FORSCHUNGSREPORT 2022

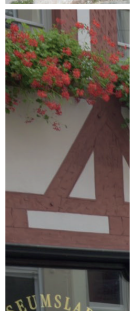
Lehrstuhl für
Konstruktionstechnik
Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartzack

FORSCHUNGSREPORT
2022

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

INHALT

Editorial	6
Der Lehrstuhl für Konstruktionstechnik	8
Das Jahr 2022	14
Ausgewählte Forschungsprojekte	32
Veröffentlichungen	50
Wissens- und Technologietransfer	52



EDITORIAL

Liebe Leserinnen und Leser,

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

Auch heuer liegt wieder ein ereignis- und erfolgreiches Jahr hinter uns. Das Thema Corona hat uns in diesem Jahr wieder etwas mehr Spielraum gelassen. Einige Veranstaltungen, wie das DFX-Symposium, konnten in Präsenz durchgeführt werden. Andere, wie die lang schon ersehnte DESIGN Conference (dessen Programmausschussmitglied ich bin), fanden leider erneut rein online statt. Wir hoffen, dass das nächste Jahr mehr Normalität bezüglich der Tagungen erlaubt, um den persönlichen Austausch wieder zu intensivieren.

Mit dem Ruf meines langjährigen Oberingenieurs Benjamin Schleich auf die W3 Professur an der TU Darmstadt (Nachfolge von Prof. Reiner Anderl) wurde wieder einmal unsere Fähigkeit zur Nachwuchsförderung bestätigt. Benjamin Schleich wird uns sicherlich sehr fehlen, aber als wichtiger Kooperationspartner erhalten bleiben. Glücklicherweise konnten wir die Lücke schnell schließen, in dem wir Stefan Götz nach erfolgreich bestandener Promotion als neuen Oberingenieur für den Bereich Digital Engineering und Toleranzmanagement gewinnen konnten. Weiterhin freut es mich sehr, dass mit Thomas Sander ein weiterer ehemaliger Doktorand von mir auf eine Professur an die TH Nürnberg berufen wurde.

Wir freuen uns über einige sehr interessante, neue Förderprojekte über die wir in diesem Report berichten werden. Die aktuellen Forschungsverbünde unter KTmfk-Führung (FORCuDE@BEV, DFG Forschungsgruppe „Prozessorientiertes Toleranzmanagement“) entwickeln sich weiterhin sehr gut und streben langsam in Richtung Zielgerade. Besonders freut uns die intensive Zusammenarbeit mit SIEMENS Industry Software, verbunden mit der Möglichkeit, einen Keynote Vortrag zum Thema „Digital Twin“ auf der Realize Life Europe Conference Anfang Juni 2022 halten zu dürfen.

Auch in diesem Jahr fanden wieder einige Promotionen statt. Neben dem bereits erwähnten Stefan Götz, konnten Rong Zhao, Tim Weikert, Benjamin Pohrer, Alexander Wolf und Tina Buker ihr Promotionsvorhaben sehr erfolgreich abschließen. Unsere Habilitanden Marcel Bartz, Jörg Miehling und Benjamin Schleich sind auf weiterhin sehr gutem Wege.

Last, but not least ist zu berichten, dass ich mich seit Anfang Oktober 2022 im Forschungsfreisemester befinde. Zunächst an der Swinburne University in Melbourne, um zusammen mit Prof. Boris Eisenbart unser gemeinsames Forschungsprojekt ENDEAVOUR (gefördert durch die Bayerische Forschungsallianz) voranzutreiben, im Anschluss an der Canterbury University in Christchurch, wo ich mit dem Visiting Erskine Fellowship ausgezeichnet wurde und schon extrem gespannt bin auf viele neue Inspirationen. Von daher danke ich Kathrin Scheucher und Ihrem Team für die sehr selbständige Erstellung dieses Forschungsreports!

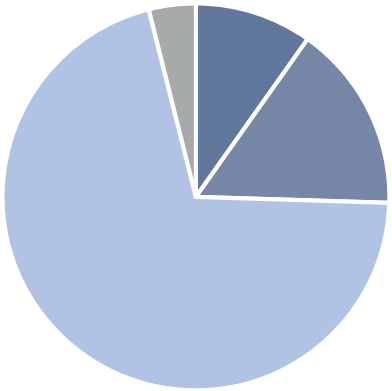
Ich wünsche Ihnen nun viel Spaß beim Lesen und freue mich auf Ihr Feedback sowie auf den Ausbau bestehender und den Aufbau neuer Kontakte.

Ihr

Sandro Wartzack

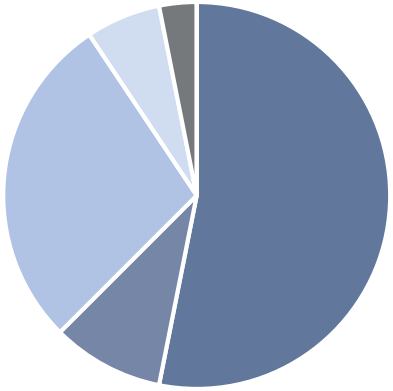
DER LEHRSTUHL FÜR KONSTRUKTIONSTECHNIK

MITARBEITENDE
[GESAMT 51]



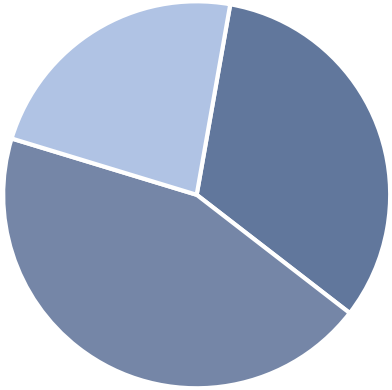
- Ordinarius und Oberingenieure [5]
- Technik und Verwaltung [8]
- Wissenschaftliche Mitarbeitende [36]
- Honorarprofessoren und Lehrbeauftragte [2]

FORSCHUNGSPROJEKTE
[GESAMT 32]



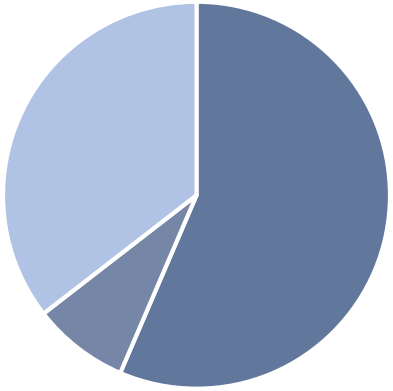
- Deutsche Forschungsgemeinschaft [17]
- Bayerische Forschungsstiftung [3]
- Industrieprojekte [9]
- Forschungsnetzwerk Mittelstand [2]
- Projekträger Jülich [1]

STUDENTISCHE ARBEITEN
[GESAMT 104]



- Masterarbeiten [34]
- Bachelorarbeiten [46]
- Projektarbeiten [24]

LEHRVERANSTALTUNGEN
[GESAMT 62 SWS]



- Vorlesung [35]
- Übung [5]
- Paktikum [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.
Patricia Kügler, M.Sc.
Jessica Pickel, M.Sc.
Christopher Sauer, M.Sc.
Judith van Remmen, M.Sc.
Fabian Wilking, M.Sc.
Christoph Zirngibl, M.Sc.

Toleranzmanagement

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

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

Fabian Halmos, M.Sc.
Michael Jüttner, M.Sc.
Julia Kröner, M.Sc.
Markus Polzer, M.Sc.
Benedict Rothammer, M.Sc.
Sebastian Schwarz, M.Sc.
Andreas Winkler, M.Sc.
Sven Wirsching, M.Sc.

Nutzerzentrierte Produktentwicklung
Oberingenieur: Dr.-Ing. Jörg Miehling

Tina Buker, M.Sc.
Carla Molz, M.Sc.
David Scherb, M.Sc.
Julian Shanbhag, M.Sc.
Iris Wechsler, M.Sc.
Alexander Wolf, M.Sc.
Christopher Fleischmann, M.Sc. (extern)

Leichtbau
Oberingenieur: Dr.-Ing. Harald Völkl

Martin Denk, M.Sc.
Michael Franz, M.Sc.
Thomas Hufnagel, M.Sc.
Michael Jäger, M.Sc.
Johannes Mayer, M.Sc.
Patrick Steck, M.Sc.
Christian Witzgall, M.Sc.

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

Marion Dörsch
Nóra Rüstig
Kathrin Scheucher
Nicole Stilkerich

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

Dipl.-Ing. (FH) Jörg Corpus
Thomas Niering
Günther Rabenstein
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

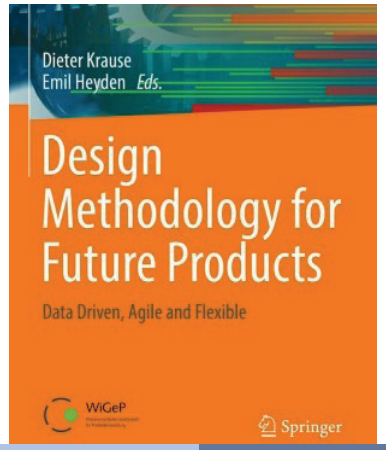
Weitere Informationen finden Sie auf unserer Homepage.

DAS JAHR 2022

MENSCHEN

Harald Völkl
mit Auszeichnung promoviert

Am 07.12.2021 verteidigte Herr Harald Völkl seine Promotion zum Thema „Ein simulationsbasierter Ansatz zur Auslegung additiv gefertigter FLM-Faserverbundstrukturen“ mit Auszeichnung. Seine Dissertation beschreibt ein Verfahren zur Auslegung von 3D-gedruckten, kurzfaserverstärkten Leichtstrukturen vom Bauraum bis zum fertigen Bauteil sowie dessen Anwendung, um Leichtbaupotenzial umfassend auszuschöpfen. Harald Völkl wird sich im nächsten Jahr weiterhin in Forschung und Lehre am KTmfk engagieren.

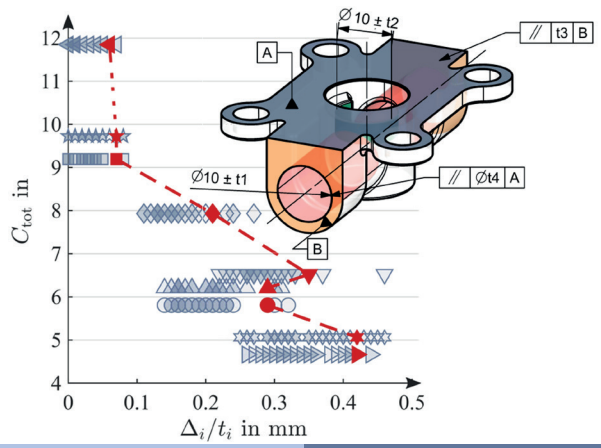


FORSCHUNG

Gebrauchstauglichkeit und Emotionalität als Eckpfeiler erfolgreicher Produkte

Die Emotionalität und Gebrauchstauglichkeit von Produkten sind zentrale Aspekte des Nutzungserlebens und bilden wichtige Eckpfeiler erfolgreicher Produkte. Am KTmfk erforschen wir deren gekoppelte Berücksichtigung, wobei wir uns insbesondere auf die physischen Fähigkeiten der Nutzenden und den emotionalen Eindruck von Produkten fokussieren. Die Notwendigkeit für eine solch duale Betrachtung in der Produktentwicklung sowie die Vorstellung einer Methode zur Förderung einer sowohl gebrauchstauglichen als auch emotionalen Produktgestalt wurde nun im Rahmen eines Buchprojekts der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Produktentwicklung (WiGeP) veröffentlicht. Die WiGeP ist ein Zusammenschluss führender Professoren und Industrievertreter auf dem Gebiet der Produktentwicklung. Als langjähriges Mitglied war es Prof. Wartzack eine besondere Freude, dieses Projekt zu unterstützen.

DOI: 10.1007/978-3-030-78368-6_5

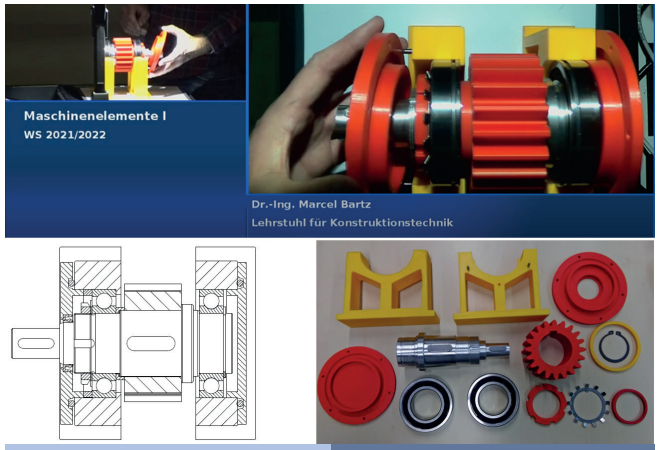


FORSCHUNG

Systematische Erhebung von Toleranz-Kosten-Kurven für die Additive Fertigung

Aktuelle, aussagekräftige Toleranz-Kosten-Daten sind die Grundlage für eine kostenoptimale Toleranzfestlegung. Deren eingeschränkte Verfügbarkeit erschwert jedoch den gewinnbringenden Einsatz von Toleranz-Kosten-Optimierungsmethoden.
Aus diesem Grund hat der Lehrstuhl für Konstruktionstechnik eine Methodik für die Additive Fertigung entwickelt, mit deren Hilfe die maschinenspezifischen Zusammenhänge zwischen erreichbaren Genauigkeiten und verursachten Kosten systematisch erfasst und in Toleranz-Kosten-Kurven überführt werden können. Ihre exemplarische Anwendung am lehrstuhleigenen 3D-FLM-Drucker Raise3D zeigt anschaulich das Potential der Methodik und aktuelle Herausforderungen auf. Die Methodik und gewonnenen Erkenntnisse wurden im International Journal of Advanced Manufacturing Technology veröffentlicht.

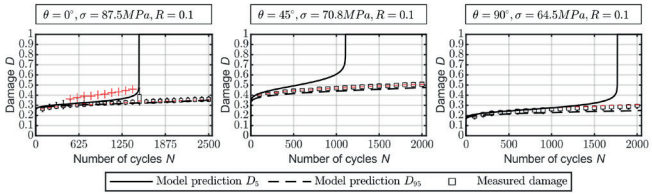
DOI: 10.1007/s00170-021-08488-z



LEHRE

Neuer Demonstrator für die Lehre

Die Ausbildung von Studierenden im Maschinenbau lebt von praxisnahen Beispielen. Zur Veranschaulichung technischer Konstruktionsprinzipien und der Anwendung von Maschinenelementen hat der KTmfk im aktuellen Wintersemester 2021/22 einen neuen Demonstrator zur Erläuterung von Welle-Nabe-Verbindungen und Lagerungskonzepten angefertigt. Der Demonstrator wurde von einer studentischen Mitarbeiterin des KTmfk konstruiert und mit Unterstützung unserer Techniker gefertigt. Für den leichten Transport zum Hörsaal sind alle Teile, bis auf Welle und Lager, additiv aus Kunststoff gefertigt. Anhand des neuen Demonstrators kann eine Wellenlagerung mit unterschiedlichen Lagern sowie die Fixierung von Lagerringen mittels Wellen-Nut-Mutter, Sicherungsring und Deckelzentrierung erläutert werden. Die erste Anwendung erfolgte bereits im Rahmen der Vorlesung Maschinenelemente I.

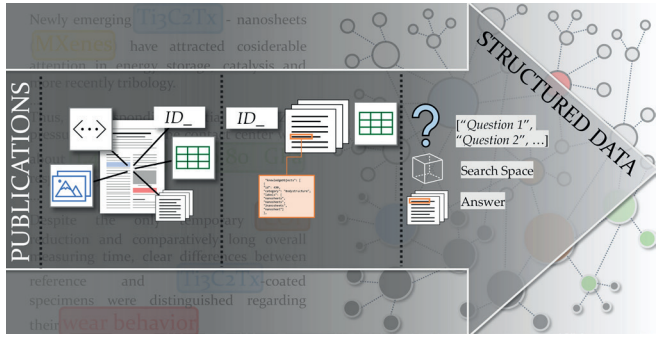


FORSCHUNG

Berücksichtigung der Ermüdungsschädigung kurzfaserverstärkter Kunststoffe

Die Verwendung präziser Materialdaten ist die Grundlage aussagefähiger numerischer Simulationen. Am Lehrstuhl für Konstruktionstechnik (Prof. Sandro Wartzack, KTmfk, FAU) wird daher ein Ansatz der Versagensmodellierung für kurzfaserverstärkte Kunststoffe erforscht, um eine hohe Aussagekraft der Simulation kurzzeitdynamischer Belastungen, wie sie etwa im Fall eines Crashs auftreten, auch für zuvor durch wiederholte Gebrauchslastfälle beanspruchte Komponenten erreichen zu können. Die Ergebnisse aus zahlreichen zyklischen und kurzzeitdynamischen Versuchen flossen in ein Versagensmodell ein, das neben der Dehnrate als Kennzahl hochdynamischer Beanspruchungen auch vorausgegangene Ermüdungsschädigung berücksichtigt. Die gewonnenen Erkenntnisse wurden im International Journal of Impact Engineering veröffentlicht.

DOI: 10.1016/j.ijimpeng.2022.104155



FORSCHUNG

Generierung von Wissensgraphen in der Tribologie durch Semantic Annotation

In der Tribologie werden weltweit Experimente durchgeführt, um neue Konzepte, Materialien, Schmierstoffe oder Oberflächentechnologien für ein breites Anwendungsfeld zu erforschen. Ergebnisse aus Experimenten werden dabei vorwiegend in natürlicher Sprache publiziert. Durch die steigende Anzahl an Publikationen ist die Suche und Extraktion von relevanten Informationen durch Literaturrecherchen mit hohem manuellen Aufwand verbunden. Dabei können Techniken des Natural Language Processing (NLP) und semantische Wissensgraphen die Wissensaggregation aus Veröffentlichungen unterstützen. In unserer aktuellen Open-Access-Veröffentlichung stellen wir daher eine Semantic Annotation Pipeline basierend auf aktuellen Sprachmodellen und NLP-Techniken vor, um die Informationsextraktion aus tribologischen Publikationen zu unterstützen.

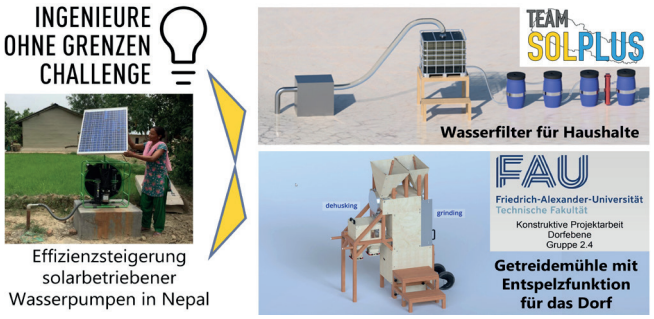
DOI: 10.3390/lubricants10020018

LEHRE

KoPra-Studierende entwickeln teil-autonom fahrendes Fahrzeug

Im Rahmen einer neuen Aufgabenstellung im diesjährigen Konstruktiven Projektpraktikum (KoPra) bestand die Herausforderung für die Studierenden darin, ein teil-autonom fahrendes Fahrzeug zum Transport einer 0,33 l Getränkedose zu entwickeln, das mit Hilfe eines Microcontrollers gesteuert wird. Zunächst mussten die Fahrzeuge der Studierenden eine autonome Liefersituation bewältigen, bevor sich die Studierenden mit ihren Teams im Zeitfahrrennen auf einem unbekannten Parcours herausfordern konnten.

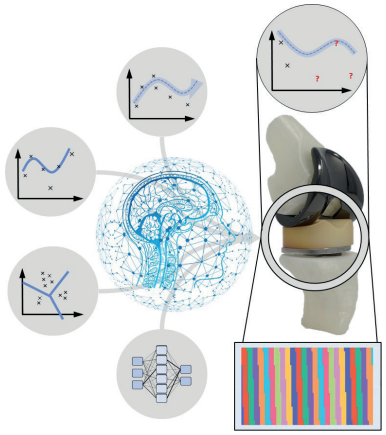
Vier verschiedene Teams – mit vier unterschiedlichsten Fahrzeugkonzepten – zeigten am 3. Februar 2022 in einer sehr erfolgreichen Abschlussveranstaltung, was ihre Fahrzeuge leisten konnten. Dabei wurden die Preise für die beste Liefersituation durch eine Fachjury des KTmfk, für das Zeitfahrrennen durch die Uhr und das beste Design von den Studierenden ermittelt.



LEHRE

Zwei KoPra-Studierende Teams unter den Top 10 der Ingenieure ohne Grenzen Challenge

Im Rahmen des Konstruktiven Projektpraktikums (KoPra) nahmen die Studierenden dieses Jahr wieder an der Ingenieure ohne Grenzen Challenge teil. Die Ingenieure ohne Grenzen Challenge ist ein Lehrformat für Hochschulen und ermöglicht Studierenden eine aktive Mitwirkung in der Entwicklungszusammenarbeit, um entsprechende Probleme unter sozioökonomischen und technischen Gesichtspunkten zu bewältigen. Dieses Jahr stand die Effizienzsteigerung solarbetriebener Wasserpumpen in Nepal im Fokus.
Unter den deutschlandweit rund 1000 teilnehmenden Studierenden erreichten zwei KoPra-Teams mit einem Wasserfilter für Haushalte und einer Getreidemühle mit Entspelzfunktion für das Dorf das Finale. Eine international zusammengesetzte Jury prämierte die Lösung der teilnehmenden Studierenden.



