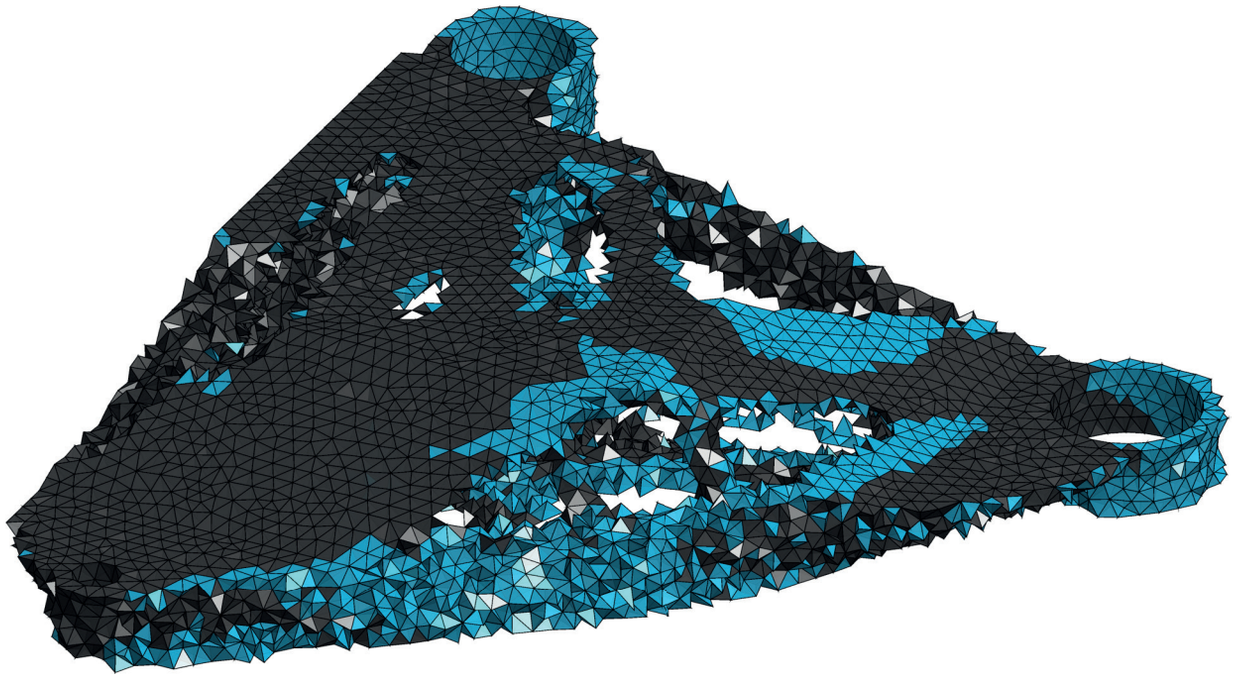


Überblick über die im Forschungsverbund FORCuDE analysierten Themenfelder.

LightConstruct

ZIM-Projekt „LightConstruct“ im Mai 2023 gestartet.

Die Topologieoptimierung ist entscheidend für die Realisierung von leichten und effizienten Strukturen. Dabei hilft diese Art der Optimierung, den Materialverbrauch zu reduzieren und die Umweltbelastung zu minimieren. Deutlich leichtere Bauteile werden durch Multi-Material-Topologie-Optimierung erreicht, wenn optimierte Materialien verschiedenen Bereichen eines Bauteils zugeordnet werden. Das aktuelle industrienahe Forschungsprojekt „LightConstruct” befasst sich mit der Entwicklung eines effektiven Leichtbauprozesses, der einerseits durch direkte Materialreduktion und andererseits durch gezielte Materialsubstitution erstmals gewichtsminimierte Leichtbauteile ermöglicht. Im Gegensatz zu bisherigen Optimierungsmethoden soll die neue Methodik nicht der Restriktion einer vorgelagerten Materialauswahl unterliegen. Ermöglicht wird dies durch die Entwicklung einer neuen Methode der numerischen Topologieoptimierung (MMTO), die mit einem hocheffizienten Multimaterialansatz eine effektive Kombination von Metall- und Kunststoffwerkstoffen generiert und damit eine veritable Gewichtsreduktion erreicht. Die neue Methodik sollte die Herstellungsbeschränkungen des Spritzgießens berücksichtigen und gießbare Komponenten liefern. Der Evakuierungsstuhl als Anwendungsbeispiel wird vom Projektpartner „PH-Mechanik” angeboten. Die neue MMTO-Methode wird auf ihn angewandt, um die Struktur und das Gewicht des Evakuierungsstuhls zu optimieren. Darüber hinaus arbeitet „PH-Mechanik” an Arbeitspaketen, die sich auf die Mechanik, Fertigung und Montage von Evakuierungsstühlen beziehen. Der zweite Projektpartner „Wilhelm-Plastik” hilft mit seinem Know-how bei der Herstellung von Spritzgussteilen aus Kunststoff und faserverstärktem Kunststoff. Darüber hinaus hilft Wilhelm-Plastik bei der Untersuchung der Formbarkeit verschiedener Kunststoffmaterialien und bei der Optimierung der Prozessparameter des Spritzgießverfahrens.

