FORSCHUNGSREPORT 2021

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

FORSCHUNGSREPORT
2021

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

INHALT

Editorial 6
Der Lehrstuhl für Konstruktionstechnik 8
Das Jahr 2021 12
Ausgewählte Forschungsprojekte 34
Veröffentlichungen 50
Wissens- und Technologietransfer 54
Momente in 2021 56

ACADEMIAE
FRIDER

EDITORIAL

Liebe Leserinnen und Leser,

auch in diesem Jahr möchte ich Ihnen den Einblick in unser aktuelles Forschungsleben anbieten. Da sich unser neues Format sehr bewährt hat und wir viel positives Feedback erhalten haben, haben wir uns entschlossen bei DIN A4 quer zu bleiben und uns mit vielen Abbildungen und etwas weniger Text zu präsentieren.

Leider war die COVID-19-Pandemie auch in diesem Jahr wieder präsent. Auch wenn wir damit inzwischen besser umgehen können, sind wir alle doch gefordert auf zahlreiche Veranstaltungen in Präsenz zu verzichten. Leider wird auch in diesem Jahr unsere beliebte Weihnachtsfeier nur online stattfinden können. Sehr froh sind wir, fast alle Lehrveranstaltungen in Präsenz durchzuführen und uns wieder mit „echten“ Studierenden auszutauschen.

Ein Höhepunkt war in diesem Jahr der neu an der FAU eingeworbene Sonderforschungsbereich 1483 – Empathokinästhetische Sensorik – in dem Sensortechniken und Datenanalyseverfahren zur empathokinästhetischen Modellbildung und Zustandsbestimmung erforscht werden. Wir freuen uns mit zwei Teilprojekten dabei zu sein.
Weiterhin freuen wir uns, dass sich die Verbünde, welche unter KTmfk Sprecherschaft stehen (FORCuDE@BEV – „Customized Digital Engineering am Beispiel des Antriebsstrang elektrischer Fahrzeuge“ sowie die DFG-Forschungsgruppe „Prozessorientiertes Toleranzmanagement“), auch weiterhin sehr positiv entwickeln.

Weiterhin freuen wir uns über zwei weitere Habilitanden, die ihr Habilitationsvorhaben 2021 gestartet haben: Jörg Miehling (Nutzerindividuelle Simulation physischer Nutzer-Produkt-Interaktionen) und Marcel Bartz (Ressourceneffiziente und tragfähige adaptive Systeme). Neue Lehrveranstaltungen werden in diesem Rahmen zu den genannten Themen entstehen.

Im Jahr 2021 konnten wir eine Rekordzahl an acht Promotionen verzeichnen: David Hochrein und Johann Tüchsen absolvierten die Promotionsprüfung Anfang des Jahres rein online. Max Marian, Philipp Kestel, Thomas Luft, Tobias Sprügel und Björn Heling gegen Mitte des Jahres in hybrider Form. Die Promotionsprüfung von Harald Völkl ist für Anfang Dezember geplant. Erwähnenswert ist die Tatsache, dass Max Marian in diesem Zuge einen Ruf auf die Professur für Multiscale Engineering Mechanics an der Pontificia Universidad Católica de Chile erhalten und angenommen hat.

Weitere Anerkennung erfuhr durch die Verleihung des renommierten Pahl-Beitz-Preises der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Produktentwicklung (WiGeP e.V.) unser ehemaliger Doktorand Marius Fechter für seine Dissertation mit dem Titel „Modellierung von Vorentwürfen in der virtuellen Realität mit natürlicher Fingerinteraktion“. Der Preis wird im zweijährigen Rhythmus für Promotionen mit herausragender ingenieurtechnischer Relevanz sowie hohem Innovationsgehalt verliehen.

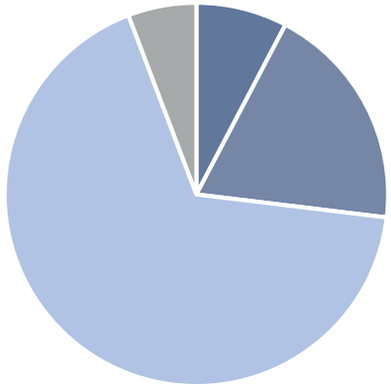
Ich wünsche Ihnen nun viel Spaß bei der Lektüre und freue mich auf Ihr Feedback sowie auf den Ausbau bestehender und den Aufbau neuer Kontakte.