FORSCHUNG

Maschinelles Lernen für das Design von a-C:H-Schichten mit Hilfe von Gauß-Prozessen

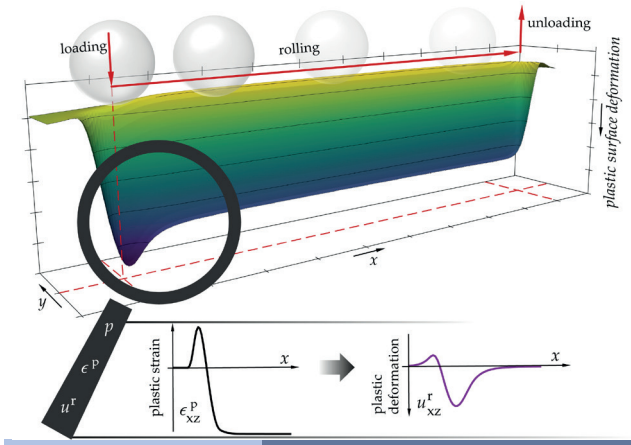
In unserer aktuellen Open-Access-Veröffentlichung wurde die Verwendung von Machine Learning untersucht, um das Design von amorphen Kohlenstoffschichten zu verbessern. So wird durch die Verwendung von Gauß-Prozess-Regressionsmodellen (GPR) eine Visualisierung der Prozesskarte der verfügbaren Schichtdesigns erstellt. Das Training der GPR-Modelle basiert dabei auf den experimentellen Ergebnissen eines zentral zusammengestellten vollfaktoriellen Versuchsplans für die Abscheidung von a-C:H-Schichten auf medizinischem UHMWPE. Ferner werden die entwickelten GPR-Modelle mit verschiedenen überwachten Modellen des maschinellen Lernens, wie Polynomialer Regression, Support Vector Machines und Neuronalen Netzen verglichen, um die Vorhersage vielversprechender Kohlenstoffschichten zu ermöglichen. Die Vorhersagegüte der Modelle wird anhand eines weiteren Versuchsplans durch den Vergleich vorhergesagter und experimentell bestimmter Kenngrößen evaluiert.

DOI: 10.3390/lubricants10020022

MENSCHEN

Aufnahme von Dr.-Ing. Jörg Miehling in das Karriereprogramm FAUnext

Im Februar wurde Herr Dr.-Ing. Jörg Miehling, Oberingenieur und Leiter des Forschungsbereichs „Nutzerzentrierte Produktentwicklung“ am Lehrstuhl für Konstruktionstechnik in das Karriereprogramm FAUnext der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg aufgenommen. Das Programm richtet sich an W1-Professorinnen und -Professoren, FAU-Nachwuchsgruppenleitungen sowie besonders qualifizierte Postdocs. FAUnext bietet diesen Potenzialträgerinnen und -träger ein höchst attraktives Angebot zur Ausbildung und Weiterqualifizierung als Vorbereitung auf den nächsten Karriereschritt.



FORSCHUNG

Transiente Effekte am Beginn eines überrollten elasto-plastischen Kontaktes

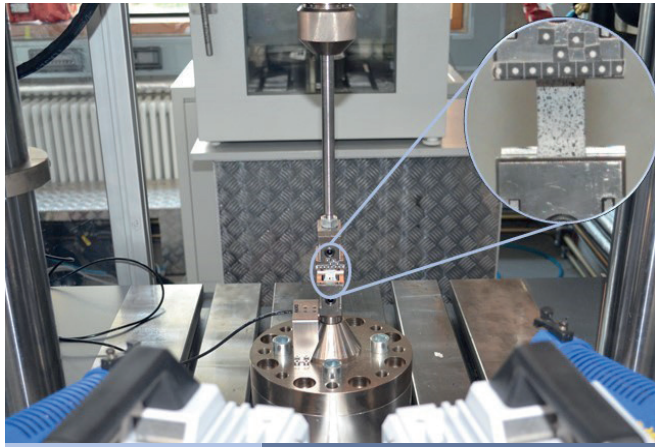
In einer Vielzahl von Maschinenelementen treten überrollte Kontakte auf, wie zum Beispiel in Wälzlagern. Kommt es dabei zu plastischer, also permanenter, Deformation der Kontaktpartner, treten am Beginn der Überrollung transiente Effekte auf. Im Rahmen einer Studie wurden die Zusammenhänge zwischen den kontinuumsmechanischen Größen der Kontaktpressung, plastischen Dehnungen und plastischen Deformationen anhand der Ergebnisse einer transienten Simulation mittels Semi-analytischer Methoden (SAM) untersucht. Dabei konnte ein Erklärungsansatz für die transienten Effekte abgeleitet werden, der über die kaum vorhandenen Erklärungen in der Literatur hinausgeht. Die Ergebnisse werden in unserer aktuellen Open-Access-Veröffentlichung präsentiert.

DOI: 10.390/lubricants10030047

MENSCHEN

Promotion Rong Zhao

Am 11.03.2022 verteidigte Frau Rong Zhao ihre Promotion zum Thema „Design verschleißreduzierender amorpher Kohlenstoffschichtsysteme für trockene tribologische Gleitkontakte“ erfolgreich. Wir verabschieden Rong, unsere geschätzte Kollegin und Mitarbeiterin, in die Industrie nach Düsseldorf und gratulieren der frisch gebackenen Dr.-Ing. ganz herzlich. Dort wird Rong ihren Tätigkeiten als Forschungs- und Entwicklungsingenieurin bei voestalpine eifeler Vacotec nachgehen. In ihrer Zeit am Lehrstuhl prägte Rong die Forschung im Bereich tribologisch wirksamer Schichtsysteme im Rahmen des DFG-Schwerpunktprogramms SPP 1676. Dabei trug Rong maßgeblich zur nachhaltigen Produktion durch Trockenbearbeitung in der Umformtechnik bei.

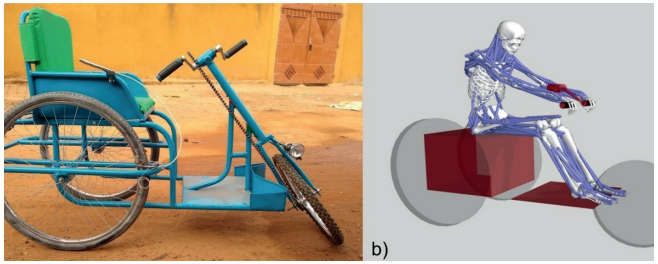


FORSCHUNG

Materialprüfung und Simulation kurzfaserverstärkter, additiv gefertigter Kunststoffe

Damit neue Konstruktionswerkstoffe in der Produktentwicklung flächendeckend Einsatz finden können, ist die Möglichkeit zur simulationsbasierten Auslegung essentiell. Ein Beispiel solcher vielversprechenden Materialien ist die Klasse der kurzfaserverstärkten, additiv gefertigten Kunststoffe, deren Verhalten und Auslegung am Lehrstuhl für Konstruktionstechnik (Prof. Sandro Wartzack, KTmfk, FAU) erforscht wird. Materialdaten hoher Qualität als Eingangsparameter der Simulation sind hierbei der Schlüssel zur notwendigen, hohen Ergebnisgüte.
Die Ergebnisse zahlreicher Experimente am kurzfaserverstärkten Material PETG-CF15 wurden genutzt, um ein orthotropes Materialmodell zu kalibrieren. Dabei wurden die besten Ansätze der zwei Welten Experiment und Simulation zusammengeführt. Die gewonnenen Erkenntnisse wurden in einer Sonderausgabe des Journal of Composites Science veröffentlicht.

DOI: 10.3390/jcs6040101

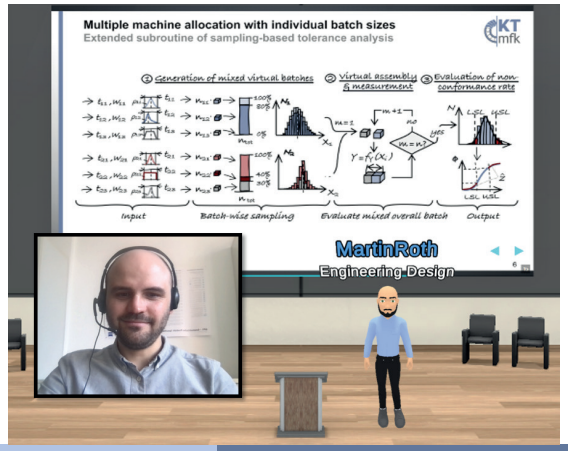


FORSCHUNG

Biomechanische Produktoptimierung eines Trikes für Menschen mit Behinderung

Mobilität ermöglicht den Zugang zu Bildung sowie sozialer Integration und stellt Menschen mit Behinderung vor eine ständige Herausforderung. Die WHO schätzt, dass nur einer von zehn Menschen mit Handicap weltweit Zugang zu dem für ihn notwendigen Assistenzsystem hat. Besonders deutlich wird dies in Burkina Faso im Westen Afrikas. Dort ist die Nutzung von sogenannten Trikes weit verbreitet. Ruth Meißner besuchte im Jahr 2019 die Trikewerkstatt der NGO AMPO in Ouagadougou. Gemeinsam mit dem KTmfk erforschte Ruth Meißner eine prädiktive Simulationsmethode zur Abbildung der biomechanischen Nutzer-Produkt-Interaktion für die Designoptimierung des dort hergestellten Trikes. Die Methodik und die Ergebnisse dieser Arbeit sind in der aktuellen Ausgabe der Fachzeitschrift „Konstruktion“ zu lesen.

DOI: 10.7544/0720-5953-2022-03-60



FORSCHUNG

CIRP Design 2022 – KTmfk überzeugt mit neuartigem Ansatz zur Toleranzallokation

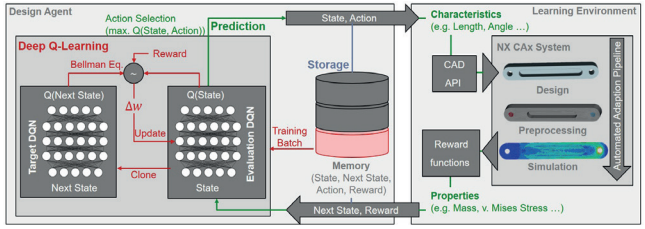
Corona-bedingt wurde die diesjährige CIRP Design Konferenz vom eigentlichen Austragungsort Gif-sur-Yvette in Frankreich in ein virtuelles Kongresszentrum verlegt. Über einen virtuellen Avatar konnten die internationalen Teilnehmenden interessante Workshops besuchen, ihre eigene Veröffentlichung vor Fachpublikum präsentieren und bei virtuellen Fußballmatches und Kaffeepausen ins Gespräch kommen. Martin Roth und sein Avatar konnten sich auf virtueller Bühne vor Fachpublikum mit einem neuen Ansatz zur Sampling-basierten Toleranz-Kosten-Optimierung, welcher erstmalig eine Selektion von mehreren Maschinen sowie individuell gewählten Losgrößen ermöglicht, beweisen. Die vorgestellte Methode zur simultanen Maschinen- und Toleranzallokation wird zeitnah Open Access in der Zeitschriftenreihe Procedia CIRP im Elsevier Verlag publiziert.

MENSCHEN

Neuer Mitarbeiter: Martin Denk

Martin Denk unterstützt seit Anfang April die Fachgruppe Leichtbau als wissenschaftlicher Mitarbeiter. Innerhalb seiner vorangegangenen Forschung widmet er sich der Kombination aus Strukturoptimierung, Reverse-Engineering und additiver Fertigung. Dabei wurde der Fokus auf die Algorithmen technische Umsetzung mittels Methoden aus der Computer Grafik, der Optimierung sowie der künstlichen Intelligenz gelegt.

Diese Forschungstätigkeit soll am KTmfk im Bereich Leichtbau simulativ sowie experimentell weiter ausgebaut werden. Ebenso gilt es die vorhandenen Forschungsthemenfelder in einem größeren Rahmen ganzheitlich zu betrachten.



FORSCHUNG

Reinforcement Learning for Engineering Design Automation

Neuer Ansatz nutzt Selbstverstärkendes Lernen, um Wissen über die Produktanpassung zu erlernen, zu speichern und auf weitere Produktgenerationen zu übertragen. Der Unterschied zu anderen Optimierungs- oder Lernverfahren besteht darin, dass der Weg zum angepasstem Produkt gelernt wird. Dabei betrachtet der Ansatz die Merkmale des Produktes und passt diese schrittweise durch die Vorschläge eines Tiefen Künstlichen Neuronalen Netzes an die gestellten Anforderungen an. Es entsteht eine Reihenfolge von Merkmalskombinationen und Reaktionen auf diese. Gemeinsam bilden sie einen Weg vom ursprünglichen Produkt zu einem Produkt, das auf die Anforderungen abgestimmt ist. Außerdem konnte gezeigt werden, dass eine gelernte Strategie für nachfolgende Produktgenerationen in einem limitierten Rahmen übertragen werden kann.

DOI: 10.1016/jaei.2022.101612

VERANSTALTUNGEN

WiGeP VPE-Assistenten und Assistentinnen treffen sich nach 2 Jahren wieder in Präsenz

Nach einer zweijährigen Durststrecke konnte das Treffen der Assistentinnen und Assistenten der Fachgruppe Virtuelle Produktentwicklung (VPE) der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Produktentwicklung (WiGeP) dieses Jahr wieder in Präsenz stattfinden. Die Teilnehmenden folgten der Einladung des Lehrstuhls für Digital Engineering nach Bochum und tauschten sich intensiv über aktuelle Themen rund um Lehre und Forschung aus. Im Workshop zum Thema „KI in der Produktentwicklung“ wurden gemeinsam Forschungsrichtungen identifiziert und Ideen zur Zukunft der Produktentwicklung kreiert. Das Abendprogramm mit Besuch im Bergbaumuseum und Einkehr im „Bermudadreieck“ konnte über den in den letzten beiden Jahren etwas zu kurz gekommenen persönlichen Austausch hinwegtrösten und rundete das Treffen gelungen ab.

MENSCHEN

Prof. Wartzack und Dr. Schleich unter den Top 2 Prozent der meistzitierten Forschenden

Laut einer Auswertung von Forschern der Stanford University, die die Abstract- und Zitationsdatenbank Scopus des Verlags Elsevier ausgewertet hatten, zählen zwei Forscher des KTmfk zu den Top 2 Prozent der meistzitierten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler weltweit. So finden sich Dr.-Ing. Benjamin Schleich und Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartzack auf der sogenannten „Stanford List“, für die Publikationsdaten aus einem Datenschnitt von Scopus im August 2021 herangezogen wurden. Insgesamt befinden sich 209 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der FAU auf dieser Liste.

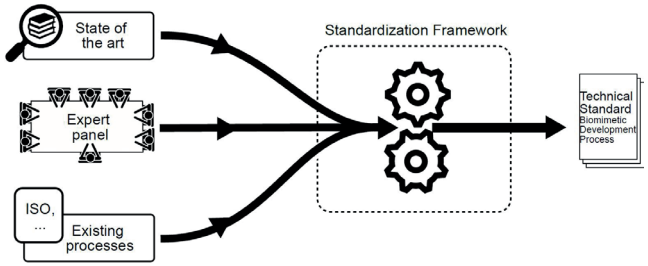
DESIGN 2022
17th INTERNATIONAL DESIGN CONFERENCE
MAY, 23-26, 2022, CROATIA
ONLINE

VERANSTALTUNGEN

Teilnahme an int. DESIGN Konferenz: 12 Beiträge & 4 Reviewers Favourite Awards

Vom 23. bis 26. Mai 2022 fand zum nunmehr siebzehnten Mal die internationale DESIGN Konferenz statt, diesmal allerdings leider nicht wie sonst im wunderschönen Dubrovnik in Kroatien, sondern pandemiebedingt in virtueller Form. Neben spannenden Workshops und interessanten Präsentations- sowie Keynote-Sessions bot die Konferenz auch als Onlineformat eine gute Plattform für den Austausch mit anderen Forschenden. Der KTmfk war an insgesamt zwölf Fachbeiträgen zur Konferenz beteiligt und freut sich darüber hinaus sehr, dass insgesamt vier der zwölf Beiträge mit einem Reviewers Favourite Award ausgezeichnet wurden. Alle Beiträge wurden in der Schriftenreihe der Design Society im Cambridge University Press Verlag veröffentlicht und sind Open Access verfügbar.

DOI: 10.1017/pds.2022.152
DOI: 10.1017/pds.2022.210
DOI: 10.1017/pds.2022.48
DOI: 10.1017/pds.2022.53

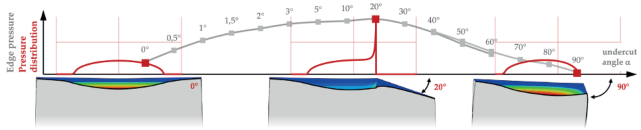


FORSCHUNG

Verknüpfung bionischer Vorgehensmodelle und Methoden mit Produktentwicklungsprozess

Die Entwicklung innovativer technischer Produkte kann durch bionische Methoden und Vorgehensmodelle unterstützt werden. Insbesondere in der Konzeptphase können biologische Lösungen für technische Probleme genutzt. In der Praxis sind jedoch vielen Produktentwickelnden der Großteil der bionischen Verfahren nicht bekannt, sodass viele bionische Methoden und Vorgehensmodelle ungenutzt im akademischen Kreis verbleiben. Um die industrielle Anwendung bionischer Verfahren zu erleichtern, wurde durch eine VDI-Arbeitsgruppe unter Beteiligung des KTmfk eine neue Richtlinie entwickelt (VDI 6220-2, derzeit im Entwurfsstatus). Die Entwicklung und Schwerpunkte der Richtlinie sind Inhalt einer aktuellen Veröffentlichung, erschienen in der biomimetics Fachzeitschrift von MDPI.

DOI: 10.3390/ionmimetics7020036

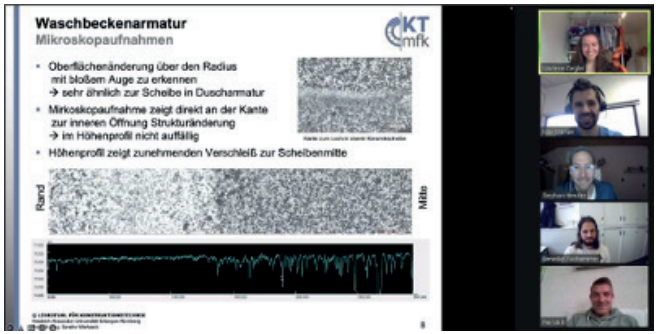


FORSCHUNG

Kantenpressungen: Eine Studie zu abgeschnittenen Kontaktellipsen

Bei Kontakten in Wälzlagern oder bei Zahnrädern kann es zu abgeschnittenen Kontaktellipsen kommen, wenn z. B. ein Freistich in den Kontaktbereich hineinragt. Durch die in der Geometrie enthaltenen Diskontinuität wird die Kontaktberechnungen recht anspruchsvoll und zeigt teilweise unerwartete Ergebnisse. Dennoch gibt es nach Kenntnis der Autoren kaum veröffentlichte Studien über elasto-plastische Simulationen von abgeschnittenen Kontaktellipsen. In Form einer numerischen Studie wurde deshalb für den Kontakt einer starren Kugel mit einer elasto-plastischen Ebene untersucht, welchen Einfluss der Freistichwinkel auf die Pressungsverteilung und die elastische und plastische Verformung an der Kante hat. Vergleichend wurden dabei Ergebnisse gegenübergestellt und diskutiert, die mittels FEM und semi-analytischen Methoden (SAM) berechnet wurden. Die Studie und die daraus gewonnenen Erkenntnisse werden in unserer aktuellen Open-Access-Veröffentlichung präsentiert.

DOI: 10.3390/lubricants10060107



FORSCHUNG

Tribologie im Alltag – #tribodays

Tribologische Systeme sind im Alltag überall anzutreffen. Mit Hilfe der Tribologie lassen sich zahlreiche Funktionen dieser Systeme aufschlüsseln und systematisch analysieren. Im Rahmen der Bachelorarbeit von Marlene Ziegler zum Thema „Tribologie in Waschbeckenarmaturen“ werden Mischbatterien auf eine Modellebene abstrahiert und analysiert. Unter anwendungsnahen Randbedingungen wird ein Screening im Hinblick auf Reibung und Verschleiß durchgeführt. Dabei werden umweltfreundliche Material-Schmierstoff-Kombinationen bei verschiedenen Temperaturen untersucht. Ziel ist es geeignete Kombinationen auszuwählen, um ein über die Zeit konstantes, komfortables Nutzungserlebnis beim Bedienen von Waschbeckenarmaturen zu ermöglichen und die Nachhaltigkeit durch langlebige tribologische Systeme zu verbessern. Zur Erreichung dieses Ziels finden regelmäßige wissenschaftliche Diskussionen von Marlene Ziegler, Benedict Rothammer, Patrick Beau, Stephan Henzler und Max Marian statt.

VERANSTALTUNGEN

Prof. Wartzack hält Keynote Speech auf der Siemens Realize LIVE Europe

Vom 31. Mai bis 2. Juni fand mit der Siemens Realize LIVE Europe das größte europäische Entwickler- und Anwendertreffen der Siemens Digital Industrie Software in Berlin statt. Als eingeladener Redner hat Herr Prof. Wartzack, Inhaber des Lehrstuhls für Konstruktionstechnik, in diesem Zuge über die Herausforderungen und Potentiale von datengetriebenen Methoden in der Produktentwicklung und die Folgen der digitalen Transformation für die universitäre Ausbildung referiert. In seiner Keynote ging er dabei insbesondere auf Möglichkeiten zur Einbindung digitaler Werkzeuge in der universitären Lehre und verschiedene Beispiele für die erfolgreiche Anwendung datengetriebener Methoden im Entwicklungsprozess ein.

FAU
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

Förderzertifikat
Funding Certificate

Dr.-Ing. Marcel Bartz

wird im Förderzeitraum Juli 2022 – Juni 2023 durch die **Emerging Talents Initiative (ETI)** gefördert.
will be supported by the Emerging Talents Initiative (ETI) in the period July 2022 – June 2023.