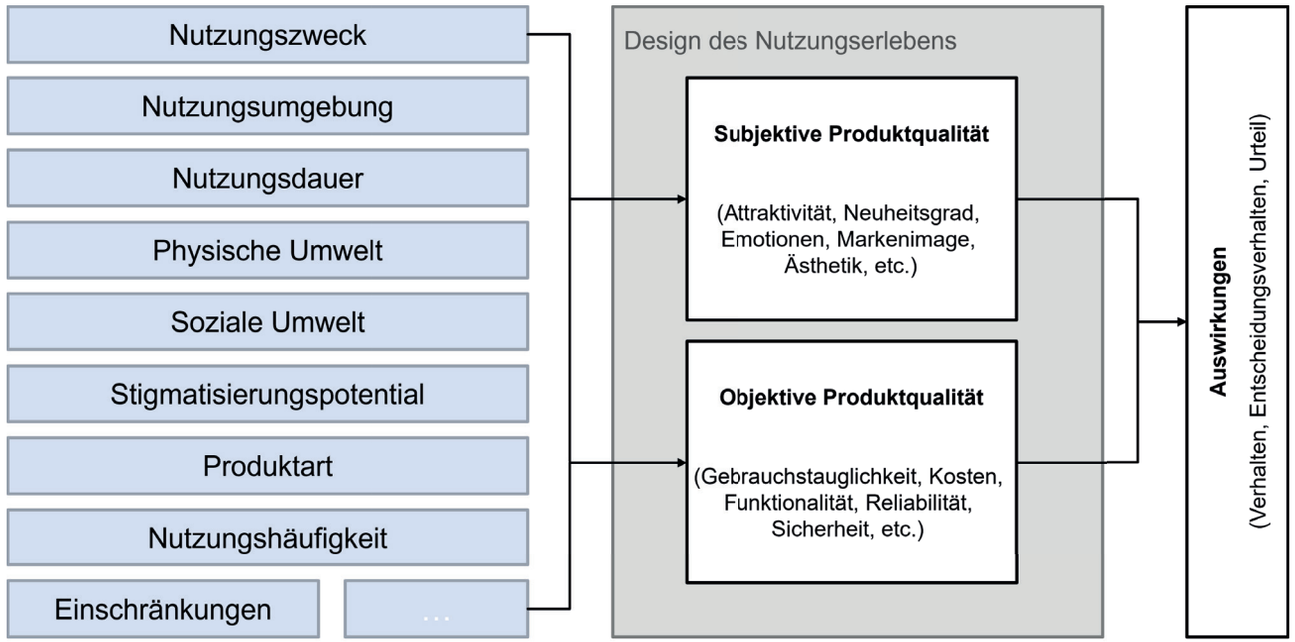


Multi-Material Topologieoptimierung

NEPTUN GeP

DFG-Projekt zu Nutzer-, Produkt- und Umgebungseinflüssen und deren Wirkung auf Gebrauchstauglichkeit und emotionale Produktgestalt im Mai 2023 gestartet.

In der Vergangenheit lag der Fokus in der Produktentwicklung primär auf der Funktionalität. Heutzutage rücken die Fähigkeiten und Bedürfnisse der Nutzenden und ihre Auswirkungen auf das Produktdesign immer mehr ins Zentrum. Eine zentrale Herausforderung in der nutzendenzentrierten Produktentwicklung ist dabei die zunehmende Vielfältigkeit der Nutzendengruppen und die daraus resultierenden Nutzendenbedürfnisse. Wohingegen die physiologischen Bedürfnisse und Anforderungen der Nutzenden meist ausreichend berücksichtigt werden, werden die subjektiven und psychologischen Ansprüche oftmals vernachlässigt. In Phase 1 des Forschungsvorhabens KemAP (WA 2913/32-1) wurde bereits ein wichtiger Grundstein für die gekoppelte Betrachtung dieser beiden Aspekte in der nutzendenzentrierten Produktentwicklung gelegt. Ein Auftreten konfliktbehafteter Anforderungen als Resultat dieser gekoppelten Betrachtung kann jedoch nicht immer vermieden werden. Um im Kontext des Nutzungserlebens jedoch eine nutzerorientierte Entscheidung treffen zu können, wird u.a. verlässliches Wissen darüber benötigt, ob die emotionale Gestalt oder die Gebrauchstauglichkeit aus Sicht der Nutzenden als wichtiger empfunden wird, sodass der bedeutendere Aspekt fokussiert werden kann. Fehlt dieses Wissen, kommt es ggf. zu Fehlentscheidungen oder Fehlpriorisierungen. Die Wechselwirkung zwischen den physiologischen und psychologischen Bedürfnissen sowie der gebrauchstauglichen und emotionalen Produktgestalt wurde bereits auf vielfältige Weise erforscht, jedoch werden diese Konstrukte durch eine Vielzahl an externen Faktoren wie Produkt-, Nutzer- oder Umgebungsmerkmale beeinflusst. Wissen darüber, welche Faktoren die emotionale Produktgestalt oder die Gebrauchstauglichkeit beeinflussen und wie deren Verhältnis im jeweiligen Nutzungskontext berücksichtigt werden muss ist essenziel, um die Nutzendenanforderungen im Produkt abbilden zu können. Im Rahmen eines durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderten Projekts wird dieser Umstand nun forciert und als Kernziel wird deshalb die Erforschung einer Methode zur Berücksichtigung spezifischer Nutzenden, Produkt- und Umgebungsmerkmale als externe Einflussfaktoren auf die Gewichtung von Gebrauchstauglichkeit und emotionaler Produktgestalt zur Bewältigung konfliktbehafteter Designentscheidungen im Spannungsfeld dualer Nutzerintegration, definiert.