Ihr

Sandro Wartzack

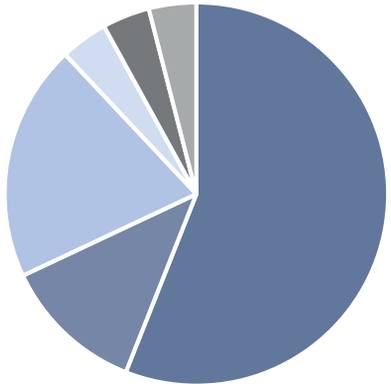
DER LEHRSTUHL FÜR KONSTRUKTIONSTECHNIK

MITARBEITENDE
[GESAMT 52]



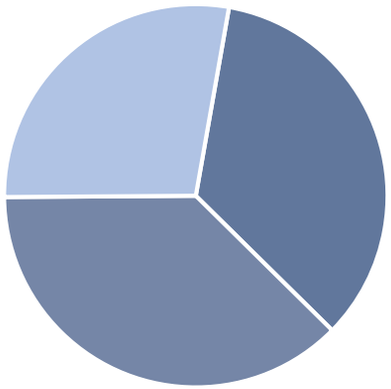
- Ordinarius und Oberingenieure [4]
- Technik und Verwaltung [10]
- Wissenschaftliche Mitarbeitende [35]
- Honorarprofessoren und Lehrbeauftragte [3]

FORSCHUNGSPROJEKTE
[GESAMT 25]



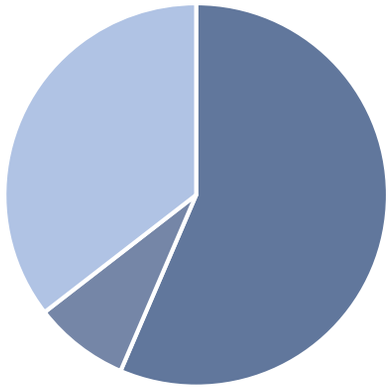
- Deutsche Forschungsgemeinschaft [14]
- Bayerische Forschungsstiftung [3]
- Industrieprojekte [5]
- Europäischer Fonds für regionale Entwicklung [1]
- Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand [1]
- Projektträger Jülich [1]

STUDENTISCHE ARBEITEN
[GESAMT 104]



- Masterarbeiten [36]
- Bachelorarbeiten [39]
- Projektarbeiten [29]

LEHRVERANSTALTUNGEN
[GESAMT 62 SWS]



- Vorlesung [35]
- Übung [5]
- Paktikum [22]

Forschungsbereich Virtuelle Produktentwicklung und Konstruktionsmethodik

Forschungsbereichsleitung: Dr.-Ing. Benjamin Schleich

Digital Engineering
Sebastian Bickel, M.Sc.
Fabian Dworschak, M.Sc.
Benjamin Gerschütz, M.Sc.
Jakob Harlan, M.Sc.
Dennis Horber, M.Sc.
Patricia Kügler, M.Sc.
Christopher Sauer, M.Sc.
Fabian Wilking, M.Sc.
Christoph Zirngibl, M.Sc.

Toleranzmanagement
Christoph Bode, M.Sc.
Stefan Götz, M.Sc.
Vincent Kramer, M.Sc.
Martin Roth, M.Sc.
Paul Schächtl, M.Sc.

Forschungsbereich Maschinenelemente und Tribologie

Forschungsbereichsleitung: 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.

Forschungsbereich Nutzerzentrierte Produktentwicklung

Forschungsbereichsleitung: Dr.-Ing. Jörg Miehling

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

Forschungsbereich Leichtbau

Forschungsbereichsleitung: Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartzack

Michael Franz, M.Sc.
Thomas Hufnagel, M.Sc.
Michael Jäger, M.Sc.
Johannes Mayer, M.Sc.
Patrick Steck, M.Sc.
Harald Völkl, M.Sc.
Christian Witzgall, M.Sc.