Das Programm unterstützt exzellente Nachwuchsforschende bei der Beantragung externer Fördergelder für ihre Forschungsvorhaben.
The program supports excellent young researchers in applying for external funding for their research projects.

Prof. Dr. Andreas Hirsch
Vizepräsident People
Vice President People

EMERGING TALENTS INITIATIVE

AUSZEICHNUNGEN

Dr. Marcel Bartz erhält Förderung durch die Emerging Talents Initiative (ETI)

Um herausragende Talente frühzeitig zu erkennen und zu fördern, hat die FAU die „Emerging Talents Initiative“ (ETI) gegründet. Ziel der Initiative ist es, exzellente Nachwuchswissenschaftlerinnen und Nachwuchswissenschaftler bei der Beantragung externer Fördergelder zu unterstützen. Die Nachwuchsforschenden sollen so die Möglichkeit bekommen, selbständig ein innovatives Vorhaben voranzubringen und ihre wissenschaftliche Eigenständigkeit auszubauen.
In der aktuellen Ausschreibungsrunde hat Herr Dr.-Ing. Marcel Bartz eine Zusage für sein Forschungsvorhaben „Vorarbeiten zur Entwicklung methodischer Grundlagen zum Transfer des lastadaptiven Leichtbaus des Muskel-Skelett-Systems in technische Anwendungen“ bekommen.

VERANSTALTUNGEN

Vive la tolerance – KTmfk überzeugt auf CIRP CAT 2022

Bereits zum 17. Mal fand die CIRP CAT (Computer-Aided Tolerancing) Konferenz, in diesem Jahr sowohl virtuell aber endlich auch wieder in Präsenz in der französischen Kleinstadt Metz, statt. Der Lehrstuhl für Konstruktionstechnik konnte hierbei mit insgesamt fünf Bei- und Vorträgen maßgeblich zum Gelingen der Konferenz beitragen. Vor Ort überzeugten wir mit unseren Forschungsergebnissen und konnten diese mit internationalen Expertinnen und Experten aus dem Toleranzbereich intensiv diskutieren. Auch außerhalb der fachlichen Diskussionen wurden bei Kaffeepausen und beim Conference-Dinner internationale Kooperationen gestärkt und neue Kontakte geknüpft. In Kürze werden die vorgestellten Forschungserkenntnisse Open-Access im Elsevier Verlag publiziert.

VERANSTALTUNGEN

KTmfk-Teilnahme an der 17. System of Systems Engineering Konferenz in Rochester

Vom 07. bis 11. Juni 2022 fand die 17. IEEE International Conference on System of Systems Engineering (SoSE) am Rochester Institute of Technology (RIT) in den USA mit dem Leitthema AI & Machine Learning in Systems of Systems statt. Gastgeber war das Multi Agent Bio-Robotics Laboratory unter Leitung von Prof. Dr. Ferat Sahin. Der Lehrstuhl für Konstruktionstechnik konnte vor Ort mit einem Beitrag zur Integration von Machine Learning in SysML Systemmodelle und deren Nutzbarmachung für den Digitalen Zwilling überzeugen. Zudem fand ein ausgiebiger Austausch über die aktuelle Systems Engineering Forschung und Industrieanwendung mit internationalen Experten statt. Die Beiträge wurden in einem Konferenzband von der IEEE veröffentlicht.

MENSCHEN

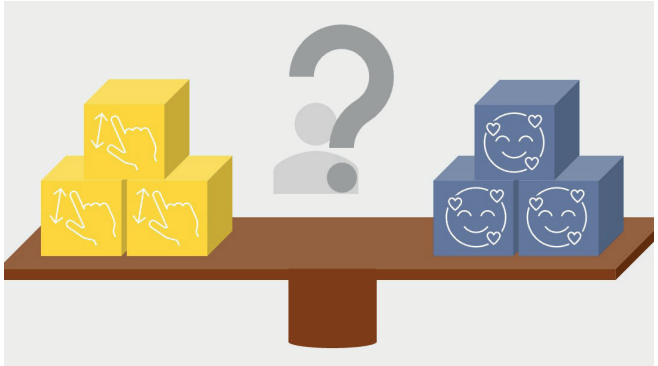
Neue Mitarbeiterin: Judith van Remmen

Judith van Remmen verstärkt seit Anfang Juli die Arbeitsgruppe Digital Engineering als wissenschaftliche Mitarbeiterin. Zuvor studierte sie Wirtschaftsingenieurwesen mit dem Schwerpunkt Maschinenbau an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg. Im Rahmen eines INI.FAU Projekts beschäftigen sich ihre Arbeiten mit dem Einsatz von KI im Model-Based Systems-Engineering. Insbesondere die Erforschung von Natural Language Processing Verfahren im Bereich des Requirements Engineering stehen dabei im Fokus.

MENSCHEN

Dr.-Ing. Marcel Bartz in das Karriereprogramm FAUnext aufgenommen

Aufgrund der Förderung von Herrn Dr.-Ing. Marcel Bartz durch die „Emerging Talents Initiative (ETI)“ der FAU, wurde Herr Bartz im Juni in das Karriereprogramm FAUnext aufgenommen.
Das Karriereprogramm FAUnext unterstützt W1-Professorinnen und -Professoren, Nachwuchsgruppenleitende sowie besonders qualifizierte Postdocs durch individuelle Entwicklungsmaßnahmen, um sie durch Ausbildung und Weiterqualifizierung auf die nächsten Karriereschritte vorzubereiten.



FORSCHUNG

Die Bedeutung von Usability und Emotionalität von Produkten aus Sicht der Nutzenden

Usability und Emotionalität sind zentrale Aspekte der User Experience. Eine gleichwertige Berücksichtigung beider Aspekte in der Produktentwicklung ist aufgrund konkurrierender Zielsetzungen häufig herausfordernd, da sich die Produktentwickelnden hierbei oftmals für einen von beiden Aspekten entscheiden müssen. Am KTmfk befassen wir uns mit der Frage, wie in Konfliktsituationen eine möglichst nutzerorientierte Designentscheidung getroffen werden kann. Hierbei müssen verschiedene Betrachtungsweisen beachtet werden. Im Rahmen einer Onlinebefragung haben wir uns zunächst der Sichtweise der Nutzenden gewidmet und untersucht, welche Bedeutung die Usability und die Emotionalität von Produkten für die Menschen haben, die sie nutzen. Die Ergebnisse wurden in der Fachzeitschrift Ergonomics veröffentlicht.

DOI: 10.1080/00140139.2022.2101694

MENSCHEN

Promotion Alexander Wolf

Der Lehrstuhl für Konstruktionstechnik gratuliert Herrn Alexander Wolf herzlichst zum erfolgreichen Bestehen der Promotionsprüfung zum Dr.-Ing. am 08.07.2022. Herr Wolf präsentierte die Inhalte seiner Dissertation mit dem Titel „Modellierung und Vorhersage menschlichen Interaktionsverhaltens zur Analyse der Mensch-Produkt Interaktion“. Die anschaulich aufbereiteten Ergebnisse und Erkenntnisse führten zu einer spannenden Diskussion mit dem Auditorium. Während der vergangenen fünf Jahre am Lehrstuhl für Konstruktionstechnik forschte Alexander Wolf im Kontext der virtuellen Produktentwicklung auf dem Gebiet der digitalen, biomechanischen Menschmodellierung und -simulation zur proaktiven Ergonomie-, Gebrauchstauglichkeits- und Interaktionsanalyse. Wir wünschen Herrn Wolf für die Zukunft alles Gute!

VERANSTALTUNGEN

Erfolgreiche Teilnahme am World Tribology Congress 2022 in Lyon

Der World Tribology Congress fand vom 10. – 15. Juli 2022 in Lyon, Frankreich statt. Bei ca. 1500 registrierten Teilnehmenden aus über 50 Ländern, zahlreichen Themengebieten der Tribologie, wie Reibung und Verschleiß, Beschichtung und Biotribologie konnte der KTmfk mit zwei herausragenden Vorträgen glänzen. Durch die Zusammenarbeit mit Kollegen aus Bochum (Michael Stottrop, Lehrstuhl für Produktentwicklung), Chile (Max Marian, Pontificia Universidad Católica de Chile), Tschechien (David Nečas, Brno University) und Schweden (Nazanin Emamis und Andreas Almqvist, Lulea University of Technology) konnten nationale und internationale Kooperationen intensiviert werden. Auch wurden bei fachlichen Diskussionen während der Kaffeepausen und des Konferenz-Dinners bestehende Kontakte gepflegt und neue Kontakte geknüpft. Die Konferenz war ein voller Erfolg und wir freuen uns auf den nächsten WTC 2026 in Rio de Janeiro in Brasilien.

VERANSTALTUNGEN

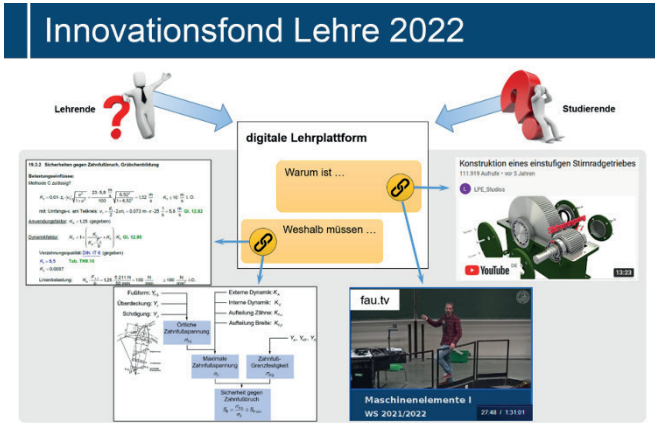
Erfolgreiche Teilnahme an der ESB 2022 in Porto

Nach einem Jahr Corona-bedingter Zwangspause und einem Jahr in virtueller Form fand vom 26. bis 29.07.2022 der 27. Kongress der European Society of Biomechanics (ESB 2022) wieder vor Ort in Porto statt. Zusammen mit zwei Mitarbeitenden des Lehrstuhls für Technische Dynamik und des Universitätsklinikums Erlangen haben vier unserer Mitarbeitenden die Reise nach Portugal angetreten. Der KTmfk stellte seine Forschungsergebnisse in einem Perspective Talk, einem Vortrag und einem Poster dem Fachpublikum vor. Darüber hinaus waren zahlreiche weitere höchstinteressante Vorträge, Poster und Keynote Sessions geboten. Diese regten fachspezifische Diskussionen an und förderten den Austausch mit anderen Forschenden. Es konnten dabei neue Kontakte geknüpft werden, welche während der Kaffeepausen und des Conference Dinners in entspannter Stimmung weiter gestärkt wurden.

MENSCHEN

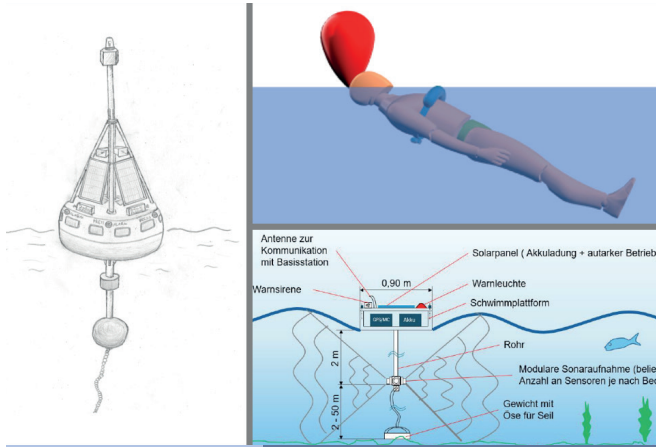
Promotion Tim Weikert

Der Lehrstuhl für Konstruktionstechnik gratuliert Herrn Tim Weikert herzlichst zum erfolgreichen Bestehen der Promotionsprüfung zum Dr.-Ing. am 28.07.2022. Herr Weikert präsentierte die Inhalte seiner Dissertation mit dem Titel „Modifikationen amorpher Kohlenstoffschichten zur Anpassung der Reibungsbedingungen und zur Erhöhung des Verschleißschutzes“. In seiner Dissertation beschäftigte sich Herr Weikert mit der Beschichtung von Blechumformwerkzeugen und der Optimierung der lokalen Umformgrade sowie der Erkennung von Verschleiß. Während seiner Zeit am Lehrstuhl hat Herr Weikert die Forschung im Bereich der tribologischen PVD-/PACVD-Schichtsysteme maßgeblich geprägt. Wir danken Herrn Weikert für die kollegiale Zusammenarbeit und wünschen für die Zukunft alles Gute!



KTmfk erhält Förderung für zwei Innovationsprojekte in der Lehre

Zur Verbesserung der Lehre und der Entwicklung innovativer Lehrkonzepten hat die FAU das interne Förderprogramm „Innovationsfond Lehre“ gegründet. Thema der diesjährigen Ausschreibung ist u.a. die Förderung von Projekten zur Verknüpfung von Digitaler- und Präsenzlehre. Dabei haben zwei Projekte vom KTmfk eine Zusage bekommen. Im ersten Projekt aus dem Maschinenelemente-Bereich geht es um die Entwicklung einer digitalen Plattform zum Vernetzen von Lehrinhalten zur Klausurvorbereitung der Studierenden (Antragssteller Dr.-Ing. Marcel Bartz, Michael Jüttner, Benedict Rothammer und Andreas Winkler). In einem zweiten Projekt geht es um die Erstellung von interaktiven und zweisprachigen Lehrvideos für die Veranstaltung Technische Darstellungslehre II (Prof. Wartzack und Benjamin Geschütz).



Entwicklung innovativer Produkte zur Vermeidung von Badeunfällen

Diesen Sommer konnte das Blockseminar „Konzeptentwicklung innovativer Produkte (KIP)“ zur Freude von Studierenden und Betreuenden nach zwei Jahren wieder in Präsenz durchgeführt werden. Drei Teams, bestehend aus sechs bzw. fünf motivierten Studierenden, widmeten sich der Entwicklung neuartiger Konzepte zur Vermeidung von Badeunfällen. Alleine vergangenes Jahr starben in deutschen Gewässern mindestens 299 Menschen. Besonders gefährlich sind hierbei Flüsse und Badeseen. Die von den Teams entwickelten Konzepte umfassten neben systemischen Lösungen mit Leih-Rettungsgurten auch Konzepte zur Erkennung von Ertrinkenden mittels Sonar oder Kameras.

Dr.-Ing. Benjamin Schleich erhält Ruf nach Darmstadt

Stolz dürfen wir verkünden, dass ein weiterer Mitarbeiter vom KTmfk als Professor berufen wurde. Als studentische Hilfskraft, wissenschaftlicher Assistent und bis zuletzt als Oberingenieur und stellvertretender Lehrstuhlleiter hat Benjamin Schleich unseren Lehrstuhl über ein Jahrzehnt lang geprägt und aktiv weiterentwickelt. Dabei hat er sich mit seinen Forschungsaktivitäten im Bereich Toleranzmanagement und Digital Engineering national und international einen Namen gemacht. Seit 01.09.2022 ist Prof. Dr.-Ing. Benjamin Schleich nun Professor für das Fachgebiet Product Life Cycle Management an der Technischen Universität Darmstadt. Für seine Zeit bei uns am Lehrstuhl bedanken wir uns ganz herzlich und freuen uns auf eine tolle Zusammenarbeit im Rahmen aktueller und zukünftiger Forschungsprojekte!

MENSCHEN

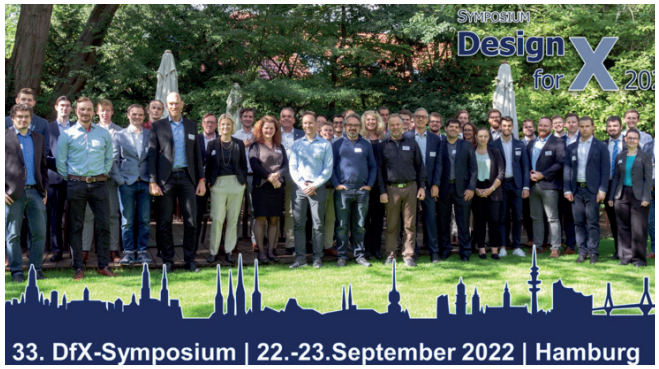
Promotion
Tina Buker

Der Lehrstuhl für Konstruktionstechnik gratuliert Frau Tina Buker herzlichst zum erfolgreichen Bestehen der Promotionsprüfung zur Dr.-Ing. am 15.09.2022. Frau Buker präsentierte die Inhalte ihrer Dissertation mit dem Titel „Ein Ansatz zur Reduktion produktinduzierter Nutzerstigmatisierung durch Förderung einer gleichermaßen gebrauchstauglichen wie emotionalen Produktgestalt“. Ihre Lehrstuhlzeit war besonders geprägt von empirischer Forschung mit Schwerpunkt auf dem Verständnis stigmasensitiver Nutzender sowie der Überführung dieser theoretischen Erkenntnisse in ein modulares, entwicklungsprozessbegleitendes Rahmenwerk zur methodischen Unterstützung der Produktentwicklung. Frau Buker ebnet damit den Weg für eine möglichst stigmafreie Produktgestaltung. Für ihre Zukunft wünschen wir ihr alles Gute!

MENSCHEN

Promotion
Stefan Götz

Der Lehrstuhl für Konstruktionstechnik gratuliert Herrn Stefan Götz herzlich zum erfolgreichen Bestehen der Promotionsprüfung zum Dr.-Ing. am 19.09.2022. Herr Götz präsentierte die Inhalte seiner Dissertation mit dem Titel „Frühzeitiges konstruktionsbegleitendes Toleranzmanagement“. In seiner Zeit am Lehrstuhl und im Besonderen in seiner Dissertation beschäftigte er sich mit den Themen Robust Design und Toleranzmanagement und erforschte deren Potential bei der Integration und Anwendung in frühen Phasen der Produktentwicklung. Dadurch können Produktentwickelnde bereits in einem frühen Entwicklungsstadium die Robustheit ihrer Produkte sicherstellen. Wir freuen uns, dass Herr Götz dem Lehrstuhl nach seiner ausgezeichneten Promotion in neuer Funktion weiterhin erhalten bleibt und wünschen ihm für seine neue Aufgabe alles Gute!



VERANSTALTUNGEN

Erfolgreiche Teilnahme am 33. DfX-Symposium 2022 in Hamburg

Das diesjährige DfX-Symposium fand am 22. und 23.09.22 in Hamburg statt. Zur rundum gelungenen Veranstaltung trug der KTmfk mit mehreren Vorträgen und Postern bei. Thematisch beinhalteten die Beiträge unsere Forschung zu den Feldern frühzeitiges Robust Design, Hybrid Augmented Reality, kraftflussgerechte Lasteinleitung in Sandwichstrukturen, prozedurales Leichtbau-Design sowie strukturoptimierte Orthesen. Mit einem Beitrag zur Geometrierückführung aus Ergebnissen der Topologieoptimierung wurde Johannes Mayer mit dem „ENmfk Best Paper Award“ ausgezeichnet. Die Teilnehmenden freuten sich über eine hervorragend organisierte Veranstaltung, das spannende Rahmenprogramm und nicht zuletzt über die wissenschaftliche Diskussion. Alle Beiträge sind künftig open-access auf der Design Society Website verfügbar.

VERANSTALTUNGEN

Erfolgreiche Teilnahme an der 63. Tribologie Fachtagung der GfT

Die Gesellschaft für Tribologie e. V. veranstaltete in diesem Jahr vom 26.09. – 28.09. die 63. Tribologie-Fachtagung. Diesmal fand die Konferenz wieder im Tagungshotel Freizeit Inn in Göttingen statt. Von ca. 220 Teilnehmenden aus dem überwiegend deutschsprachigen Raum wurden spannende Themen vorgestellt und diskutiert. Das Besondere in diesem Jahr war das erstmalige Format „TriboSlam“, welches alle Teilnehmende begeisterte. Der KTmfk konnte durch drei herausragende Präsentationen und ein Poster fachlich wieder einmal überzeugen. Dabei wurde auch unserem wissenschaftlichen Nachwuchs, Herrn Kevin Neusser, die Möglichkeit gegeben, seine bereits im Vorfeld ausgezeichnete Arbeit zu präsentieren. Bei fachlichen Diskussionen während der Kaffeepausen und des Konferenz-Dinners konnten neue Kontakte geknüpft werden. Die Konferenz war ein voller Erfolg und wir freuen uns schon auf das nächste Jahr.

MENSCHEN

Neue Mitarbeiterin: Jessica Pickel

Jessica Pickel verstärkt seit Anfang Oktober die Arbeitsgruppe Digital Engineering als wissenschaftliche Mitarbeiterin. Zuvor studierte sie Maschinenbau mit dem Schwerpunkt Produktentwicklung an der Technischen Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm.
Im Rahmen ihres Forschungsprojektes beschäftigt sie sich mit Produktentwicklungsontologien zur Bereitstellung von entscheidungsrelevantem Wissen für die multikriterielle Bewertung von Entscheidungsalternativen.

FORSCHUNG

Forschungsaufenthalt von Prof. Wartzack an der Swinburne University of Technology

Prof. Sandro Wartzack hat seinen Aufenthalt als Invited Professor an der Swinburne University of Technology gestartet. Hierbei arbeitet er zusammen mit seinem Gastgeber Prof. Boris Eisenbart an dem, von der Bayerischen Forschungsallianz geförderten Forschungsprojekt „ENDEAVOUR – Einführung des Digital Twins zur beanspruchungs- und fertigungsgerechten Auslegung und Herstellung von Faser-Kunststoff-Verbund-Leichtbauteilen“. In dieser Zusammenarbeit sollen die am KTmfk entwickelten Softwaretools zum Entwurf und Auslegung von Faserverbund-Composites mfkCODE und mfkTOL auf Basis der an der Swinburne University vorhandenen hochgenauen CFK Tapelegeanlage validiert werden.