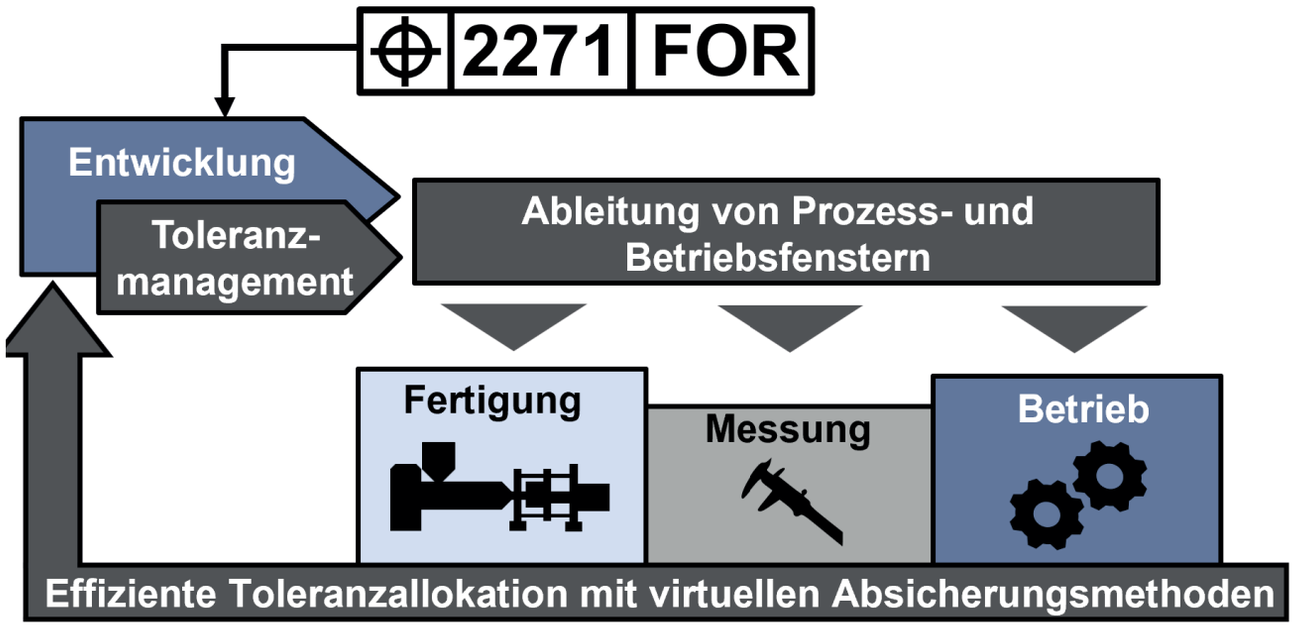


Beispielhafte Einflussfaktoren und deren Einfluss auf die vom Nutzenden wahrgenommene Bedeutung von Gebrauchstauglichkeit und emotionaler Produktgestalt.

FOR 2271

DFG-Forschungsgruppe FOR 2271 nach 2 Förderphasen im Juni 2023 mit einem Kolloquium erfolgreich abgeschlossen

Der Weg zu einem neuen Produkt führt gewöhnlich von der Entwicklung über die Fertigung, die Montage, die Messtechnik bis in den Betrieb. Wenngleich die Schritte in diesem Prozess meist iterativ stattfinden, werden Informationen meist nur in eine Richtung zum nächsten Prozessschritt weitergegeben. Entwicklungsfehler werden daher oft erst in der Fertigung, der Montage, spätestens aber im Betrieb erkannt. Diese späte Entdeckung führt zu hohen Kosten durch zeitaufwändige Iterationsprozesse und Nacharbeit, wobei die Höhe der Kosten steigt, je später der Fehler aufgedeckt wird. Diese Problematik zeigt sich auch beim Toleranzmanagement, das am Ende der Entwicklungsphase angesetzt ist. Im verbreiteten funktionsorientierten Toleranzmanagement berücksichtig die Tolerierung nur die Funktion des fertigen Bauteils zum Ende der Produktion. Hierbei werden die Fertigbarkeit, die Montierbarkeit, sowie wirkende Betriebseinflüsse (bspw. Verschleiß) meist nicht berücksichtigt. Das prozessorientierte Toleranzmanagement versucht diesen Nachteil zu überwinden, indem den Entwicklungs- bzw. Toleranzingenieurinnen und -ingenieuren gezielt Informationen aus der Fertigung (bspw. erreichbare Genauigkeiten), der Montage (bspw. verfügbare Montagesysteme) und dem Betrieb (bspw. Verschleißverhalten) zur Verfügung gestellt werden. Die Herausforderung liegt darin, diese komplexen und interdisziplinären Daten zu generieren, aufzubereiten und der Ingenieurin bzw. dem Ingenieur gewinnbringend zur Verfügung zu stellen. Die DFG-geförderte Forschungsgruppe FOR 2271 „Prozessorientiertes Toleranzmanagement mit virtuellen Absicherungsmethoden“ erarbeitete hierfür in den letzten sechs Jahren Methoden. Dabei lag der Fokus auf der Anwendung von Metamodellen zur Reduktion der notwenigen experimentellen Versuche, sowie der verbesserten Interpretation der vorliegenden Informationen. Darüber hinaus wurden Möglichkeiten zur Verifizierung und Validierung von Metamodellen sowie den zu Grunde liegenden Simulationen erforscht.



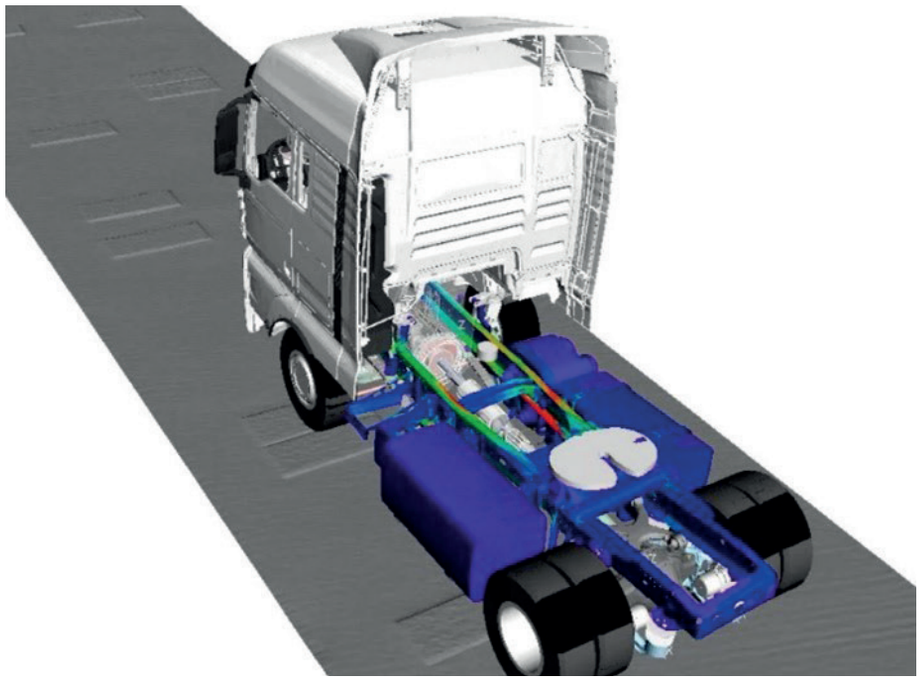
Prozessorientiertes Toleranzmanagement mit virtuellen Absicherungsmethoden nach Wartzack 2023

Im Rahmen dieser Gruppe aus den Lehrstühlen für Technische Mechanik, für Fertigungsmesstechnik, für Fertigungstechnologie, für Kunststofftechnik und unter der Federführung des Lehrstuhls für Konstruktionstechnik entstanden über 60 Publikationen und fanden zwei Kolloquien mit Industrievertreterinnen und -vertretern statt. Wir bedanken uns bei allen Beteiligten für die erfolgreiche Zusammenarbeit!

BFS

Abschluss des BFS Projekts „Virtuelle Lastermittlung im Fahrzeugauslegungs- und Absicherungsprozess“ vom Mai 2021 bis Juli 2023.

Die Erprobung und Absicherung der Lebensdauer eines Fahrzeugchassis als zentrale tragende Struktur ist ein wichtiger Baustein in der Entwicklung neuer Fahrzeuge. Insbesondere bei neuen Fahrzeugkonzepten, wie elektrisch angetriebenen Lkw, erfordert dies einen erheblichen Aufwand in Form von umfassenden Gesamtfahrzeugversuchen.
Als Grundlage der Freigabe dienen Testfahrten sowohl auf Hindernisstrecken – die sogenannte Schlechtwegerprobung –- als auch auf öffentlichen Straßen im Rahmen umfangreicher Referenzstrecken. Um diese Erprobung effizienter zu gestalten, wurden innerhalb des Projekts virtuelle Methoden der Lastermittlung entwickelt. Zunächst wurde ein virtuelles Fahrzeug aufgebaut, um die Belastung aus der Schlechtwegerprobung mithilfe digitalisierter Teststrecken zu simulieren. Zusätzlich wurde eine Vorgehensweise erstellt, um auch die Beanspruchung aus den verschiedenen Strecken der öffentlichen Referenzstrecken mit dem virtuellen Fahrzeug abbilden zu können. Aufgrund des hohen simulativen Aufwands und der umfangreichen Straßenabschnitte kann die Realität nicht identisch in der Simulation abgebildet werden. Deshalb wurde ein Ansatz ausgebaut, der auf einen Baukasten aus definierten Fahrmanövern zurückgreift. Parallel zu den Simulationen wurden Messungen an realen Fahrzeugen des Industriepartners MAN Truck & Bus durchgeführt, um die Aussagekraft der Simulation zu bestätigen.
Die gewonnenen Erkenntnisse aus den Gesamtfahrzeugsimulationen dienen dazu, grundlegende Beanspruchungen und Lastfälle abzuleiten, welche die Lebensdauer des Chassis bestimmen. Auf Basis dieser Lastfälle wurde ein virtuelles Prüfstandkonzept entworfen. In diesem Konzept werden bereits im virtuellen Umfeld Restriktionen und Randbedingungen aus der realen Versuchsumgebung berücksichtigt. Dies gewährleistet eine schnelle Umsetzung des virtuellen Prüfstands in der Hardware-Erprobung und ermöglicht eine effiziente Absicherung der Lebensdauer des Chassis. Die Hardwareumsetzung des virtuell erprobten Prüfstands erfolgte im Prüffeld des Industriepartners, wo abschließende Vergleichsmessungen zur Simulation durchgeführt wurden.