MENSCHEN

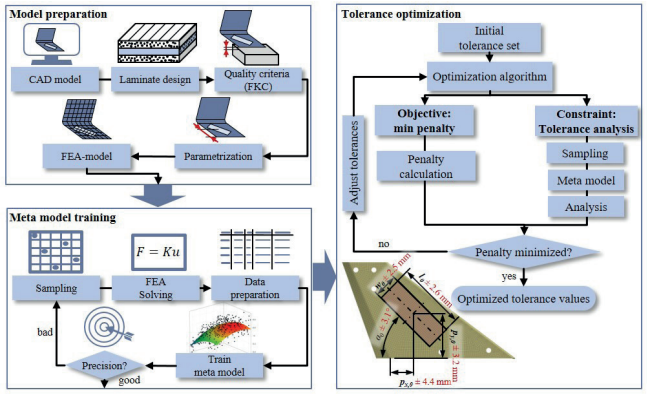
Neuer Mitarbeiter: Stephan Freitag

Stephan Freitag verstärkt seit Mitte Oktober die Fachgruppe Toleranzen als wissenschaftlicher Mitarbeiter. Zuvor studierte er Maschinenbau mit dem Schwerpunkt rechnergestützte Produktentwicklung an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg. Seine Projekt- und Masterarbeit zu den Themenbereichen Toleranzoptimierung und Machine Learning schrieb er ebenfalls am KTmfk.
Im Rahmen seines Forschungsprojektes beschäftigt er sich mit der Analyse und Optimierung von Abweichungen während der Auslegung von endlosfaserverstärkten Faser-Kunststoff-Verbund Baugruppen.

LEHRE

Neuer Studiengang Elektromobilität – ACES erfolgreich gestartet!

Der neue Studiengang Elektromobilität – ACES ist zum Wintersemester 2022/23 erfolgreich erstmalig gestartet. Initiator und Vorsitzender der Studienkommission Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartzack freut sich über die sehr positive Resonanz, die zu über 400 Studierenden im Bachelor- und Masterstudiengang geführt hat. „ACES“ steht für Autonomous – Connected – Electrified – Sustainable und ist damit ein in Deutschland einmaliger Studiengang.



FORSCHUNG

Toleranzoptimierung lokal verstärkter Faser-Kunststoff-Verbundbauteile

Methode zur Toleranzoptimierung für Entwurfsparameter lokaler Verstärkungslagen in FKV-Bauteilen. Strukturoptimierung ist ein häufig verwendetes Werkzeug zur Ausschöpfung von Leichtbaupotentialen. Angewendet an Faser-Kunststoff-Verbund-(FKV-) Bauteilen führt dies häufig zu Laminatentwürfen, die aus Basislagen und lokalen Verstärkungen bestehen. Nominell bieten die optimierten Entwürfe eine gute Ausnutzung des Leichtbaupotentials. Durch die in der Fertigung hervorgerufenen Abweichungen können jedoch zu einer Verschlechterung der Eigenschaften führen, sodass die Qualität der Bauteile sichergestellt werden muss. Hierzu wurde am KTmfk ein Ansatz zur Toleranzoptimierung für Entwurfsparameter lokaler Verstärkungslagen von FKV-Bauteilen entwickelt und untersucht. Die Ergebnisse dieser Forschung wurden jüngst im Journal Applied Composite Materials veröffentlicht.

DOI: 10.1007/s10443-022-10072-x

VERANSTALTUNGEN

KTmfk@ASME-IMECE2022

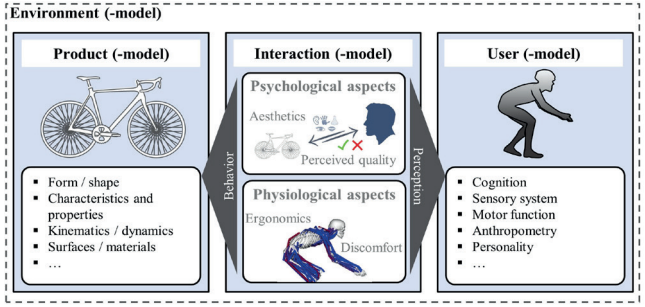
Mit über 2.500 Teilnehmenden zählt die ASME IMECE zu den größten internationalen Konferenzen im Bereich Maschinenbau und angrenzenden Ingenieurswissenschaften. Der KTmfk präsentierte die neusten Forschungsergebnisse zu den Themen „Modellbasiertes Toleranzmanagement“, „Toleranz-Kosten-Optimierung“ und „Verifikation und Validierung von Toleranzanalysemodellen“ in der Session „Variation Simulation and Design for Assembly“ von Prof. Wärmefjord, Expertin im Bereich Quality Assurance and Robust Design. In Kürze werden die vorgestellten Methoden und Erkenntnisse als Konferenzbeiträge in der ASME Collection veröffentlicht.

VERANSTALTUNGEN

Erfolgreiche Teilnahme am Deutschen Kongress für Orthopädie und Unfallchirurgie (DKOU)

Der DKOU ist ein bedeutender Kongress für die Orthopädie und Unfallchirurgie in Deutschland und Europa und fand 2022 gemäß dem Motto „Mit Begeisterung für unsere Patienten“ mit etwa 10.500 Teilnehmenden in Berlin statt. Dabei konnte auch der KTmfk mit einem herausragenden Vortrag zum Thema „Tribological behavior of amorphous carbon coatings on Ti6Al4V alloy and UHMWPE for total knee replacement using a pin-on-disk tribometer“ glänzen. Durch die Zusammenarbeit mit Kolleginnen und Kollegen aus Heidelberg (T. Bormann, M. Uhler und S. Schröder, Universitätsklinikum Heidelberg) konnten Kooperationen intensiviert werden. Auch wurden bei weiteren fachlichen Diskussionen auf dem Messegelände bestehende Kontakte gepflegt und neue Kontakte geknüpft. Die Konferenz war ein voller Erfolg und wir freuen uns auf den nächsten DKOU 2023 in Berlin.

DOI: 10.3205/22dkou358

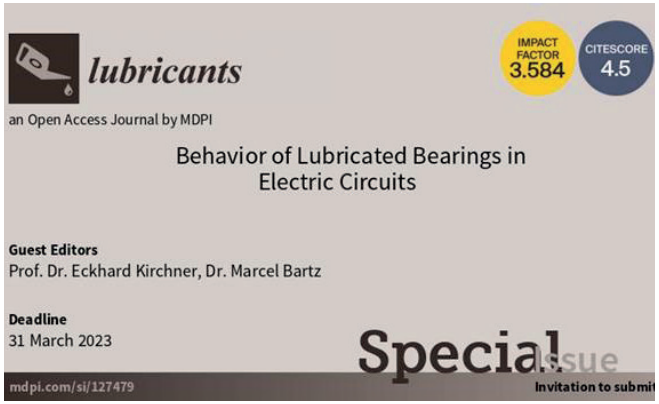


FORSCHUNG

Proaktive Integration von Nutzerdaten in den Produktentwicklungsprozess

Im Rahmen der Nutzerzentrierten Produktentwicklung wird darauf abgezielt, u.a. die Nutzerzufriedenheit, den Komfort, die Nutzbarkeit, die Nutzererfahrung, die Ästhetik und die wahrgenommene Qualität eines Produkts zu erhöhen. Dabei werden die Nutzer in den Produktentwicklungsprozess integriert, um hiermit die Nutzer-Produkt-Interaktion zu evaluieren und zu optimieren. In diesem Zusammenhang ist der proaktive Ansatz, bei dem die Nutzer in Form eines Modells (z.B. digitales Menschmodell oder in Form von Richtlinien) abgebildet werden, immer stärker im Fokus, da mit diesem eine zeit- und kosteneffiziente Nutzerintegration in die Produktentwicklung ermöglicht wird. In der neuesten Publikation des KTmfk werden die Potentiale und Herausforderungen des proaktiven Ansatzes beleuchtet und vier exemplarische Anwendungsbeispiele präsentiert.

DOI: 10.1007/978-3-031-10780-1_18



FORSCHUNG

Special Issue zu elektrischen Effekten in Wälz- und Gleitlagern

Das elektrische Verhalten von Wälz- und Gleitlagern ist u.a. in den Bereichen der E-Mobility und der Windenergie ein hochaktuelles Thema. Dabei ergeben sich Herausforderungen in der Vermeidung von Wälzlagerschäden, wie zum Beispiel Stromdurchgänge, sowie in den Bereichen der Sensorik und der Rotordynamik. Um diesen Herausforderungen zu begegnen und aktuelle Forschungsergebnisse zum elektrischen Verhalten von Lagern zusammenzutragen wird von Prof. Dr.-Ing. Eckhard Kirchner (Produktentwicklung und Maschinenelemente, TU Darmstadt) und Dr.-Ing. Marcel Bartz (KTmfk) mit der Redaktion von Lubricants das aktuelle Special Issue „Behavior of Lubricated Bearings in Electric Circuits“ herausgegeben. Der Call for Paper für die Sonderausgabe läuft bis zum 31. März 2023.

VERANSTALTUNGEN

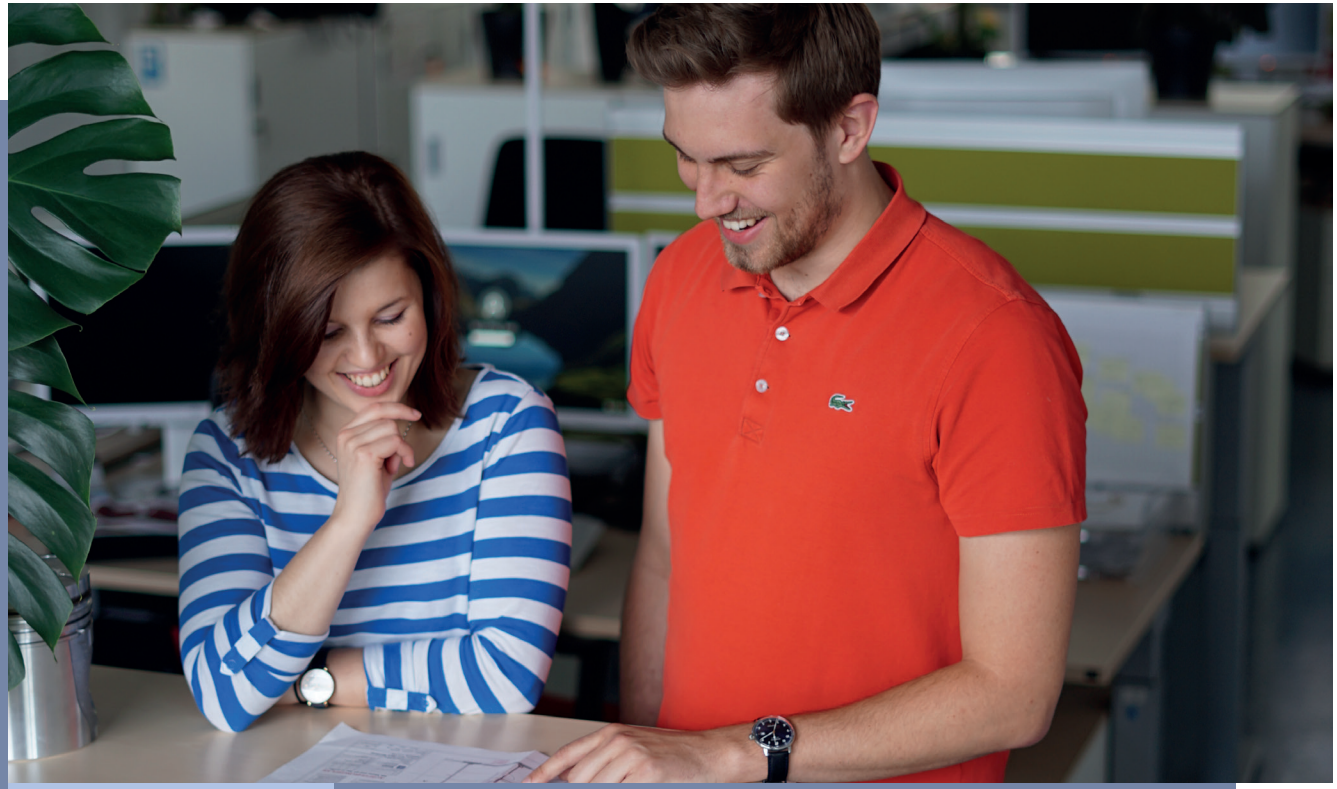
Weihnachtsfeier am KTmfk

Nach zweijähriger Pause findet am 8. Dezember endlich wieder unsere Weihnachtsfeier am Lehrstuhl für Konstruktionstechnik in Präsenz statt. Die vorweihnachtliche Zeit wurde bereits mit einem gemeinsamen Besuch des Erlangener Weihnachtsmarktes eingeläutet.

Zur Weihnachtszeit wünschen wir Ihnen angenehme Stunden in vertrauter Runde und Ruhe und Zeit für Ihre Liebsten.

Die Botschaft an Weihnachten:
Es gibt keine größere Kraft als die Liebe.
Sie überwindet den Hass wie
das Licht die Finsternis.

AUSGEWÄHLTE FORSCHUNGSPROJEKTE

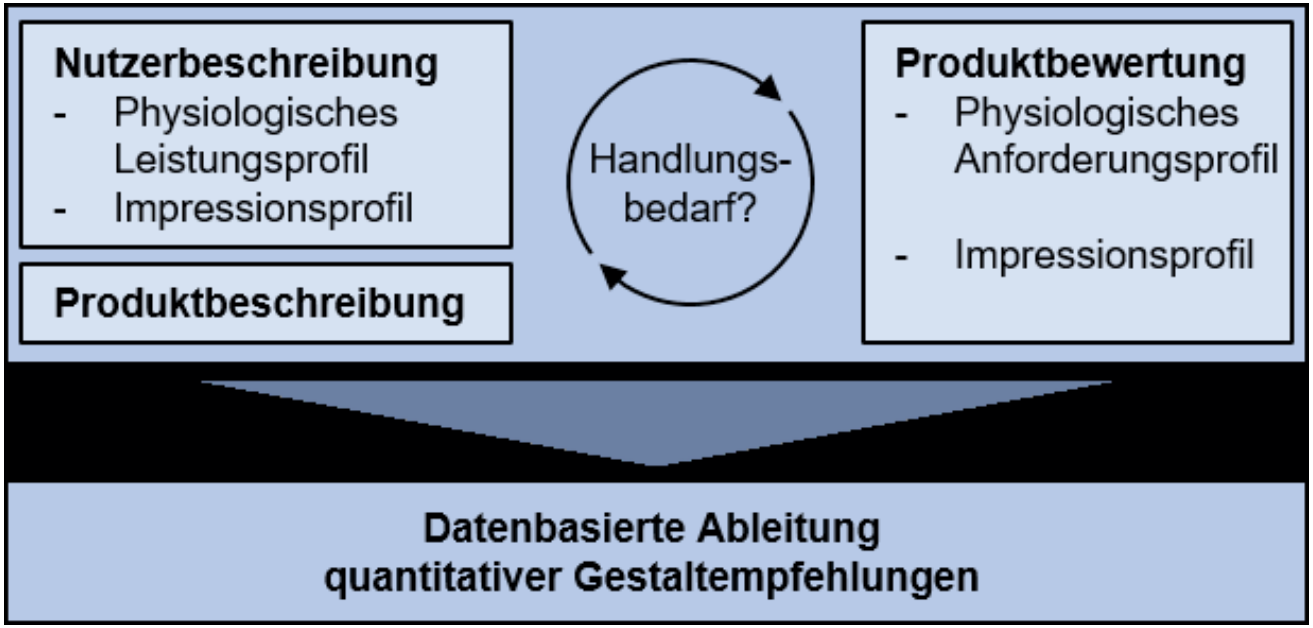


Ausgewählte Forschungsprojekte,
die in 2022 gestartet oder beeendet wurden.

KemAP

DFG-Projekt zur Kopplung einstellungsbasierter und motorischer (Nutzer-)Ansprüche in der Produktentwicklung erfolgreich abgeschlossen

Die Diversität von Nutzerinnen und Nutzern technischer Produkte stellt eine zentrale Herausforderung der nutzerzentrierten Produktentwicklung dar. Lange Zeit wurde hierbei vor allem die hohe Vielfalt physiologischer Nutzerbedürfnisse berücksichtigt. Produkte für leistungseingeschränkte Nutzergruppen weisen hingegen oftmals auch Defizite in der Berücksichtigung subjektiver (psychologischer) Bedürfnisse auf. Dabei ist die Erfüllung dieser subjektiven Bedürfnisse ebenso wichtig für eine hohe Lebensqualität wie die Bedürfnisse physiologischer Art, denn eine Nichtberücksichtigung kann mitunter eine negativ stigmatisierende Wirkung auf die Nutzenden haben. Trotz eines hohen funktionalen Nutzwerts solcher Produkte kann es in Folge zu einer Ablehnung und damit Nichtnutzung des Produktes kommen. Im Rahmen eines durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderten Projekts wurde am Lehrstuhl für Konstruktionstechnik in den vergangenen drei Jahren deshalb ein fundierter Ansatz für eine umfassende parallele Berücksichtigung psychologischer wie physiologischer Nutzerbedürfnisse zur Gestaltung technischer Produkte erforscht.



Nutzer-Produkt Interaktion als Grundlage für die Gestaltoptimierung von Produkten auf physiologischer sowie psychologischer Ebene

Hierzu wurde eine domänenneutrale Modellierung der Nutzer-Produkt Interaktion erarbeitet, die die notwendige Grundlage für die Gestaltoptimierung von Produkten auf physiologischer wie psychologischer Ebene darstellt. Die im Rahmen des Forschungsprojekts entwickelten Methoden und Instrumente erlauben hierbei nicht nur die Erfassung und Analyse ausgewählter kognitiver, sensorischer und motorischer Fähigkeiten sowie individueller Einstellungen und subjektiver Wertorientierungen der Nutzenden, sondern auch die physiologische und psychologische Bewertung von Produkten. Dies ermöglicht letztlich eine erfolgreiche Charakterisierung und Segmentierung spezifischer Nutzergruppen sowie die Ableitung quantitativer Gestaltempfehlungen für die Produktentwicklung. Damit legt das Forschungsprojekt die Grundlage für eine gekoppelte Integration verschiedener Nutzeranforderungen und damit für die objektive Absicherung einer subjektiv-nutzungsgerechten und zugleich körperlich-geeigneten Produktgestaltung.

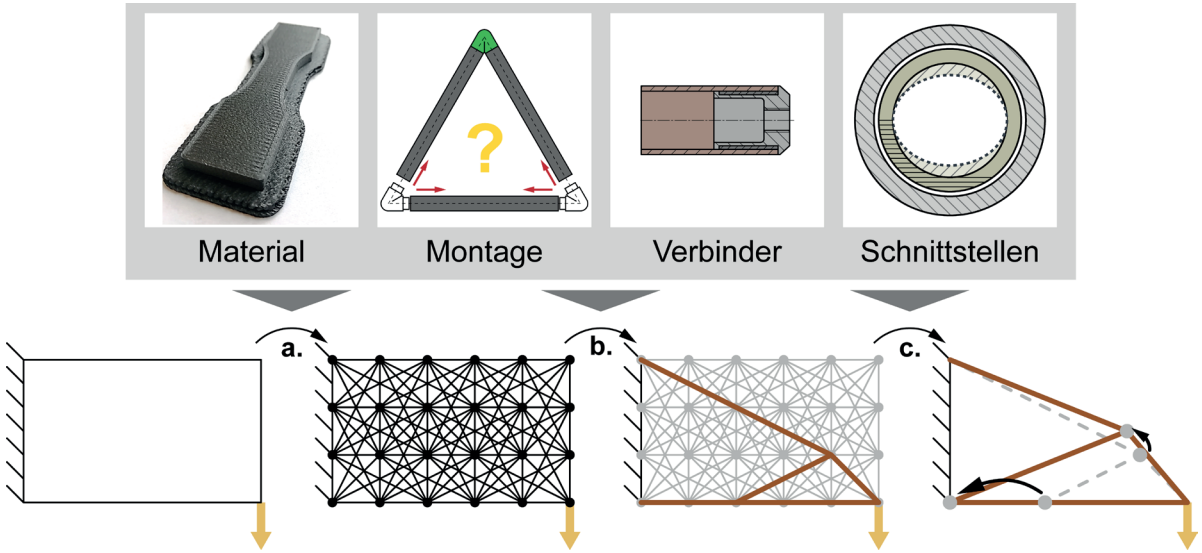
KNOTEN

DFG-Projekt zur Entwicklung einer Konstruktionsmethode für die ganzheitliche Optimierung von Tragwerken und additiv gefertigten Knoten aus Faser-Kunststoff-Verbunden

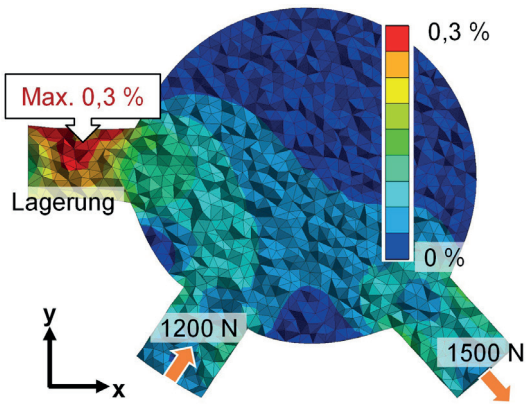
Tragwerke besitzen durch ihren modularen Aufbau und Wiederholteile viele Vorteile und ermöglichen eine kostengünstige Fertigung – insbesondere unter Verwendung von Streben aus kürzbaren Profilhalbzeugen. Durch die Tragwerksbauweise und -optimierung können zudem sehr leichte Konstruktionen erzielt werden, indem eine vollständige Materialausnutzung in Festigkeit und Steifigkeit angestrebt wird. Hierfür benötigen Tragwerke an den Verbindungsstellen der Streben jedoch frei gestaltbare Verbindungsknoten, die aus der Optimierung resultierende, beliebige Stoßwinkel der Streben zueinander erlauben. Solche Tragwerksknoten erfordern einen hohen Grad an Individualisierbarkeit und komplizierte Geometrien, ohne dabei eine zu hohe Masse aufzuweisen oder Kompromisse in Festigkeit und Steifigkeit einzugehen.

Knoten aus metallischen Werkstoffen führen hierbei zu hohen Massekonzentrationen an den Verbindungsstellen, wenn diese zwischen Leichtbaustreben eingesetzt werden. Zudem bedingen sie eine hohe Eigenlast des Tragwerks. Deren Fertigung, beispielsweise im Aluminiumdruckgussverfahren, erfordert zudem hohe Maschinenkosten und aufwändige Fertigungsvorbereitung. Hier eignet sich besonders die additive Fertigung, um sowohl eine sehr hohe Individualisierbarkeit bei gleichzeitig geringen Fertigungskosten zu erreichen. Besondere Masseersparnis bei gleichzeitig hoher Festigkeit kann zudem durch den Einsatz von Faser-Kunststoff-Verbunden (FKV) bei den Knoten entstehen.

Im Rahmen dieses Forschungsprojektes soll eine Konstruktionsmethode erarbeitet werden, mit der eine ganzheitliche Optimierung von additiv gefertigten Tragwerksknoten aus faserverstärkten Kunststoffen realisiert werden kann. Hierbei sollen insbesondere Fertigungs- und Montagerestriktionen des Gesamttragwerks und der additiven Fertigung der Knoten berücksichtigt werden. Anwendungsfälle finden sich unter anderem im Messtechnikbereich, beispielsweise als Gerüst für örtlich flexible, flächige Satellitenantennen oder für komplizierte Mechanik-Prüfstände welche speziell auf die geforderten Steifigkeits- und Festigkeitsanforderungen hin optimiert werden müssen.



Ganzheitlicher Optimierungsprozess unter Beachtung der Schnittstellen- und Montagerestriktionen

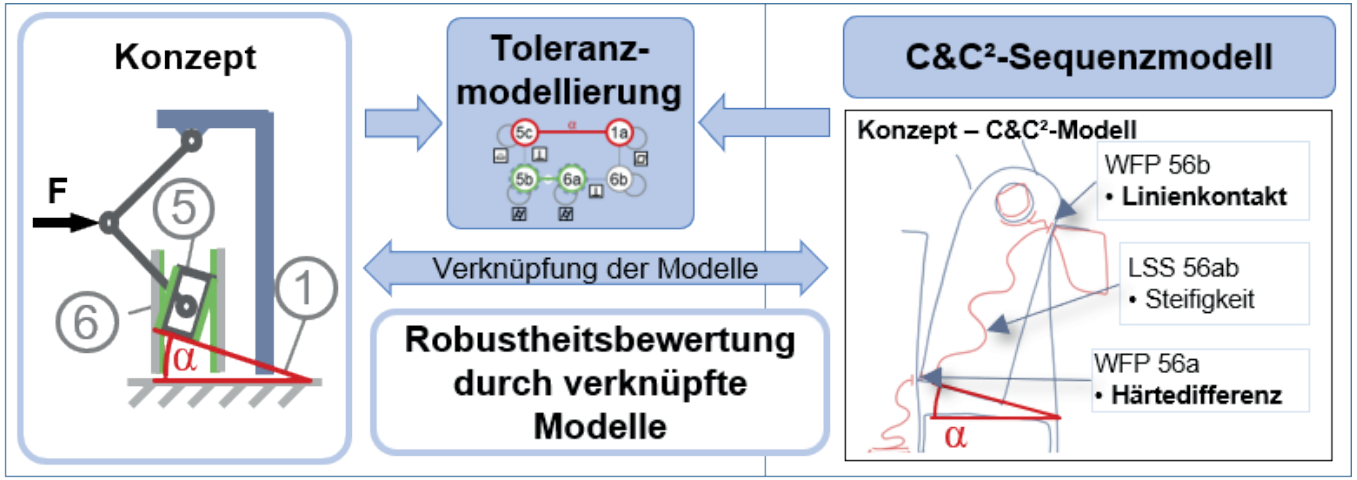


FLM-Knoten, Extrusion berücksichtigt, Vergleichsdehnung (FEA)

Toleranz-CC

Gemeinschaftliches DFG-Projekt mit dem IPEK am KIT und KTmfk an der FAU zur ganzheitlichen Robustheitsbewertung in den frühen Phasen der Produktentwicklung gestartet

Eine frühzeitige Betrachtung von Abweichungen ist sowohl bei Neu- als auch Anpassungs- und Variantenkonstruktionen von entscheidender Bedeutung, da Änderungsaufwände und dadurch entstehende Kosten im Verlauf der Produktentwicklung exponentiell zunehmen. Ziel einer jeden Produktentwicklung ist es daher, eine robuste Konstruktion hervorzubringen, welche gegenüber fertigungsbedingten Abweichungen insensitiv ist. Hierfür existieren bereits theoretische Ansätze und Prinzipien zur Unterstützung frühzeitiger Konstruktionsentscheidungen. Allerdings hindern einerseits die fehlende Strukturierung der zahlreichen Ansätze und andererseits der zumeist hohe Abstraktionsgrad sowie die fehlende Anknüpfung an die Gestaltungsdomäne deren Anwendbarkeit. Zudem besteht eine wesentliche Herausforderung darin, die hierfür notwendigen Informationen aus unterschiedlichen Domänen bereitzustellen und für die ganzheitliche Bewertung der Robustheit als Grundlage für Konstruktionsentscheidungen zu verwenden. Diese können in Abhängigkeit der Entwicklungssituation in unterschiedlichem Umfang und Abstraktionsgrad vorliegen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass in den frühen Phasen einer Neuentwicklung noch wenig Wissen über die Zusammenhänge zwischen Gestaltparametern und Funktionserfüllung besteht. Bei der Anpassungs- und Variantenkonstruktion liegen zwar idealerweise Informationen aus Vorgängerprodukten vor, allerdings besteht hierbei eine Hürde durch die große Vielfalt und Anzahl der geänderten Randbedingungen. Aus diesen Gründen bleibt der Aspekt einer frühzeitigen und ganzheitlichen Robustheitsbewertung, trotz des Bewusstseins hinsichtlich der enormen Bedeutung für den Entwicklungserfolg, in der industriellen Praxis meist ungenutzt.



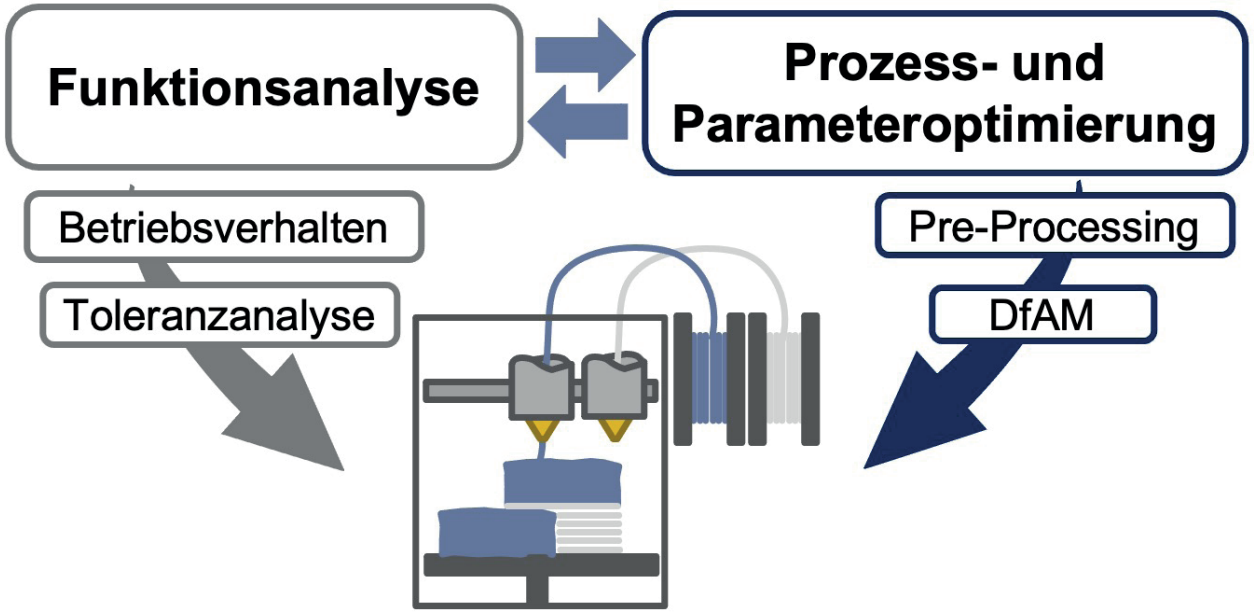
Ganzheitliche Robustheitsbewertung basierend auf der Verknüpfung von Toleranzgraphen und C&C²-Modellen

Im vorliegenden DFG-Projekt lautet daher das Ziel, diese Hürden durch einen strukturierten Ansatz, der die Gestalt- und Toleranzdomäne geeignet miteinander verknüpft, zu überwinden. Grundlage hierfür bilden der am KTmfk entwickelte Toleranzgraph zur rechnerverarbeitbaren Abbildung relevanter Informationen des Robust Designs sowie der am Institut für Produktentwicklung (Prof. Sven Matthiesen) des Karlsruher Instituts für Technologie entwickelte Contact and Channel Ansatz zur strukturierten Erfassung von Gestalt-Funktion-Zusammenhängen. Folglich wird dieses DFG-Projekt durch Herrn Li (IPEK am KIT) und Herrn Horber (KTmfk an der FAU) gemeinschaftlich bearbeitet. Zusammenfassend soll durch das einhergehende Explizieren der Zusammenhänge erstmalig eine strukturierte und ganzheitliche Vorgehensweise zur Robustheitsbewertung in frühen Phasen der Produktentwicklung ermöglicht werden.

Pro2AMech

DFG-Nachfolgeprojekt zur simultanen Verbesserung des Prozess- und Parameterdesigns von additiv gefertigten montagefreien Mechanismen gestartet

Additive Fertigungsverfahren, wie beispielsweise das Fused-Layer-Modeling (FLM), zeichnen sich durch große Gestaltungsfreiheit und losgrößenunabhängige Fertigungskosten aus und bieten zudem die Möglichkeit bewegliche Mechanismen in einem Prozessschritt zu fertigen. Eine nachträgliche Montage wird somit obsolet. Additive Fertigungsverfahren haben jedoch den Nachteil, dass im Vergleich zu konventionellen Verfahren geringere geometrische Genauigkeiten erzielt werden können. Erzielbare Bauteilgenauigkeiten sind dabei zumeist prozess- und anlagenabhängig und es fehlen verlässliche und umfassende Informationen zu erreichbaren Fertigungstoleranzen sowie deren Auswirkungen auf das Betriebsverhalten. Diese Charakteristika sind bereits frühzeitig in der Entwicklungsphase zu berücksichtigen, um eine Funktionsfähigkeit dieser Mechanismen zu gewährleisten. In diesem Kontext fehlen aktuell verlässliche und automatisierte Methoden und Ansätze, um diese Auswirkungen auf die Funktionalität a priori zu bestimmen und innerhalb der virtuellen Produktentwicklung und -absicherung zu berücksichtigen, um dadurch eine Verbesserung additiv gefertigter Mechanismen zu erzielen.



Methode zur simultanen Produktabsicherung sowie Prozess- und Parameteroptimierung additiv gefertigter Baugruppen

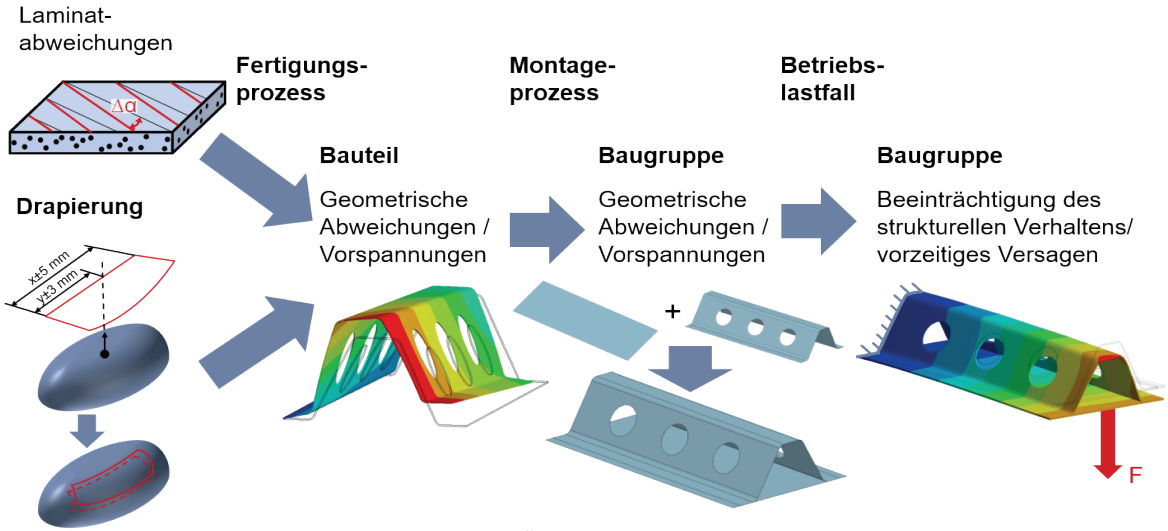
Um diese Lücke zu schließen, wird daher folglich im vorliegenden Forschungsvorhaben nun eine ganzheitliche Methode zur frühzeitigen Funktionsabsicherung, sowie zur simultanen Optimierung des Produkt- und Prozessparameterdesigns von additiv gefertigten Baugruppen entwickelt werden, um deren Potentiale auch in industriellen Anwendungen nutzen zu können. Grundlage hierfür bildet der am KTmfk entwickelte Ansatz zur Funktionsabsicherung von abweichungsbehafteten additiv gefertigten Mechanismen unter Berücksichtigung von anlagenspezifischen Fertigungseinflüssen. Durch eine betriebs- und funktionsorientierte Produktabsicherung, sowie eine automatisierte Bereitstellung und Anwendung von fortschrittlichen Methoden des Pre-Processing und der zusätzlichen Berücksichtigung von Aspekten des Design for Additive Manufacturing (DfAM) werden dabei, nach Abschluss des Vorhabens, Produktentwickelnde ohne prozessspezifische Vorkenntnisse zur verbesserten Konstruktion und Auslegung sowie der anschließenden Fertigung additiv gefertigter montagefreier Baugruppen befähigt.

CARBOTOL

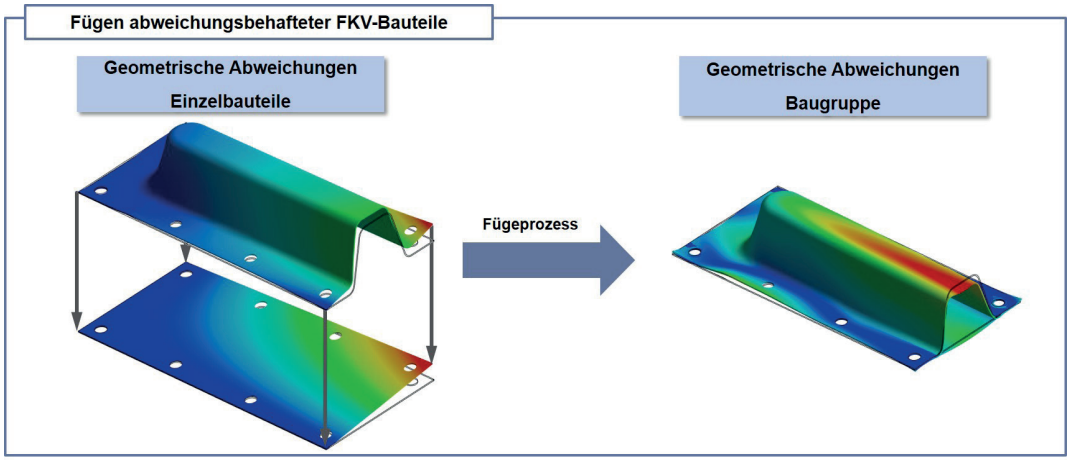
Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) bewilligt Forschungsvorhaben zur durchgängigen Analyse von Abweichungen während der Auslegung endlosfaserverstärkter Faser-Kunststoff-Verbund-Baugruppen

Die DFG bewilligt das Projekt zur durchgängigen Analyse von Abweichungen während der Auslegung von Baugruppen aus endlosfaserverstärkten Faser-Kunststoff-Verbunden (FKV), welches als Nachfolge zu dem bereits am Lehrstuhl für Konstruktionstechnik erfolgreich abgeschlossenen Projekts zur Tolerierung bei der Auslegung endlosfaserverstärkter Faserverbundbauteile beantragt wurde.

Die Berücksichtigung von Abweichungen sowie deren funktionsgerechte Einschränkung während der Auslegung eines Produkts ist eine wichtige Aufgabe des Toleranzmanagements. FKV-Werkstoffe, welche wegen ihres hohen Leichtbaupotentials vermehrt in gewichtssensitiven Applikationen eingesetzt werden, erhöhen auf Grund ihrer hohen Anzahl an Auslegungsparametern die Komplexität dieser Aufgabe. Geometrische Abweichungen und Eigenspannungen von Einzelbauteilen, welche durch Abweichungen der Laminatentwurfsparameter entstehen, setzen sich auch in die Baugruppe und somit das Endprodukt fort. Durch den Fügeprozess können in der Baugruppe zusätzliche Eigenspannungen auftreten, welche Auswirkungen auf die ertragbaren Lasten der Baugruppe besitzen. Dies kann im schlimmsten Fall zu einem vorzeitigen Versagen der abweichungsbehafteten Baugruppe führen. Um schon während der Auslegung auch die Fertigung und Produktnutzung betrachten zu können, besteht das Ziel des beantragten Forschungsprojekts in der Bereitstellung einer Methode zur durchgängigen Berücksichtigung von Laminatabweichungen und deren Auswirkungen bis in die Nutzungsphase der Baugruppe. Diese soll es den Produktentwickelnden ermöglichen, während der Auslegung der FKV-Struktur mögliche Probleme zu erkennen und entsprechende zielgerichtete Gegenmaßnahmen zu ergreifen.



Prozessschritte zur durchgängigen Analyse von Abweichungen in Baugruppen aus Faser-Kunststoff-Verbunden

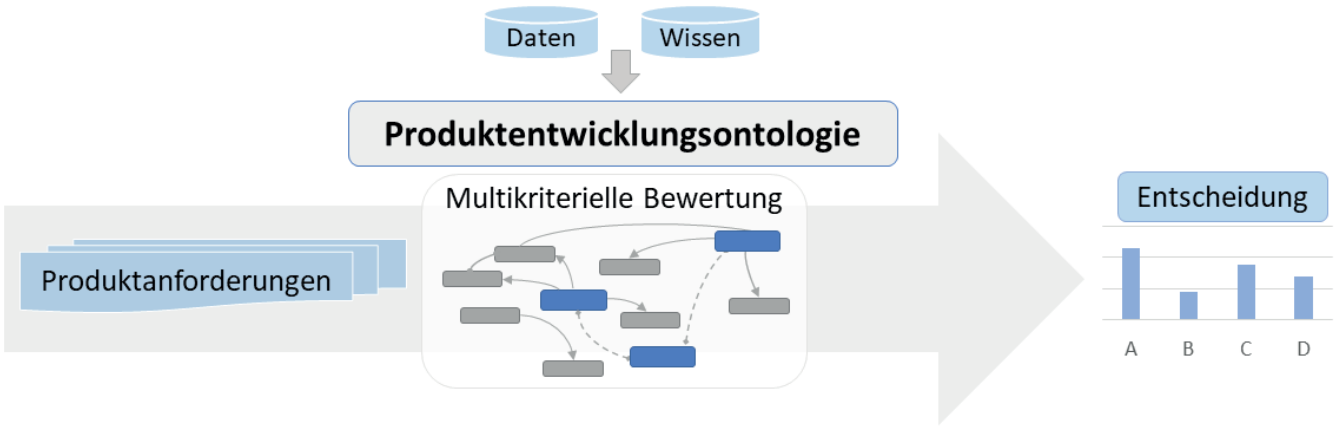


Simulationsstudie des Fügeprozesses abweichungsbehafteter FKV-Bauteile

PrOntoDecide

DFG-Projekt „PrOntoDecide“ zur Bereitstellung von entscheidungsrelevantem Wissen für die multikriterielle Bewertung von Entscheidungsalternativen mithilfe von Produktentwicklungsontologien startet zum 01.10.2022

Die wachsende Komplexität moderner Produkte führt zu neuen Herausforderungen für Produktentwickelnde, die die Realisierung von Marktanforderungen verantworten. Die Anforderungen betreffen spezifische Eigenschaften, die durch das Produkt erfüllt und durch geeignete Merkmalsfestlegungen gewährleistet werden müssen. Die Zunahme der Produktkomplexität führt zu vielfältigen Relationen zwischen den Merkmalen und Eigenschaften. Im Falle komplexer Relationsnetzwerke resultieren Modifikationen einzelner Eigenschaften oftmals in unüberschaubaren oder ungewünschten Eigenschaftsänderungen des Gesamtsystems. Daraus folgen kostenintensive Iterationen für die erneute Anpassung an das Eigenschaftsprofil oder das Scheitern des Produktes im Markt. Diese Einflüsse gilt es daher bereits in der Entwicklung zu identifizieren und bei der multikriteriellen Bewertung von Entscheidungsalternativen zu berücksichtigen. Hierzu werden konsistente Entscheidungsmodelle benötigt, die eine Abbildung dieser Relationen erlauben. In der interdisziplinären Produktentwicklung stammen diese Relationen sowie auch die relevanten Informationen und Daten aus domänenspezifischen Modellen und liegen als heterogene Datenbasen vor. Dies erschwert die Bereitstellung von entscheidungsrelevantem Wissen für multikriterielle Entscheidungsprozesse und -modelle. Zielsetzung des Forschungsvorhabens ist die Erarbeitung grundlegender Erkenntnisse über die Formalisierung und Bereitstellung kontextspezifischen Wissens im Bereich der anforderungsbasierten, multikriteriellen Entscheidungsfindung. Dafür bieten Ontologien eine ideale Basis, weswegen das Hauptziel des Vorhabens mit einer entscheidungsunterstützenden Produktentwicklungsontologie (PEO) erreicht werden soll. Im Rahmen der Ontologieentwicklung werden die Vorarbeiten aus der ersten Phase des Projektes (WA2913/33-1) berücksichtigt. Diese liefert die notwendigen Grundlagen hinsichtlich des computerunterstützten, multikriteriellen Bewertungsprozesses auf Basis aller Anforderungen. Die Erweiterung der PEO um Schnittstellen zur Daten- und Wissensintegration aus heterogenen Quellen ermöglicht, dass Produktentwickelnden relevantes Entscheidungswissen konsistent bereitgestellt werden kann und der Aufwand für die manuelle Bereitstellung reduziert wird. Die Verifikation der PEO erfordert indes neue Ansätze für die Definition geeigneter Abfragen. Zusammenfassend stehen am Ende des Projekts Erkenntnisse über die Einsetzbarkeit und Anwendbarkeit von Ontologien für die effiziente Unterstützung der multikriteriellen Entscheidungsfindung im Fokus des Forschungsvorhabens.