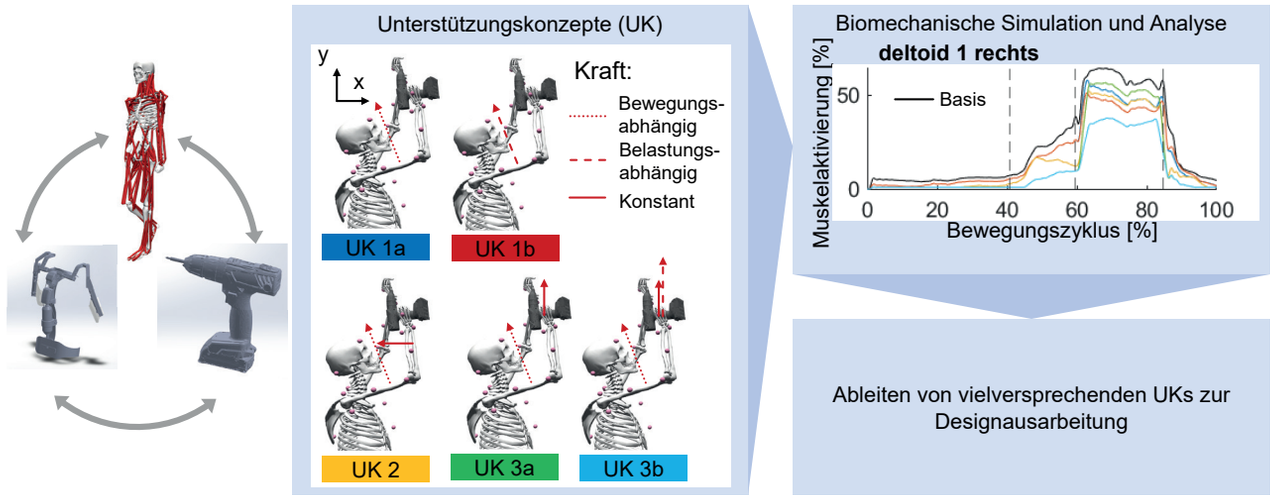


Spannungsverteilung des Chassis im virtuellen Fahrzeug bei Überfahrt digitalisierter Schlechtwegstrecken.

ExoMePT

DFG gefördertes Kooperationsprojekt ExoMePT zur Abbildung der Interaktion zwischen Mensch, Power-Tool und Exoskelett im September 2023 erfolgreich abgeschlossen

Sowohl Industrie als auch Forschung haben bereits das hohe Potenzial der Nutzung von Exoskeletten erkannt. Insbesondere im Arbeitsalltag können arbeitsbedingte Muskel-Skelett-Erkrankungen reduziert und die Arbeiten angenehmer gestaltet werden. Aus diesem Grund schreitet die Entwicklung von Unterstützungssystemen für eine optimale Entlastung des Menschen stetig voran. Hierbei ist die Betrachtung der Arbeits- und Belastungssituation ausschlaggebend. Einen verbreiteten Einsatz von Exoskeletten stellt dessen Nutzung in Kombination mit Elektrowerkzeugen (Power-Tools) dar. Um hierbei sowohl die Interaktion zwischen den beiden technischen Systemen (Exoskelett und Power-Tool) als auch mit dem Menschen abbilden zu können, wurde im Rahmen des Kooperationsprojektes ein Co-Simulationsmodell entwickelt. Bei diesem werden die technischen Systeme durch Modelle in MATLAB dargestellt, während der Mensch durch ein muskuloskelettales Menschmodell abgebildet wird. Durch die Verwendung des Co-Simulationsmodells können die Interaktionen zwischen den Modellen abgebildet werden, ohne jedoch die einzelnen Modelle zu vereinfachen. Basierend auf entsprechenden Co-Simulationen können so bereits mögliche Belastungen des Menschen auch ohne physische Nutzerstudien abgeschätzt werden. Somit wird eine nutzerzentrierte Produktentwicklung der technischen Systeme bereits in den frühen Phasen des Produktentwicklungsprozesses ermöglicht. Für die Umsetzung der entwickelten Methode wurde im Rahmen des Projektes der Anwendungsfall



Nutzung des Co-Simulationsmodell für die nutzerzentrierten Produktentwicklung in den frühen Phasen des Produktentwicklungsprozesses.

„Arbeiten in und ober Kopfhöhe mit einem Exoskelett zur Unterstützung des Schulterbereiches und einem Akkuschrauber“ gewählt.
Für die Entwicklung des Co-Simulationsmodells war neben der guten Zusammenarbeit auch die fachliche Kompetenz der drei Projektpartner von Bedeutung. Herr Professor Matthiesen vom Institut für Produktentwicklung (IPEK) am Karlsruher Institut für Technologie unterstützte mit Expertise in der Optimierung von Power-Tools, während Herr Professor Robert Weidner vom Laboratorium für Fertigungstechnik (LaFT) an der Helmut-Schmidt-Universität in Hamburg seine Expertise in der Entwicklung von Exoskeletten einbrachte. Durch die fachliche Kompetenz des KTmfk in der biomechanischen Menschmodellierung und -simulation wurde das Bearbeiter-Trio optimal ergänzt. Die gute Zusammenarbeit soll in einem Folgeprojekt weitergeführt werden.