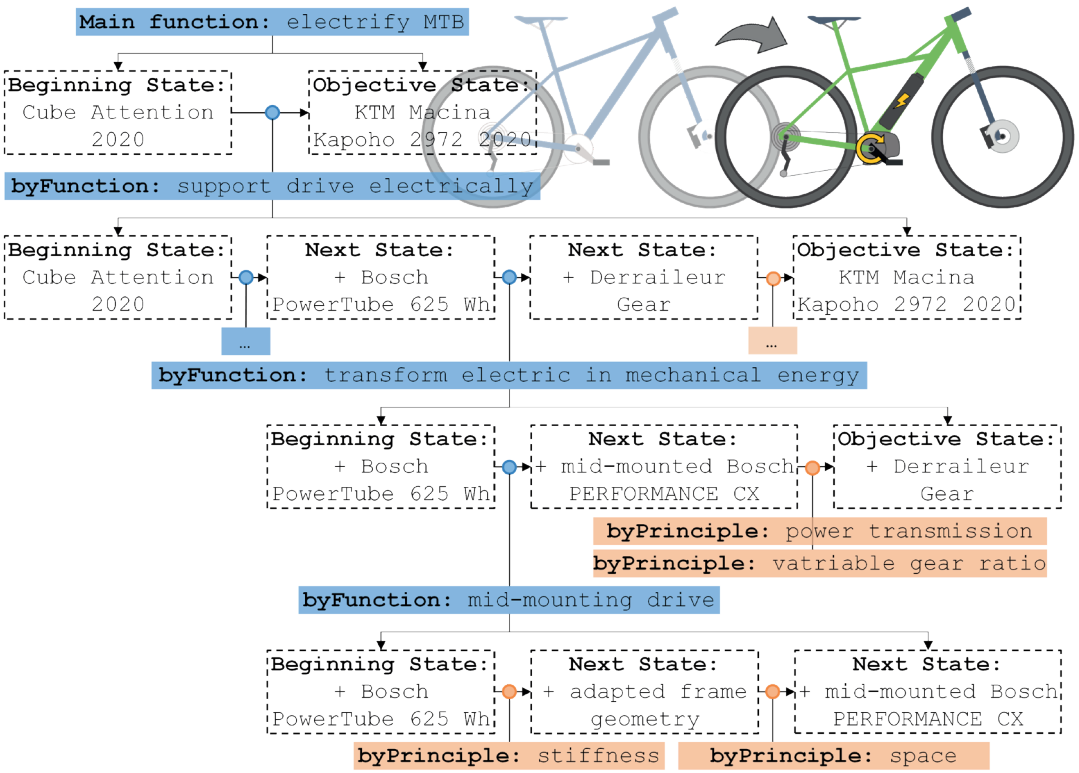
Wissens- und datenbasierte Entscheidungsfindung im Produktentwicklungsprozess mithilfe von Ontologien

INTENTIONAL FORGETTING IN ORGANISATIONEN SPP 1921 DFG

COFFEE

DFG SPP1921: COFFEE – Collaborative Forgetting for Engineering Design | Projektende im Dezember 2022

Im Rahmen des Schwerpunktprogrammes SPP1921 der DFG schließt unser Tandem-Projekt COFFEE direkt an die erste Projektphase mit dem Titel EVOWIPE an. Ziel ist es sogenannte Vergessensmechanismen (engl. Intentional Forgetting, IF) in ontologiebasierten Wissensbasen zu untersuchen und zu implementieren. Die Motivation hinter dem Projekt sind die immer stärker steigenden Informations- und Wissensbestände im Rahmen der Produktentwicklung, deren Wiederverwendung z. B. im Rahmen der Variantenkonstruktion Zeit- und Kostenvorteile zugerechnet werden. Neben der zentralen Herausforderung Wissensbestände aus heterogenen Quellen mithilfe von Ontologien zu verlinken und strukturieren, sind effektive Update-Operationen in wachsenden Wissensbasen unumgänglich, um eine zielgerichtete und situative Wiederverwendung zu erlauben. Während jedoch Erhebungs- und Akquisitionsmethoden für den Aufbau von Wissensdatenbanken in der Forschung berücksichtigt werden, sind Operationen zum Entfernen oder Verändern der Wissensbasis erstaunlich wenig erforscht. Diese Art von Aktualisierungsoperationen, insbesondere in ontologischen Wissensbasen, sind wichtig für die langfristige Nutzung und Pflege, um veraltete oder nicht mehr relevante Inhalte zu vermeiden. Im Rahmen von EVOWIPE und COFFEE wurden in den insgesamt 5 Projektjahren daher insbesondere Metaproperty-geleitete und Ranking-bezogene Update-Operationen betrachtet. Der Fokus von COFFEE lag insbesondere auf kollaborativen Produktentwicklungsprojekten, bei denen mehrere Beteiligte auf der gleichen Wissensbasis arbeiten. Hierfür haben wir insbesondere die Modellierung von Design Rationale (DR), d. h. Begründungen hinter Entwicklungsentscheidungen, untersucht, um die Vergessensoperationen zu leiten. Die wichtigsten Erkenntnisse aus dem Projekt sind insbesondere, dass die semantische Annotation (z. B. von DR) in verschiedenen Automatisierungsstufen große Vorteile bei der Überbrückung der Lücke zwischen dokumentenbasierten Wissensquellen und maschinenverarbeitbarer Wissensrepräsentation bietet und die weitere Zusammenarbeit bei der Variantengestaltung manchmal unterschiedliche Zustände einer Wissensbasis erfordert, die durch die Einbeziehung von Rängen des Vergessens (Ranking) zu den Fakten gelöst werden können.

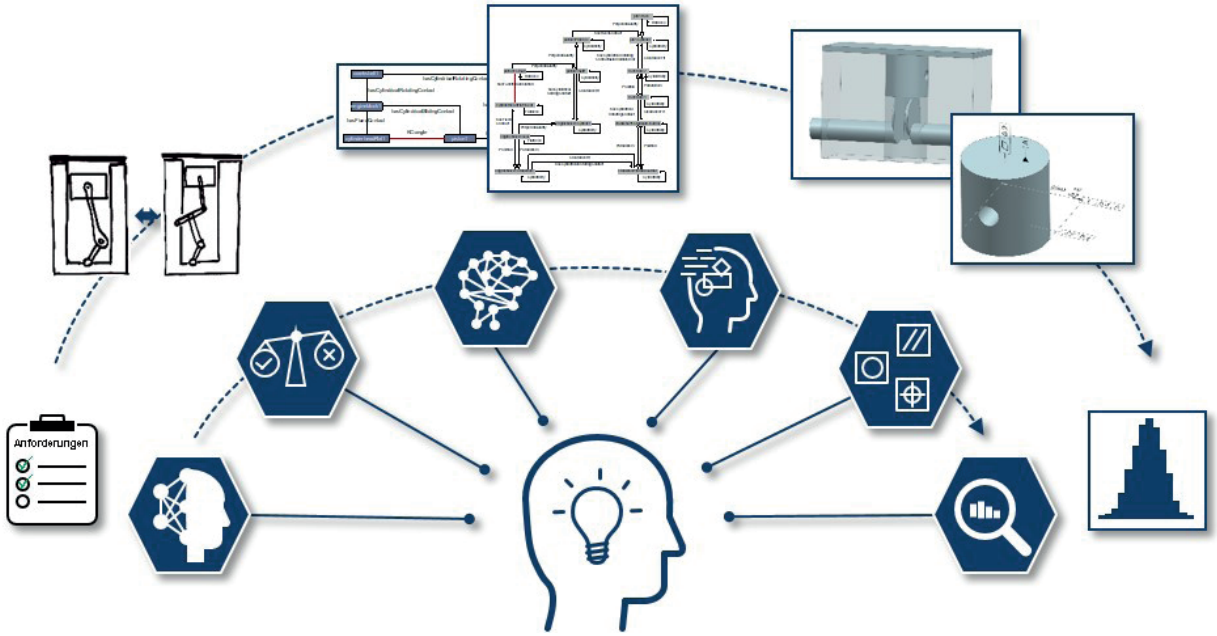


Beispiel einer Adaption eines Mountainbikes zu einem E-Mountainbike strukturiert mithilfe eines DR-Modells

Toleranzmanagement

Erfolgreicher Abschluss des DFG-Projekts „Durchgängiges rechnerautomatisiertes Toleranzmanagement in frühen Produktentwicklungsphasen“ zum 30.09.2022

Mit zunehmenden Qualitätsanforderungen wächst die Bedeutung einer frühzeitigen Berücksichtigung von herstellungsbedingten Abweichungen. Trotz des verbreiteten Bewusstseins über dessen hohe Relevanz, wird diese frühzeitige Berücksichtigung auf Grund fehlender konkreter, in den Entwicklungsprozess integrierbarer Ansätze kaum umgesetzt.
Nachdem im vorhergehenden DFG-Projekt „Toleranzmanagement in frühen Produktentwicklungsphasen“ bereits grundlegende Methoden erarbeitet wurden, wurden diese im Rahmen dieses dreijährigen Projekts deutlich erweitert, mit den aus dem Entwicklungsprozess zur Verfügung stehenden Daten verknüpft und als Prozess automatisiert. Neben dem Entwicklungsprozess bildeten Ansätze aus Qualitätsmanagement, Robust Design und Toleranzmanagement den Rahmen für die Entwicklung eines neuen Vorgehens.
Ausgehend von Produktanforderungen lassen sich zunächst mit Hilfe von Natural Language Processing für die Abweichungsberücksichtigung relevante Zielgrößen ableiten. Diese werden anschließend in einer Matrix verknüpft verwaltet, hinsichtlich deren Bedeutung priorisiert und bilden so die Basis für die nachfolgenden Schritte. Das entwickelte Vorgehen sieht anschließend eine Robustheitsbewertung zur Gegenüberstellung prinzipieller Lösungen hinsichtlich deren Sensitivität gegenüber Abweichungen vor. Die hierbei ausgewählten Konzepte werden im nächsten Schritt als Graph visualisiert und deren Robustheit Computer-gestützt verbessert. Mit Hilfe von in Ontologien abgebildetem Produkt- und Tolerierungswissen lässt sich der resultierende robuste Konzeptgraph automatisiert konkretisieren und tolerieren. Somit liegt bereits in der Konzeptphase ein erstes Computer-verarbeitbares Toleranzkonzept vor. Neben der Analyse und Gegenüberstellung alternativer Konzepte erlaubt dies die automatisierte Ableitung von CAD-Entwurfsmodellen einschließlich verknüpfter PMI. Schließlich bildet dies die Grundlage für eine initiale CAD-interne Toleranzanalyse, die zu Beginn der Entwurfsphase eine erste quantitative Absicherung der Robustheit bzw. Tolerierung ermöglicht und damit eine solide Basis für das etablierte Toleranzmanagement schafft.
Die initiale Evaluation zeigt, dass das Vorgehen zur Sensibilisierung des Produktentwicklers und zu kürzeren Entwicklungszeiten sowie einer höheren Produktqualität beiträgt und somit das Potenzial einer frühzeitigen Abweichungsberücksichtigung erschließt. Die Ergebnisse dieses Projekts sind u.a. in folgender Dissertation publiziert.



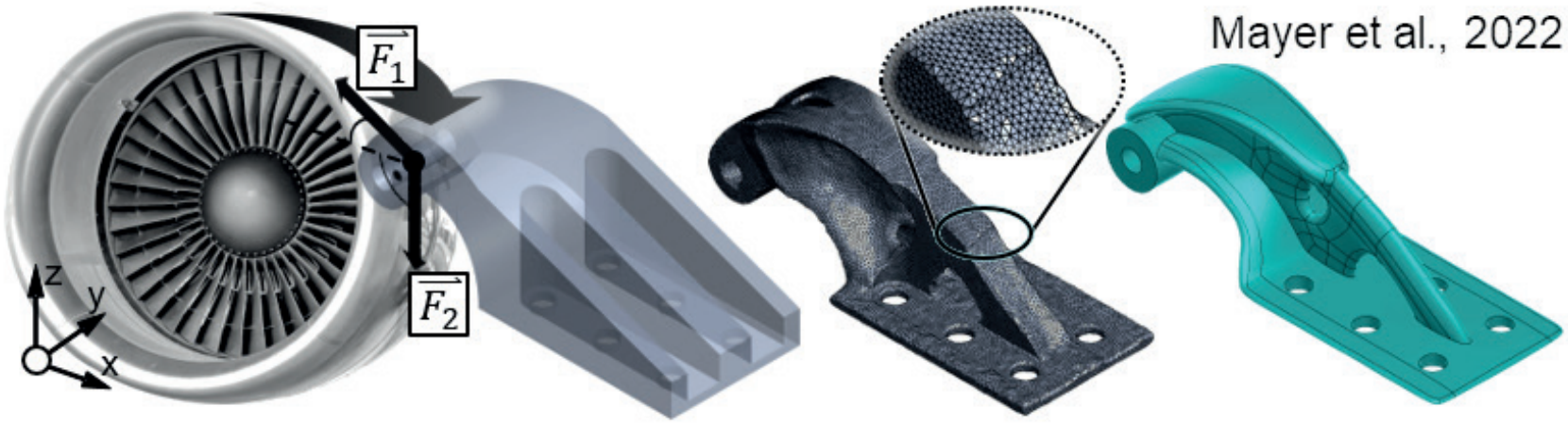
Frühzeitiges konstruktionsbegleitendes Toleranzmanagement

TopoRestruct

Rückführung fertigungs-, beanspruchungs- und funktionsgerechter Konstruktionsgeometrie aus Ergebnissen der Topologieoptimierung in den Produktentwicklungsprozess | Projektende im November 2022

Moderne Verfahren der Topologieoptimierung erlauben die Berechnung beanspruchungsgerechter Bauteilentwürfe auf Basis der Finiten-Elemente-Methode. Jedoch stellt das Berechnungsergebnis lediglich einen abstrakten Designvorschlag dar. In einem aufwändigen Prozessschritt ist daraus eine fertigungs-, beanspruchungs- und funktionsgerechte Konstruktionsgeometrie zu erzeugen. Anstelle eines manuellen Vorgehens wurde in diesem Forschungsprojekt eine automatisierte Methode zur parametrischen und featurebasierten Rückführung von CAD-Geometrie in den Bauteilentwurf des Produktentwicklungsprozesses erforscht. Die Interpretation und Rekonstruktion basiert auf der Medial Axis Transformation. Hierbei wird dreidimensionale Geometrie durch ein vereinfachtes Flächenskelett in Kombination mit lokal genau aufgelösten Werten für die Querschnittstärke beschrieben. Diese geometrische Information dient als Grundlage für eigens implementierte Konstruktionsfeatures. So wird es möglich, strukturoptimierte Geometrien trotz komplizierter Form zu parametrisieren und darüber hinaus in einfacher Weise zu editieren. Mit den Ergebnissen dieses Forschungsprojekts wird die zeiteffiziente Ableitung einer Konstruktionsgeometrie aus Optimierungsergebnissen ermöglicht. Es können verschiedene Varianten einer Struktur untersucht und zusätzliche Gestaltungsrichtlinien und –vorgaben berücksichtigt werden. Beispielsweise kann eine parametrisierte Änderung hinsichtlich verschiedener Fertigungsverfahren durchgeführt werden. Auch gewährt das Datenformat des Ergebnisses die Option, nachgelagerte Prozesse im Produktentwicklungsprozess, wie beispielsweise verschiedene Simulationen, durchzuführen. Letztlich tragen die praxisrelevanten Forschungsergebnisse zur Etablierung der Topologieoptimierung im Produktentwicklungsprozess bei. Die Methode befindet sich in Begutachtung zur Veröffentlichung im Journal of Computer-Aided Design and Applications. Auf dem Symposium Design for X 2022 in Hamburg wurde eine projektbezogene Veröffentlichung zum featurebasierten Gestaltentwurf ausgezeichnet.

DOI: 10.35199/dfx2022.21



Geometrierekonstruktion unter Anwendung des neuen Ansatzes auf Basis der Medial Axis Transform am Beispiel des Scharniers einer Triebwerksverkleidung

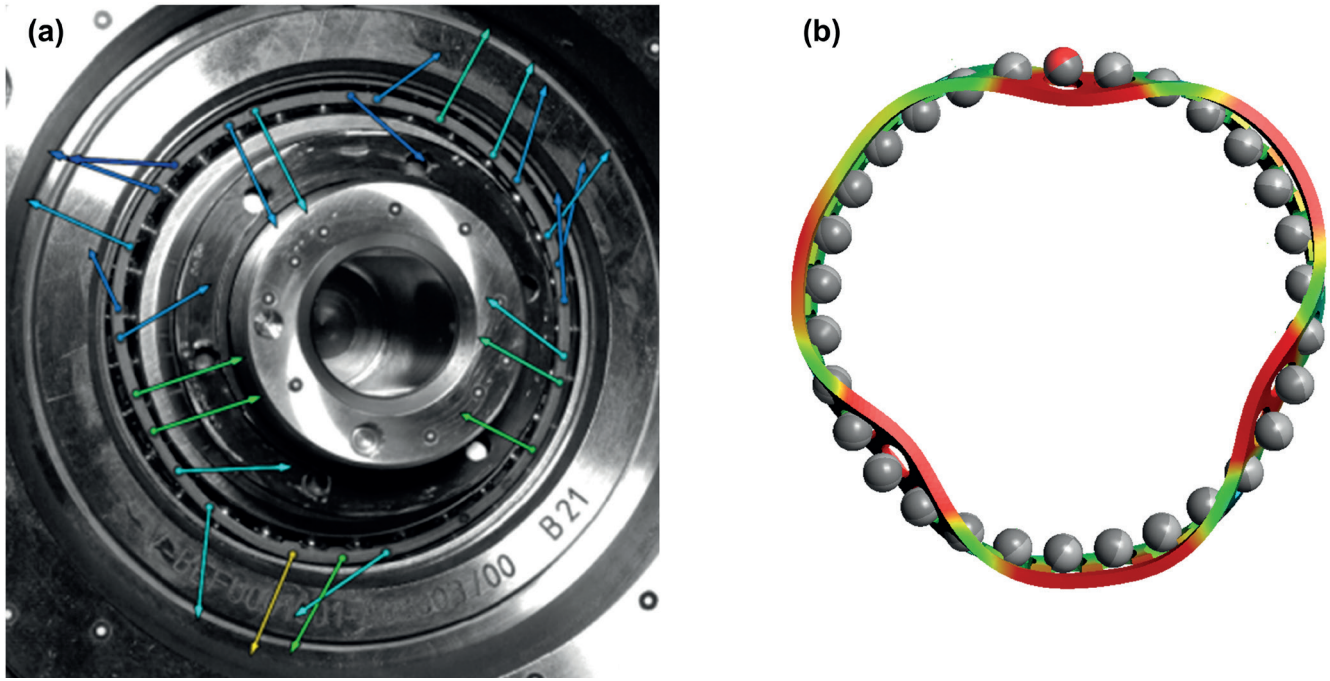
Bayerische Forschungsstiftung

MeLD

BFS Forschungsprojekt MeLD (Machine Learned Dynamics, AZ-1398-19) mit der Firma Schaeffler Technologies AG & Co. KG im Zeitraum von März 2020 bis Oktober 2022 erfolgreich bearbeitet und abgeschlossen

Ziel des Forschungsvorhabens MeLD war die Entwicklung einer Vorgehensweise zur Nutzung von Methoden des maschinellen Lernens für die Auslegung von Wälzlagerkäfigen hinsichtlich der dynamischen Eigenschaften während des Betriebes. Zwar kann im aktuellen Stand der Technik durch speziell für Wälzlager entwickelte Mehrkörpersimulationsmodelle die Dynamik von Wälzlagerkäfigen für die vorgesehenen Betriebsbedingungen berechnet werden, jedoch ist die Erstellung der Simulationsmodelle sowie die Durchführung der Berechnung und Auswertung der Ergebnisse komplex und zeitaufwändig. Aus diesem Grund sollen Methoden des maschinellen Lernens eingesetzt werden, um die Käfigdynamik im jeweiligen Anwendungsfall schnell und einfach vorherzusagen und bereits in frühen Phasen des Produktentwicklungsprozesses zu berücksichtigen.