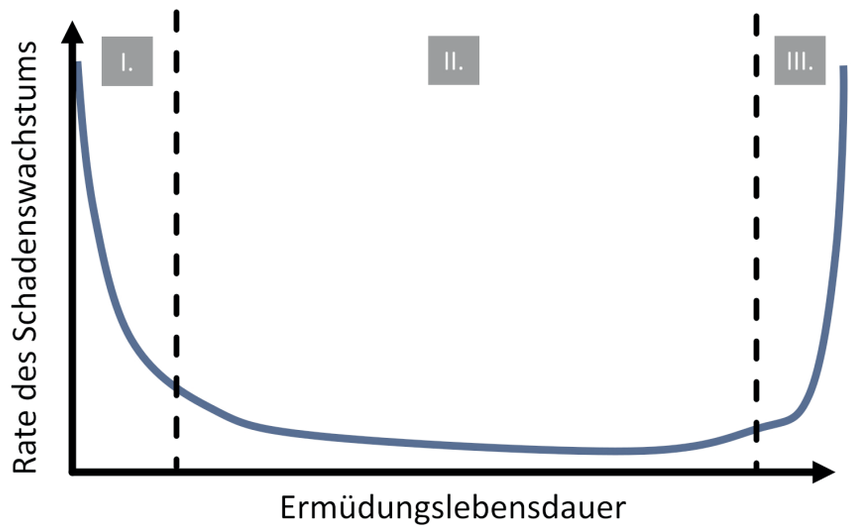
ZoE

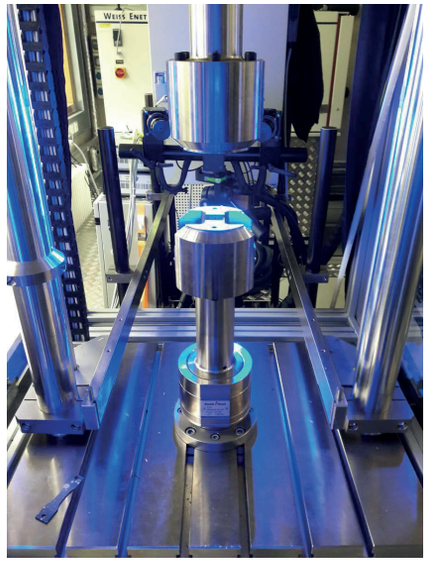
ZoE – Erforschung der Übertragbarkeit des Zeitfestigkeitsverhaltens bei Faser-Kunststoff-Verbunden von Couponproben auf optimierte Halbzeuge zur Entwicklung einer konstruktionstechnischen Auslegungsrichtlinie im Oktober 2023 gestartet.

FFaser-Kunststoff-Verbunde (FKV) bieten aufgrund ihrer hohen spezifischen Festigkeit und Steifigkeit ein hohes Potential für Leichtbauanwendungen. Es gibt diverse rechnerunterstütze Ansätze zur Auslegung endlosfaserverstärkter Faserverbundbauteile. Diese Ansätze haben gemeinsam, dass sie Bauteile – unter Berücksichtigung insbesondere der Faserorientierung, der Schichtdicke und der Schichtreihenfolge – gegen ein oder mehrere statische Versagenskriterien auslegen. Jedoch berücksichtigen solche Ansätze die Materialermüdung nicht rechnerisch. Die Berechnung der Materialermüdung durch zyklische Beanspruchung kann weiteres Leichtbaupotenzial erschließen, indem dies eine Reduktion von Sicherheitsfaktoren ermöglicht. Überdimensionierung kann auf diese Weise vermieden werden.

Das Hauptziel dieses Projektes ist die Entwicklung einer konstruktionstechnischen Methode, die Produktentwickelnde bei der zeitfestigkeitsgerechten Auslegung von FKV-Leichtbaustrukturen unterstützt. Der Fokus liegt auf kraftflussgerechten Laminataufbauten von Halbzeuggeometrien, da diese besondere Vorteile bezüglich der Standardisierung besitzen und eine weite Verbreitung genießen.

Als erstes Teilziel werden geeignete Bemessungsgrenzen definiert, die sowohl auf Steifigkeits- als auch auf Festigkeitsuntersuchungen anwendbar sind. Das zweite Teilziel ist die Beurteilung und Fortentwicklung der Bemessungsgrenzen durch experimentelle Untersuchungen an Couponproben und Halbzeugen. Das dritte Teilziel ist die strukturierte Bereitstellung der Erkenntnisse, z. B. in Form eines Laminatauslegungsprogramms.





Qualitative Darstellung der Rate des Schadenswachstums über die Lebensdauer (links) und Versuchsaufbau des servohydraulischen Pulser Zwick HCT-25 für die zyklische Prüfung (rechts).

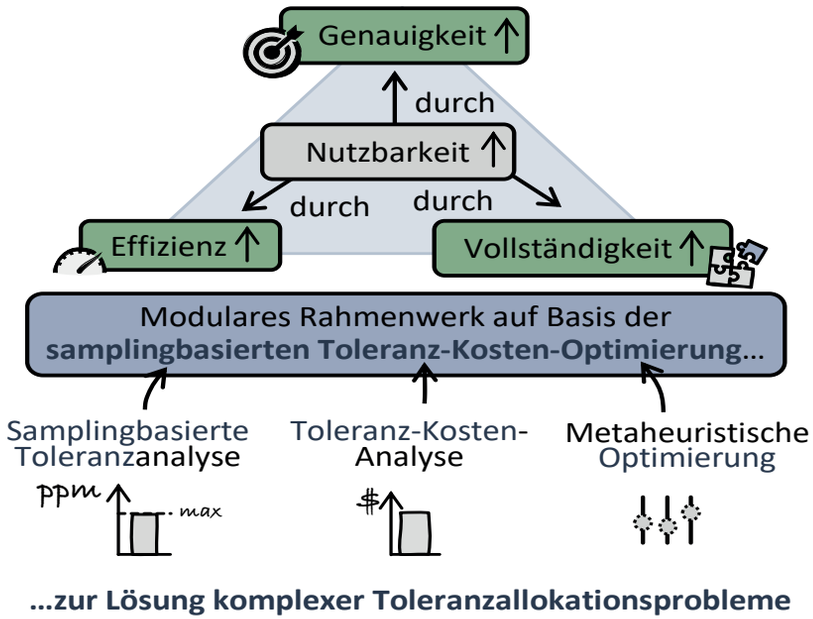
Hierzu werden in Kooperation mit dem Institut für Produktentwicklung und Konstruktionstechnik der Technischen Universität Hamburg Simulationsstudien und Materialtests zur Zeitfestigkeit durchgeführt. Für die zyklischen Versuche an FKV-Strukturen steht am KTmfk ein durch die DFG geförderter Pulser zur Verfügung. Die vorläufig identifizierten Bemessungsgrenzen werden anhand von Couponproben und Halbzeugen getestet, wobei die Übertragbarkeit zwischen diesen beiden Ebenen bewertet wird. Es folgen simulative und experimentelle Untersuchungen zur Zeitfestigkeit unter Variation von Schichtreihenfolgen und Schichtdicken und unter Abweichungen in der Faserorientierung. Dabei wird wiederum die Übertragbarkeit von der Coupon- auf die Halbzeugebene ermittelt. Aus den Untersuchungen werden konstruktive Maßnahmen und Gestaltungsrichtlinien abgeleitet. Diese werden abschließend an optimierten Halbzeugen evaluiert.