Die Datenbasis für die Machine Learning Algorithmen setzt sich aus Features (zum Beispiel Massenträgheitsmoment, dynamisch äquivalente Lagerbelastung, etc.) und Ergebnissen von Mehrkörpersimulationen (zum Beispiel Reibungsmoment, Käfigverformung) zusammen. Künstliche neuronale Netze und Ensemble Verfahren wurden für die Vorhersage der Ergebnisse der Dynamiksimulation eingesetzt. Mithilfe von optischen Messungen der realen Lager- und Käfigdynamik konnte eine hohe Übereinstimmung der Ergebnisse der Mehrkörpersimulationen festgestellt werden, die für die Erstellung der Datenbasis eingesetzt wurde, siehe Bild. Die anhand der Datenbasis trainierten Machine Learning Algorithmen konnten zuletzt auch sehr gute Vorhersagegenauigkeiten von $R^2 \in [0{,}75...0{,}94]$ für die verschiedenen Zielgrößen erreichen. Die im Rahmen einer Hyperparameteroptimierung trainierten Modelle können zum Beispiel als Assistenzsystem eingesetzt werden um verschiedene Wälzlager- und Käfigvarianten hinsichtlich ihres dynamischen Verhaltens zu beurteilen und ein geeignetes Wälzlager auszuwählen.



Hochdynamische Bewegung des Käfigs in einem Schrägkugellager mit Hervorhebung der Käfigdeformation im Experiment (a) und als Ergebnis der Berechnung (b)

Unser Dank gilt der bayerischen Forschungsstiftung für die Förderung des Projekts. Außerdem möchten wir uns beim Projektpartner Schaeffler Technologies und insbesondere bei Herrn Oliver Graf-Goller sowie Herrn Dr. Hannes Grillenberger für die kollegiale und konstruktive Zusammenarbeit bedanken!

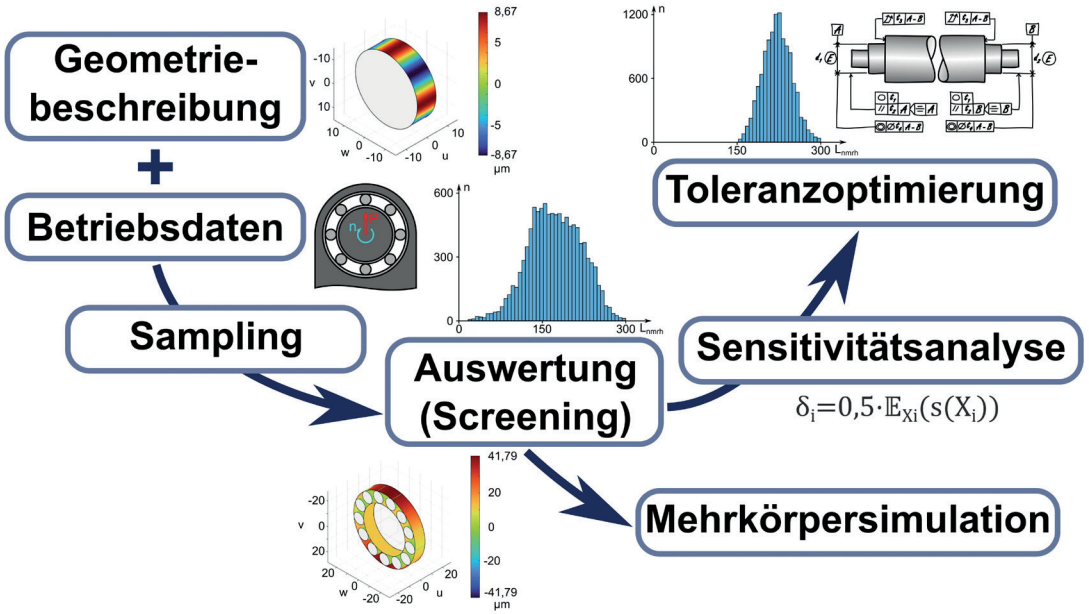
DOI: 10.3390/lubricants10020025

FVA 736 II Wälzlagertoleranzen

Gemeinschaftliches FVA-Vorhaben von MEGT an der TU Kaiserslautern und KTmfk zur Entwicklung von Analysemethoden für abweichungsbehaftete Wälzlagersysteme im November 2022 abgeschlossen

Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Wälzlager sind essentielle Bauteile in allen Bereichen des Maschinenbaus, da sie bei geringen Kosten eine genaue und reibungsarme Abstützung drehender Bauteile ermöglichen. Weltweit werden jährlich über zwölf Milliarden Wälzlager verbaut. Bei der Auslegungsrechnung wird in der Regel näherungsweise von idealen Geometrien ausgegangen. Reale Bauteile sind jedoch unvermeidbar abweichungsbehaftet. Diese geometrischen Imperfektionen, welche stets statistisch verteilt sind, führen zu einer Veränderung der lagerinternen Lastverteilung, wodurch das Betriebsverhalten des Lagers beeinflusst wird. Kritische Kenngrößen sind dabei u. a. die Lagerlebensdauer oder das Reibmoment, da der Minimierung von Ressourcen- und Energieverbrauch vor dem Hintergrund der globalen Erwärmung und steigender Rohstoff- und Energiepreise eine große Bedeutung zukommt. Im Zuge der zunehmenden Verbreitung elektrischer Fahrzeuge, bei denen im Gegensatz zu Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor keine Überdeckung von Störgeräuschen durch die Schallemissionen des Motors erfolgt, rückt auch die Reduzierung von Schwingungen zunehmend in den Fokus. Im Rahmen des Forschungsvorhabens FVA 736 II, einer Kooperation zwischen dem KTmfk und dem Lehrstuhl für Maschinenelemente, Getriebe und Tribologie (MEGT) der TU Kaiserslautern, wurde daher eine Methode entwickelt, welche eine Berücksichtigung statistisch verteilter geometrischer Abweichungen bei der Auslegungsrechnung von Zylinderrollenlagern ermöglicht und auf der Verbindung von am KTmfk durchgeführten statistischen Toleranzanalysen mit Mehrkörpersimulationen am MEGT basiert. Dabei wird zunächst virtuell eine beliebige Zahl abweichungsbehafteter Bauteile erzeugt. Für diese wird anschließend jeweils eine Berechnung der resultierenden Lagerringverformungen und eine Auswertung relevanter Kennwerte wie Lebensdauer oder Lagerverkippung durchgeführt. Durch diese statistische Betrachtungsweise kann die Realitätsnähe der Berechnungsergebnisse gesteigert werden. Darüber hinaus wird so eine Optimierung der Tolerierung der Anschlussbauteile ermöglicht, welche die Erfüllung der funktionellen Anforderungen bei möglichst geringem Herstellungsaufwand gewährleistet. An relevanten Punkten innerhalb des Parameterraums (etwa im Fall eines Lagers mit besonders hoher resultierender Lebensdauer) kann im Anschluss daran eine detaillierte Untersuchung des dynamischen Verhaltens (z. B. des Reibmoments oder Schwingungsverhaltens) mithilfe einer Mehrkörpersimulation durchgeführt werden.



Ablaufschema der entwickelten Methode

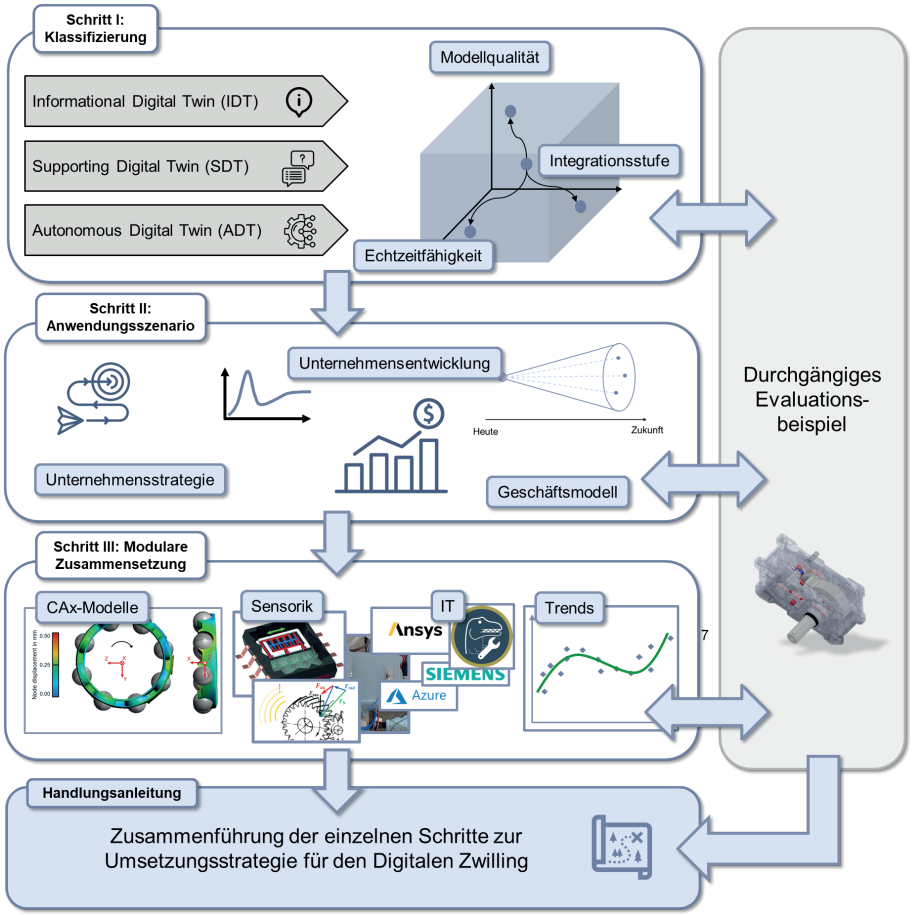
FVA 889 II „Digitaler Zwilling“

Start des BMWK & AiF-geförderten Folgeprojektes zur Entwicklung Digitaler Zwillinge im Kontext der Antriebstechnik im Juni 2022

Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Während der Begriff des Digitalen Zwillings noch vor wenigen Jahren auf dem Gipfel der überhöhten Erwartungen angekommen war, befindet er sich mittlerweile in vielen Branchen auf dem raschen Weg in die Umsetzung. So gaben 2019 in einer Gartner-Umfrage 13 % der befragten Unternehmen an, dass sie den Digitalen Zwilling bereits umgesetzt haben, wohingegen 62 % der befragten Unternehmen angaben, den Umsetzungsprozess zumindest aktiv gestartet zu haben. Während vor wenigen Jahren die Ausgangslage für die Umsetzung Digitaler Zwillinge aufgrund der verschiedenen Verständnisse und Begrifflichkeiten noch schwierig war, wurden mit dem Projekt FVA 889 I (Trendstudie „Digitaler Zwilling“) diese Hürden ausgeräumt, indem u. a. ein für die Forschungsvereinigung Antriebstechnik (FVA) einheitliches Begriffsverständnis des Digitalen Zwillings geschaffen und drei Klassen Digitaler Zwillinge erarbeitet wurden. Aufbauend auf diesem einheitlichen Verständnis stellt sich jedoch vielen Unternehmen der Antriebstechnik die Frage, wie für den Aufbau eines Digitalen Zwillings vorgegangen werden sollte und welche Entwicklungsaufwände (z. B. für Modellierung, Hardware und Software) getätigt werden müssen. Zwar bietet die Definition und Klassifizierung des Konzeptes einen ersten Ansatzpunkt zur spezifischeren Identifikation von Anforderungen, besonders jedoch die interdisziplinäre Gestaltung der Digitalen Zwillinge stellt konventionelle, auf Mechanik orientierte KMU noch vor Herausforderungen, da diese regelmäßig keine großen und interdisziplinären Forschungs- und Entwicklungsabteilung aufweisen.

Gemeinsam mit dem Institut für Produktentwicklung und Maschinenelemente (Prof. Eckhard Kirchner) der TU Darmstadt erforscht der KTmfk in einem zweijährigen BMWK und AiF geförderten Projekt die Möglichkeit, in den verschiedenen Teilbereichen des Digitalen Zwillings, wie IT-Infrastruktur, Modellverknüpfung und Sensortechnik, Handlungsempfehlungen für ein methodisches Vorgehen zu geben. Dabei werden vor allem die Betriebsbedingungen für ein KMU-Umfeld berücksichtigt und in den Handlungsleitfaden aufgenommen. Zudem sollen neue Technologie-Trends, wie beispielsweise das maschinelle Lernen, als wesentliche Auswertungskomponente behandelt und hinsichtlich ihrer Potenziale für den Digitalen Zwilling untersucht werden. Die Ergebnisse des Projektes werden an einem vernetzten und umgestalteten Demonstratorgetriebe evaluiert und aufgezeigt.



Vorgehen zum Handlungsleitfaden für die Implementierung von Digitalen Zwillingen

Projektträger Jülich
Forschungszentrum Jülich

Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

POSEIDON II

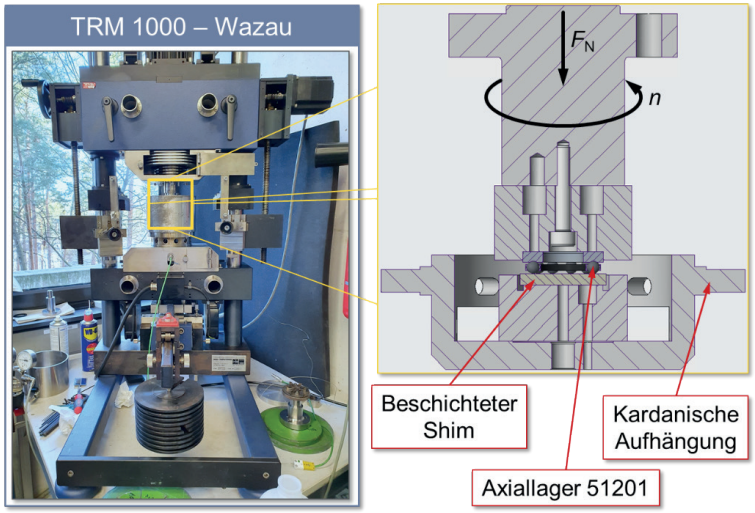
BMWi-POSEIDON II - Überrolluntersuchungen von unterschiedlichen Hybridschichten, bestehend aus physikalischen (PVD) und galvanischen Schichtsystemen mit veränderlichen Prüfbedingungen (09/2018 – 09/2022), BMWK

Im Rahmen des gemeinsamen Projektes von IWT, IPA und KTmfk wurden physikalische und galvanische Schichtsysteme unter Verwendung unterschiedlicher Schmiermedien auf einem für Überrollversuche adaptierten Ring-Scheibe-Tribometer (TRM 1000) der Firma WAZAU des Lehrstuhls KTmfk bei kontinuierlich rotierendem Betrieb hinsichtlich ihrer Überrollbeständigkeit untersucht. Das Ring-Scheibe-Tribometer wurde für diesen Zweck durch eine konstruktive Änderung geeignet modifiziert, damit die spezielle Prüfkonfiguration montiert werden kann. Als Probekörper wird eine beschichtete, flache zylindrische Scheibe (Shim) getestet, deren Stirnfläche mit dem Kugelkranz (Käfig mit Kugeln) eines Axialrillenkugellagers des Typs 51201 in Kontakt gebracht wird und durch die dazugehörige Gehäusescheibe geführt wird. Das heißt, die Wellenscheibe des Lagers wird durch eine vereinfachte Probekörpergeometrie ersetzt. Durch die Verwendung eines Shims, lassen sich die Schichtsysteme einfach beschichten, ohne einem weiteren, unbekannten Einfluss zu unterliegen, und mit verschiedenen nachgelagerten Analysemethoden untersuchen. Durch die Versuche Ring-Scheibe-Tribometer konnte gezeigt werden, dass es durch Beschichten möglich ist, einen günstigen nicht korrosionsbeständigen Stahl unter Wasserschmierung zu optimieren, Korrosion zu verhindern und Verschleiß zu reduzieren. Eine Beschichtung mit einer rein galvanischen Schicht führte zu einer Verlängerung der Gebrauchsdauer, durch die geringere Härte verschleißt diese jedoch und beschränkt damit die Laufzeit in Abhängigkeit der Schichtdicke. Eine reine PVD-Schicht hingegen scheint den Bedingungen nicht standzuhalten, als Toplayer einer Hybridbeschichtung jedoch die mögliche Laufzeit der reinen galvanischen Beschichtung zu verlängern. Drei mögliche Hypothesen, warum sich die Ergebnisse der PVD-Schicht als Hybridschicht deutlich unterscheidet zur alleinigen Abscheidung, sind:

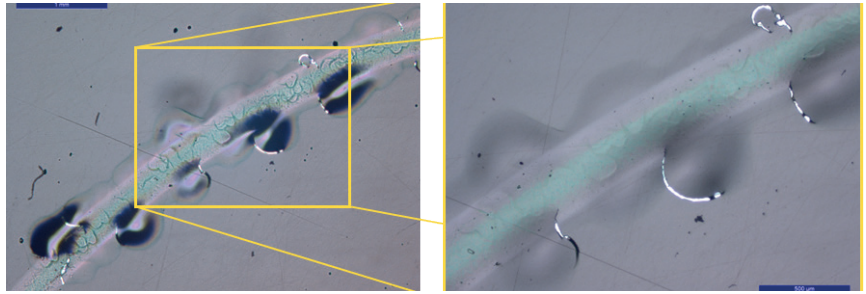
- Hypothese 1: Durch Poren in der PVD-Beschichtung kann Wasser zum Substrat gelangen, welches unterhalb der PVD-Schicht zu korrodieren beginnt, was zu einem Versagen der PVD-Schicht führt, durch die Galvanikschicht wird dies jedoch verhindert.

- Hypothese 2: Die PVD-Schicht weist auf der galvanischen Nickel-Schicht eine bessere Haftfestigkeit auf als auf dem 100Cr6-Substrat.

- Hypothese 3: Durch die weiche Nickel-Schicht ist die „Nachgiebigkeit“ beim Überrollen besser, was bei Untersuchungen am IWT bereits als Erkenntnis gewonnen werden konnte.



Aufbau des Ring-Scheibe-Tribometer



Verchleißspur der Nickel-Schicht als Basisschicht

SIEMENS

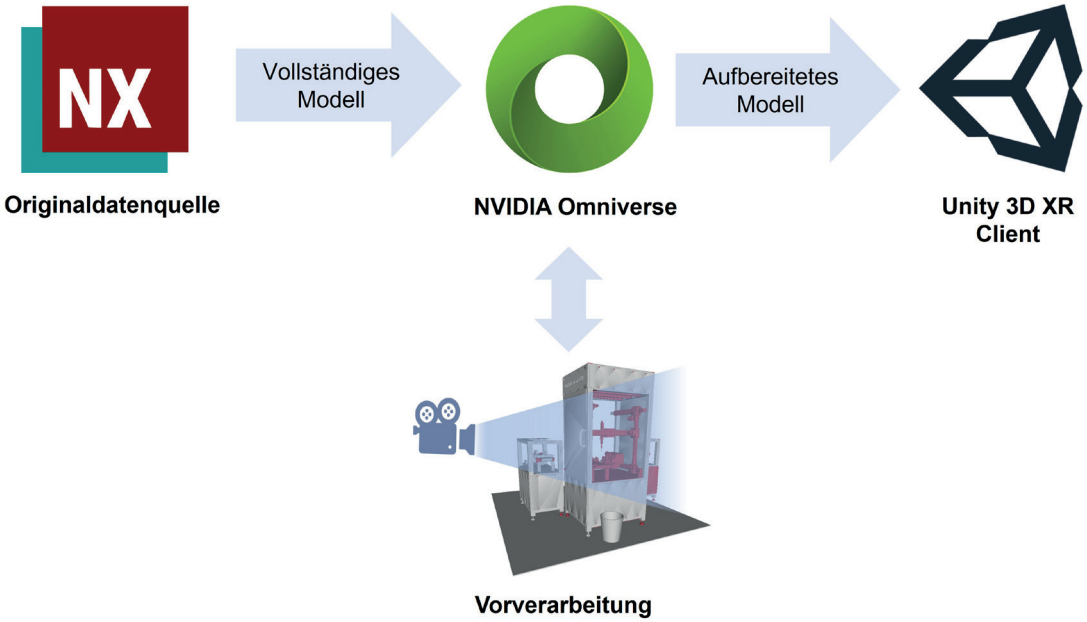
XR Datenaufbereitung

Kooperationsprojekt zur sichtbarkeitsbasierten hierarchischen Aufbereitung komplexer CAD Polygonmodelle zur Darstellung in XR zusammen mit der Siemens AG im Dezember 2022 abgeschlossen

Der Bedarf für Technologien zur räumlich verteilten Kollaboration ist durch die Covid-19 Pandemie offensichtlicher den je geworden. Eine Möglichkeit zur immersiven Zusammenarbeit bietet die Anwendungen von virtueller oder augmentierter Realität, zusammengefasst erweiterte Realität (XR). Anwendungsfelder finden sich über den ganzen Produktentwicklungsprozess verteilt, von virtuellen Design-Reviews bis hin zur augmentierten Wartungsunterstützung. Aktuelle Stand-Alone-Endgeräte, wie beispielsweise die Microsoft HoloLens 2, verfügen allerdings nicht über ausreichend Rechenleistung, um hochkomplexe und detailreiche CAD-Modelle vollständig und flüssig darzustellen.

In Zusammenarbeit mit der Siemens AG wird am KTmfk an der automatisierten Verarbeitung und Bereitstellung von tessellierten CAD-Daten für die Darstellung auf leistungsschwachen mobilen Endgeräten geforscht. Globale Aufbereitungen des gesamten Modells bieten Möglichkeiten zur initialen Polygonreduktion. Diese Methoden reduzieren den Detailgrad gesamtheitlich oder entfernen von außen verdeckte Inhalte. Dabei arbeiten sie ohne Berücksichtigung des tatsächlichen Nutzerverhaltens, wodurch sie gerade bei sehr großen Modellen an ihre Grenzen stoßen, z.B. beim digitalen Zwilling einer Fabrik den der Nutzer mittels VR begeht. Wird hingegen die Nutzerposition und -blickrichtung berücksichtigt, kann erheblich Leistung eingespart werden, denn zu jedem Zeitpunkt liegen große Anteile der Szene außerhalb des Blickfeldes oder sind verdeckt von näherliegender Geometrie. Um diese Sichtbarkeitsinformationen nicht aufwendig zur Laufzeit bestimmen zu müssen, werden potentielle Sichtbarkeiten in einem Vorverarbeitungsschritt gesampelt und hierarchisch abgespeichert. Auf Basis dieser Daten ist es in Echtzeit möglich eine Abschätzung der nicht sichtbaren Objekte von der Nutzerposition zu ermitteln und diese auszublenden. Dieses Vorgehen reduziert ausgabesensitiv die Arbeitslast auf dem Endgerät.

Zur flexiblen Bereitstellung der Daten ist die Algorithmik in NVIDIA Omniverse, eine neue Kollaborationsplattform für dreidimensionale Daten, integriert. Hierdurch ist es möglich aus einer Vielzahl von Quellen Modelle komfortabel zu verarbeiten und in dem, für dieses Projekt entwickelten, Unity 3D Client zu betrachten.



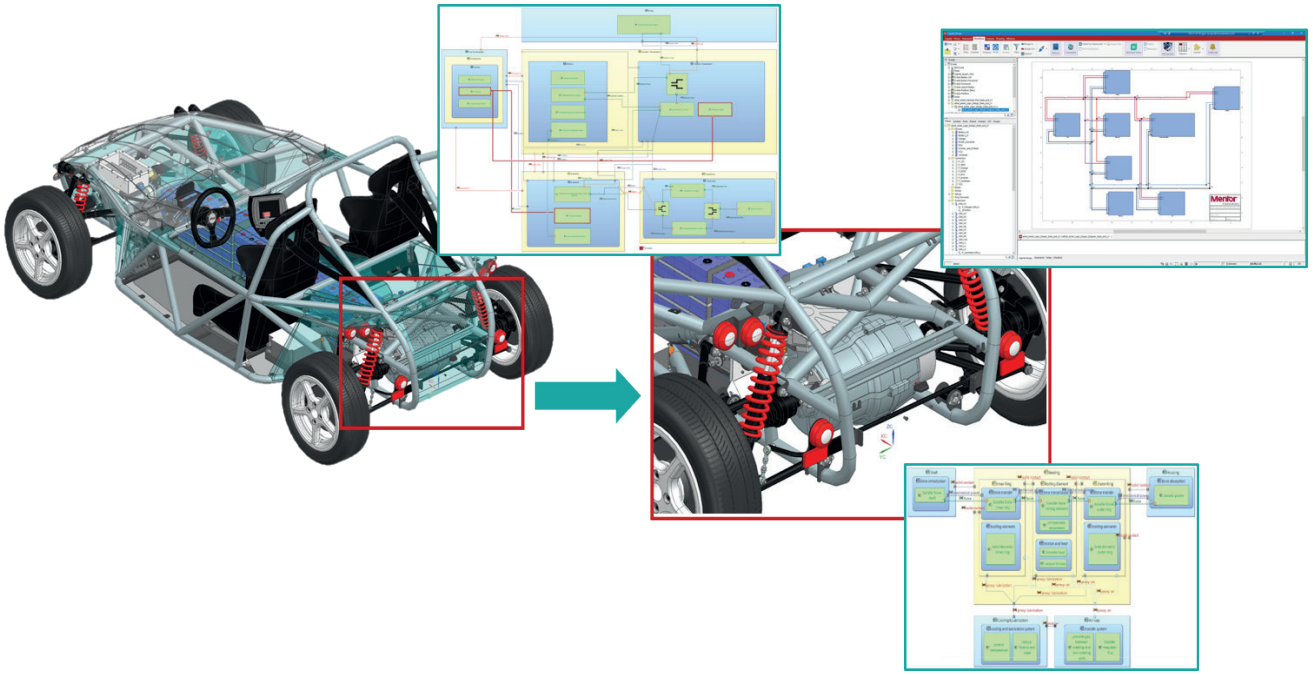
Datenflusse zur automatischen Aufbereitung von 3D Modellen zur Anzeige auf leistungsschwachen Endgeräten

SIEMENS

Hybrid Modelling

Erfolgreicher Abschluss eines Industrieprojektes in Kooperation mit der TU Graz und Siemens Digital Industry Software zur Analyse von Engineering Change Szenarien und die Auswirkungen auf Modelle im September 2022

Das sog. Engineering Change Management wird zunehmend relevanter, um kostspielige Iterationen zu vermeiden und notwendige Änderungen an den zu entwickelnden Produkten möglichst effizient mit all ihren Auswirkungen auf das System zu berücksichtigen und zu implementieren. Die Analyse der Auswirkungen ist dabei besonders für komplexe und umfangreiche Systeme von Schwierigkeiten geprägt, da Modelle und darin enthaltende Modellelemente oft keine Verknüpfung zueinander aufweisen und somit besonders implizite Verbindungen zwischen Subsystemen oder Komponenten verborgen bleiben. Das sorgt dafür, dass Veränderungen in ihren Auswirkungen nicht gänzlich analysiert werden können und somit Inkonsistenzen zwischen den Modellen entstehen, die zu zusätzlichen Iterationen führen können.
In Zusammenarbeit mit Siemens Digital Industry Software und dem Institut für Maschinenelemente und Entwicklungsmethodik (Prof. Hannes Hick) der TU Graz wurde eine E-Achse passend zum von Siemens entwickelten Fahrzeug, dem eRod, modelliert, sowie die Auswirkungen eines Change-Szenarios auf die unterschiedlichen Modelle untersucht. Dabei wurde ein gesamtheitlicher Ansatz von der Modellierung der Anforderungen (R) über die Funktionen (F), den logischen Elementen (L) bis hin zu den physikalischen Elementen (P) herangezogen. Eine veränderte Leistungsanforderung an die E-Achse sorgte für zahlreiche Auswirkungen auf physikalische Elemente, sowie rückwirkend auf Funktionen und logische Elemente, die im Änderungsfall beachtet werden mussten. Nur eine konsistente Modellierung kann den Entwickler dabei unterstützen, diese Verbindungen zu identifizieren und Verknüpfungen zwischen relevanten Elementen anzulegen. Darüber hinaus bildet es die Grundlage, Auswirkungsanalysen im Change-Fall zu automatisieren und den Entwicklungsprozess damit zu beschleunigen. Vor allem indirekte Verknüpfungen haben sich dabei als Herausforderung herausgestellt, da diese zwar im Modellierungsprozess identifiziert wurden, eine Modellierung in der Regel aber ausbleibt und vom Tool regelmäßig nicht erkannt wird. Die Software-Toollandschaft wurde dabei hinsichtlich Möglichkeiten und Potenzialen für die Implementierung von Funktionen, die den Entwickler im Change-Szenario unterstützen bzw. die Prozesse automatisieren können, analysiert. Die Ergebnisse des Projektes werden im kommenden Jahr auf einer internationalen Konferenz gemeinsam mit Siemens Industry Software veröffentlicht.



Übersicht der Modelle für die eAxle integriert in den Siemens eRod

SCHAEFFLER

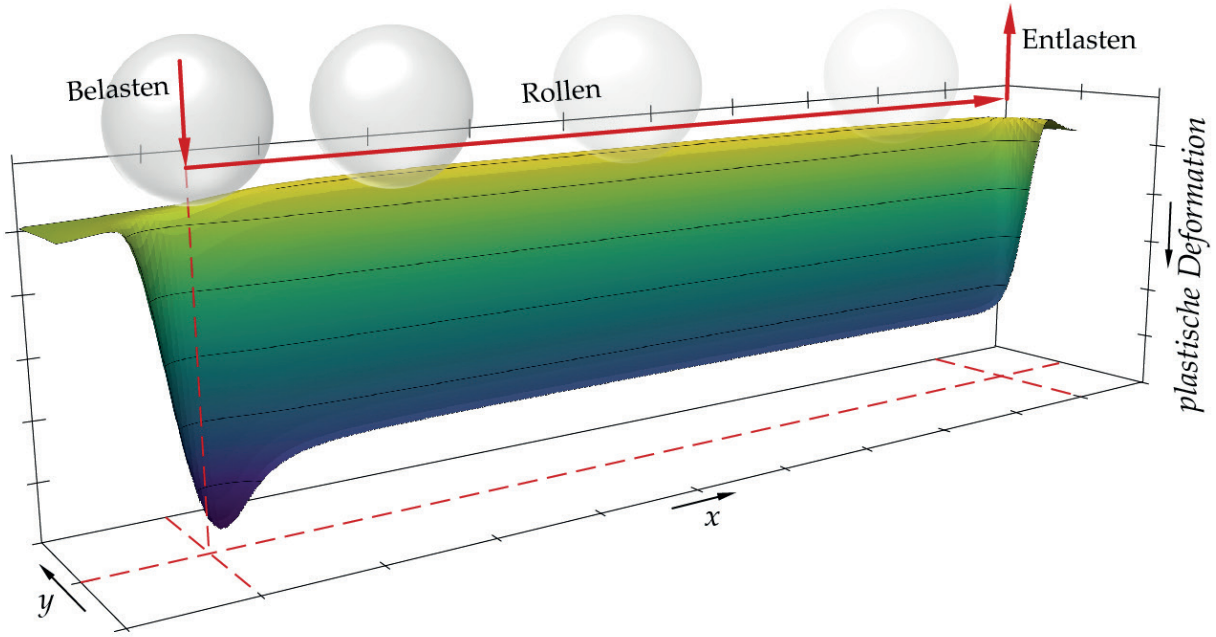
EdgePresSi

Abschluss des Projektes EdgePresSi – Simulationsunterstützte Methode zur Beurteilung von Kantenpressungen auf Basis elasto-plastischer Kontaktberechnungen im August 2022 (Schaeffler Technologies AG & Co. KG)

Die heute übliche Berechnung der Lebensdauer von Wälzlagern erfasst einzig das Ausfallkriterium Werkstoffermüdung im Wälzkontakt. Eine Situation, die sich bislang rechnerisch nicht erfassen lässt, liegt vor, wenn in den Kontakten zwischen Wälzkörpern und Laufbahnen die Kontaktellipsen abgeschnitten sind. Das Ziel des Forschungsprojektes war deshalb einen Beitrag zur Entwicklung einer Methodik zur physikalisch fundierten und objektiven Beurteilung von abgeschnittenen Kontaktellipsen, insbesondere Kantenpressungen, im Hinblick auf die Gebrauchsdauer von Wälzlagern zu erarbeiten.

Die Simulation von Überrollungen erfolgt herkömmlich mittels transienten Simulationen. Da eine solche Simulation aufgrund vieler notwendiger Rechenschritte sehr langsam ist, wurde im ersten Teil des Projektes basierend auf der herkömmlichen transienten Simulation eine schnelle Näherungsmethode zur Simulation von Mehrfachüberrollungen unter Berücksichtigung elasto-plastischen Materialverhaltens entwickelt und validiert.

Bei Kontakten in Wälzlagern oder bei Zahnrädern kann es zu abgeschnittenen Kontaktellipsen kommen, wenn z. B. ein Freistich in den Kontaktbereich hineinragt. Durch die in der Geometrie enthaltenen Diskontinuität wird die Kontaktberechnungen recht anspruchsvoll und zeigt teilweise unerwartete Ergebnisse. Im zweiten Teil des Projektes wurde deshalb eingehend der Kontakt einer starren Kugel mit einer elasto-plastischen Ebene mit Freistich betrachtet. So wurde im Rahmen einer numerischen Studie der Einfluss des Freistichwinkels auf die Pressungsverteilung und die elastische und plastische Verformung an der Kante untersucht. Vergleichend wurden dabei Ergebnisse gegenübergestellt und diskutiert, die mittels FEM und semi-analytischen Methoden (SAM) berechnet wurden. Die abgeleiteten Erkenntnisse bieten eine wertvolle Grundlage für die weitere Arbeit zur Entwicklung der Methode zur objektiven Bewertung von Kantenpressungen.



Plastische Deformation der Oberfläche nach einer Überrollung

Unser besonderer Dank gilt der Firma Schaeffler Technologies AG & Co. KG, die dieses Projekt als Auftragsforschung finanziert und einen maßgeblichen Beitrag zum wissenschaftlichen Diskurs beigetragen hat.

DOI: 10.3390/lubricants10060107

SCHAEFFLER

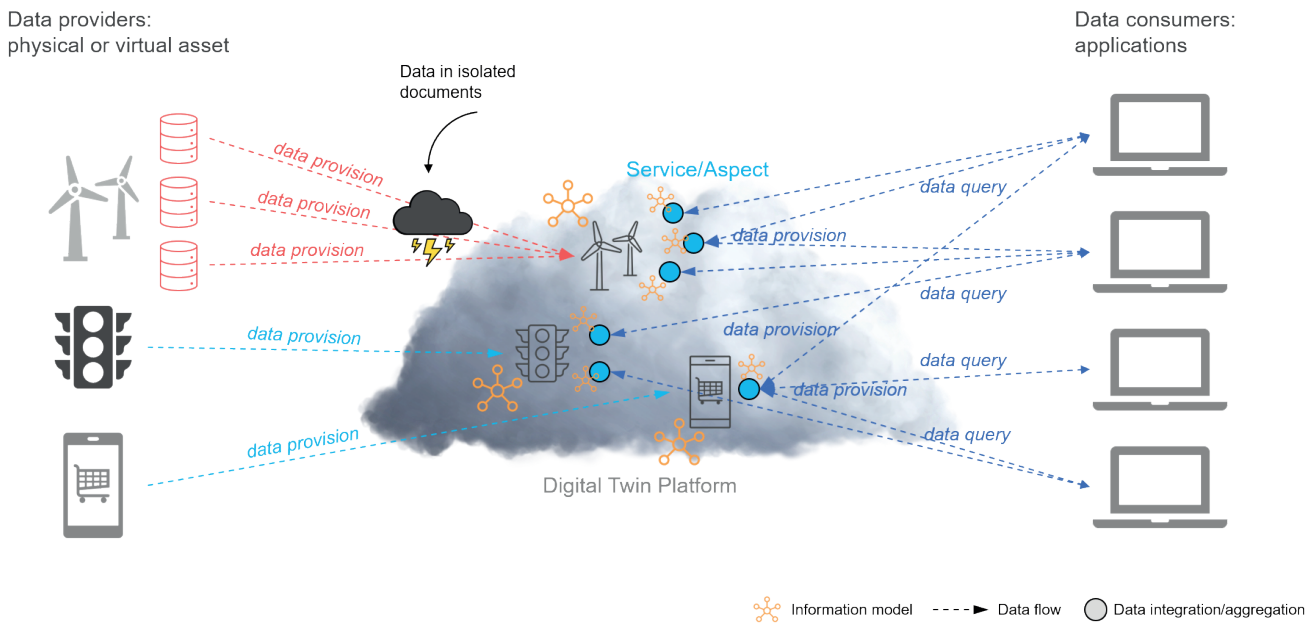
BESDT

Erfolgreicher Abschluss eines Industrieprojektes in Kooperation mit der Schaeffler AG zur Architekturanalyse und Evaluation eines Digitalen Zwillings für die Entwicklung im Dezember 2022

Getrieben von der kontinuierlich steigenden Digitalisierung aller Lebensbereiche und den technischen Möglichkeiten zur Sammlung, Speicherung und Verarbeitung von Daten sind in den letzten Jahren zahlreiche Erwartungen und mögliche Konzepte eines Digitalen Zwillings vorgestellt worden. Dieser verspricht als Technologie die Möglichkeit, neue Geschäftsmodelle und Serviceleistungen anzubieten, sowie Informationen über die eigenen Produkte zu erlangen, die vorher nicht erfasst wurden. Mit dem WiGeP-Positionspapier haben u.a. Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartzack und Prof. Dr.-Ing. Benjamin Schleich vom Lehrstuhl für Konstruktionstechnik zu einer Definition beigetragen, die in der deutschsprachigen Forschungslandschaft Konsens genießt. Nichtsdestotrotz stellt die technische Umsetzung des Konzeptes viele Unternehmen vor Herausforderungen, da hier z.B. für den Aufbau der Datenstruktur noch keine einheitlichen Standards bestehen. Dies betrifft besonders Unternehmen, die ein Konzept für den Digitalen Zwilling über die gesamte Wertschöpfungskette aufbauen wollen und sich mit Kunden und Lieferanten auf einheitliche Schnittstellen und Standards einigen müssen.

In Zusammenarbeit mit der Schaeffler AG hat der Lehrstuhl für Konstruktionstechnik die verschiedenen Architekturen für einen Digitalen Zwilling untersucht. Dabei wurden Ansätze zur Standardisierung, wie beispielsweise RAMI 4.0, die dazugehörige Asset Administration Shell (AAS), das BAMM Aspect Meta Model, Ditto als IoT-Rahmenwerk und das Digital Data Package, hinsichtlich ihrer Eignung für die Implementierung in ein Digital Twin-Konzept im Vergleich mit bereits bestehenden Ansätzen im Unternehmen untersucht. Dieser Benchmark verdeutlicht die unterschiedlichen und nicht zwangsläufig immer kompatiblen Ansätze zur Umsetzung eines Digitalen Zwillings. Besonders die Unterscheidung zwischen skalierbaren und nicht-skalierbaren Ansätzen ist für den Einsatz von Digitalen Zwillingen essenziell. Nur dadurch lässt sich gewährleisten, dass Rückschlüsse auf einzelne Instanzen geschlossen werden können, wenn mehrere tausend oder sogar Millionen von Instanzen vorliegen, und somit geplante Servicemodelle umgesetzt werden können.

Das Projekt lieferte einen interessanten Überblick über die bestehenden Ansätze zur Umsetzung verschiedener Aspekte des Digital Twin-Konzepts und zeigte zugleich auf, dass noch weiterer Forschungsbedarf hinsichtlich eines einheitlichen Standardisierungskonzeptes notwendig ist.



Übersicht von verschiedenen Spezifikationen, Informationsmodelle und Architekturen für den Digitalen Zwilling

VERÖFFENTLICHUNGEN

2022 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:

- FORCuDE@BEV, gefördert durch die BFS
- 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
- Statistische Toleranzanalyse von Spindellagern
- Fackonzept zur kontextbezogenen Verwaltung und Bereitstellung von Prozess- und Produktwissen

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

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 und MBSE

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

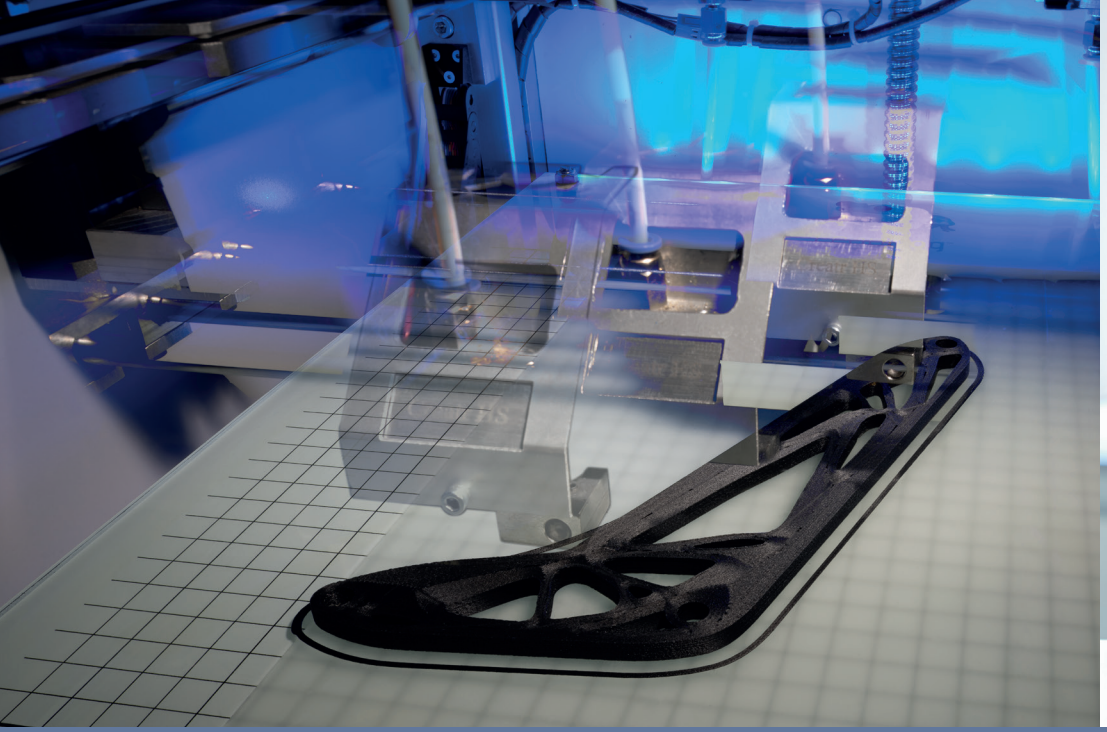
- Biomechanische Auslegung von Produkten mittels digitaler Menschmodelle
- Simulation von Nutzergruppen
- Patientenspezifische Modellierung mittels Menschmodellen
- Nutzer- und Usabilitytests
- Integration affektiver Faktoren in die Produktgestalt mittels Affective / Emotional/ Kansei Engineering
- Portfolioanalysen 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: Kathrin Scheucher

Bildnachweis
Thomas Riese Photography: Seiten 1, 6, 11, 18, 20, 23, 24, 27, 28, 29, 32, 56
Für alle weiteren Bilder des Forschungsreportes liegt das Urherberrecht beim Lehrstuhl für Konstruktionstechnik.



KT mfk