OptNeToL

DFG- Projekt OptNeToL zur durchgängigen, OPTimierungsbasierten NEnnmaß- und TOLeranzvergabe endet planmäßig im Dezember 2023

Damit technische Systeme trotz Fertigungsungenauigkeiten ihre Funktion erfüllen, werden die unvermeidbaren, geometrischen Abweichungen gezielt durch Form-, Maß- und Lagetoleranzen eingeschränkt. Allerdings werden dadurch bereits die Anforderungen für die anschließende Fertigung und somit implizit die Herstellungskosten festgelegt. Die Methode der Toleranz-Kosten-Optimierung schafft den Spagat zwischen geringen Kosten und hoher Produktqualität, indem sie alle Toleranzwerte kostenoptimal und automatisiert aufeinander abstimmt. Bislang konnten die dafür entwickelten Lösungsansätze jedoch nicht zur umfassenden Beantwortung praxisrelevanter Fragestellungen genutzt werden. Einschränkungen in Genauigkeit, Vollständigkeit und Effizienz, sowie die fehlende Einbindung in den modernen Produktentwicklungsprozess erschweren die Lösung industrieller Problemstellungen, wodurch verborgene Kostenpotentiale zumeist ungenutzt bleiben.

Um diese Hürden zu überwinden, wurden im Rahmen eines zweieinhalbjährigen DFG-Projekts die Erkenntnisse aus dem vorhergehenden Projekt „Toleranzoptimierung statisch unter- und überbestimmter Systeme“ genutzt und die Methode der samplingbasierten Toleranz-Kosten-Optimierung weiterentwickelt. Zum einen erlauben die neuen Methoden ihren Einsatz bei lediglich approximativ vorliegenden Kosteninformationen sowie die Festlegung von robusten Nennmaßen und damit ihre Anwendung in frühen Produktdesignphasen. Zum anderen befähigt die Integration von Form- und Lagetoleranzen sowie von Maschinenselektions- und –allokationsstrategien mit maschinenspezifischen Fertigungsverteilungen die Anwendung auf komplexe, nichtlineare Baugruppen bei zugleich frühzeitiger Berücksichtigung von Herstellungsrandbedingungen. Dabei stellt die Abstimmung der Optimierungsroutinen mit varianzreduzierenden Sampling- und Ausschussratenschätzverfahren die Verlässlichkeit der Optimierungsergebnisse sicher. Durch neuartige Effizienzsteigerungsmethoden basierend auf adaptiven Stichprobengrößen und Metamodellen können die Rechenzeiten signifikant reduziert werden, ohne dabei die Aussagequalität der Ergebnisse zu beeinträchtigen. Die abschließende Evaluation des entwickelten und in einen Softwareprototyp überführten Gesamtrahmenwerks zeigt, dass die erforschten Methoden wesentlich zur universellen Anwendbarkeit beitragen und nun Produktentwickelnde ohne vertiefte Kenntnisse in Statistik und Optimierung Nennmaße- und Toleranzen robust und kostenoptimal festlegen können.



Lösung des Toleranz-Kosten-Konflikts mithilfe metaheuristischer Optimierungs- und samplingbasierter Toleranzanalyseverfahren.

VERÖFFENTLICHUNGEN

2023 gelistet in
Scopus

Unsere Scopus gelisteten Veröffentlichungen finden Sie unter:

WISSENS- UND TECHNOLOGIETRANSFER

Möglichkeiten der Zusammenarbeit

Gemeinsame Projekte zur Lösung anspruchsvoller Probleme im Umfeld der Produktentwicklung stellen den Hauptteil aller Kooperationen dar. Daneben bietet unser Lehrstuhl individuelle Schulungen und Seminare an. Entsprechend der Ausrichtung und Zielsetzung des jeweiligen Projektes sind unterschiedliche Möglichkeiten der Zusammenarbeit denkbar:

1. Langfristige, grundlagenorientierte Forschungsprojekte, die bilateral oder vorwettbewerblich in einem Verbund aus mehreren Partnern durchgeführt werden. Beispiele:

- KILL VIB, gefördert durch die BFS
- CFK-Baukastensystem, gefördert durch BMWi

2. Mittelfristige, anwendungsbezogene Forschungsprojekte, die in der Regel bilateral durchgeführt werden. Beispiele:

- Entwicklung einer neuartigen Wälzlagerung für große Elektromotoren
- Fackonzept zur kontextbezogenen Verwaltung und Bereitstellung von Prozess- und Produktwissen
- Integration von Machine Learning Ansätzen in den Produktentwicklungsprozess
- KI-gestützte Analyse und Weiterverwendung von Anforderungen im MBSE

3. Kurzfristige, aufgabenspezifische, bilaterale Projekte. Beispiele:

- Konzeption und Entwurf von Maschinen und Anlagen
- Berechnung und Simulation technischer Systeme
- Werkstoffprüfung unter hochdynamischer Lastaufbringung, wie beispielsweise beim Re-Engineering innovativer Produkte für Unternehmen
- Tribologische Untersuchungen auf vorhandenen Einrichtungen
- Prototypenbeschichtung
- Entwicklung eines Toleranzmanagement-Prozesses

In den folgenden Feldern ist eine anwendungsnahe Zusammenarbeit besonders interessant:

Digital Engineering

- Design-Automation
- Integration von Machine Learning in CAD und CAE
- Konzeption von Extended Reality Anwendungen für die Produktentwicklung
- Wissensrepräsentation und -verarbeitung in der Produktentwicklung
- Durchführung von Parameterstudien
- Potentialanalyse und Anforderungsdefinition im Bereich Datengetriebene Produktentwicklung
- Model-Based Systems Engineering

Leichtbau

- Charakterisierungsversuche an Kunststoffen mit oder ohne Faserverstärkung
- Charakterisierungsversuche an verschiedenen metallischen Werkstoffen
- Charakterisierungsversuche an additiv gefertigten Werkstoffen
- Versuchsgeschwindigkeiten von 1 mm/s bis 20 m/s
- Temperierung des Prüfbereichs von -60 °C bis 150 °C
- Bauteiltests am Fallturm
- Messungen der Bauteilsteifigkeit
- Zug-Druck und Torsionsversuche bis 25 kN bzw. 250 Nm
- 3- und 4-Punkt-Biegeversuche
- Temperierung des Prüfbereichs von -80 °C bis +250 °C

Toleranzmanagement

- Statistische Toleranzanalysen von Baugruppen
- Beratung in Fragen zur richtigen Tolerierung und der Eintragung von Toleranzen in technischen Zeichnungen
- Analyse der Robustheit anhand der Beurteilung vergebener Einzelteiltoleranzen eines Produktes
- Entwicklung von Toleranzanalysetools im Rahmen von CAx

Nutzerzentrierte Produktentwicklung

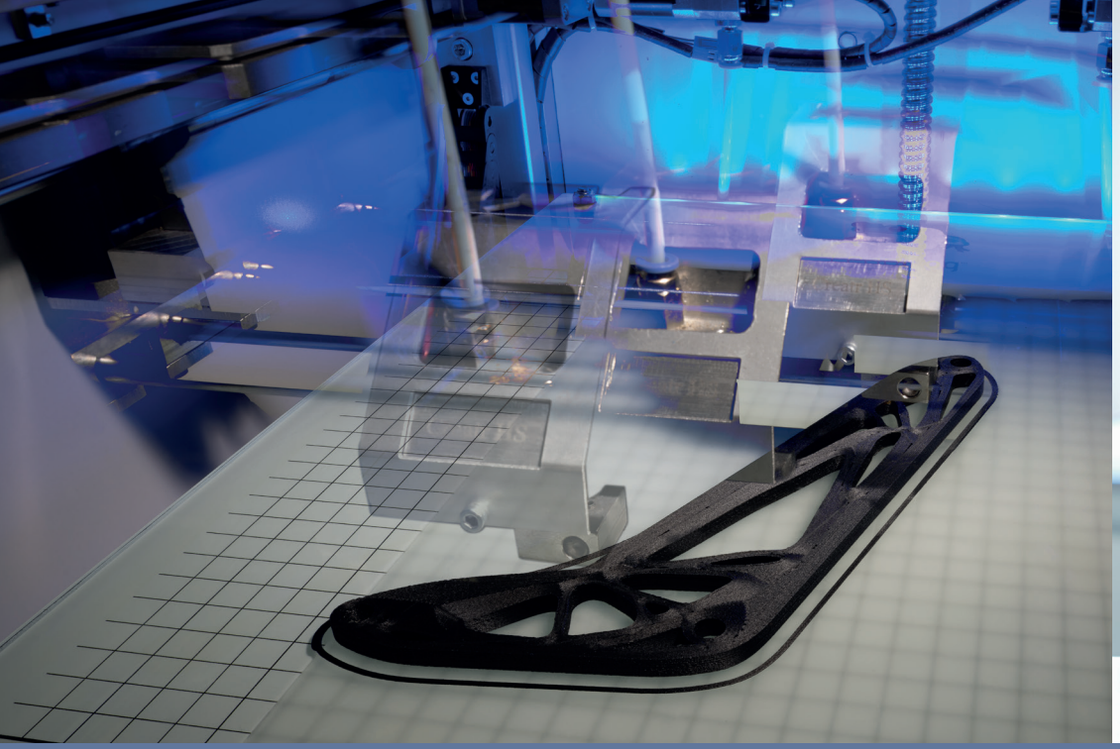
- Biomechanische Auslegung von Produkten mittels digitaler Menschmodelle
- Simulation von Nutzergruppen
- Patientenspezifische Modellierung mittels Menschmodellen
- Nutzer- und Usabilitytests
- Integration affektiver Faktoren in die Produktgestalt mittels Affective / Emotional/ Kansei Engineering
- Portfolioanalysen hinsichtlich physiologischer und psychologischer Aspekte
- Messungen der Produkt-Persönlichkeits-Kongruenz
- Identifikation nutzerrelevanter Produkteigenschaften

Maschinenelemente und Tribologie

- Reibungs- und Verschleißuntersuchungen an Wälzlagern
- Kontaktmodellierung und -simulation
- Entwicklung und Konstruktion spezialisierter Prüfstände
- Auslegung und Optimierung von Lagerungen und Schmierungskonzepten
- Schichtentwicklung und -auswahl
- Tribologische Modell- und Bauteilversuche
- Dimensionierungsgrundlagen
- Bauteilgestaltungsrichtlinien

Herausgeber
Lehrstuhl für Konstruktionstechnik (KTmfk)
Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartzack
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Gestaltung und Koordination: Carla Molz, Judith van Remmen, Kathrin Scheucher

Bildnachweis
Thomas Riese Photography: Seiten 1, 6, 11, 25, 28, 30, 34, 52
Für alle weiteren Bilder des Forschungsreportes liegt das Urherberrecht beim Lehrstuhl für Konstruktionstechnik.



KT mfk