LEHRVERANSTALTUNGEN IM SOMMERSEMESTER

VORLESUNGEN

- Einführung in das Patentrecht und verwandte Schutzrechte (PaRe)
- 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)
- Technologie-Startup-Seminar (TechStart)
- Tribologie und Oberflächentechnik (TO)
- Wälzlagertechnik (WLT)

PRAKTIKA

- Hauptseminar Konstruktion (Sem. KTmfk)
- Praktikum Rechnerunterstützte Produktentwicklung (RPE)
- Technische Darstellungslehre II (TD II)
- Konstruktionstechnisches Praktikum II (KTP II)

ÜBUNGEN

- Übungen zu Maschinenelemente II (ÜB ME II)

LEHRVERANSTALTUNGEN IM WINTERSEMESTER

VORLESUNGEN

- 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)
- Technische Darstellungslehre I (TD I)
- Konstruktives Projektpraktikum (KoPra)
- Konstruktionstechnisches Praktikum I (KTP I)

ÜBUNGEN

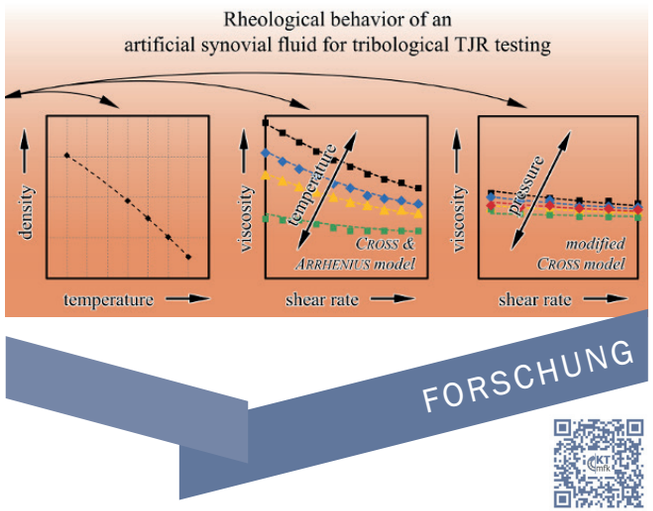
- Übungen zu Maschinenelemente I (ÜB ME I)
- Übungen zu Methodisches und Rechnerunterstütztes Konstruieren (ÜB MRK)

DAS JAHR 2021

Wissenschaftlicher Austausch zwischen KTmfk (FAU) und LPL (TUM)

Die aktuelle Corona-Situation erschwert den wissenschaftlichen Austausch stark. Nichtsdestotrotz versuchen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Lehrstuhls für Konstruktionstechnik (KTmfk) den Kontakt zu anderen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern zu stärken. Aus diesem Grund haben sich die Fachgruppen Leichtbau des Lehrstuhls für Produktentwicklung und Leichtbau (LPL) der TU München und der Fachgruppe Leichtbau des KTmfk zu einem virtuellen Austausch getroffen.
Die elf Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler stellten dabei ihre aktuellen Forschungsvorhaben, unter anderem zu den Themen Topologieoptimierung, Additive Fertigung, Faserverbundwerkstoffe, sowie Ersatzmodelle / Machine Learning, zur Diskussion und konnten so wertvolle Rückmeldung erhalten. Auf Grund der gemeinsamen Interessen und des wertvollen Austauschs der beiden Lehrstühle soll in Zukunft eine weitere Zusammenarbeit forciert werden.

Januar 2021

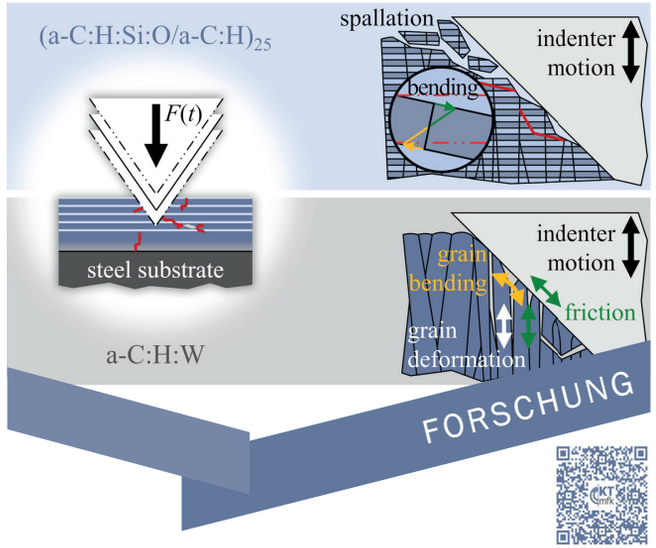


Rheologisches Verhalten einer künstlichen Synovialflüssigkeit

Trotz guter klinischer Performance von Endoprothesen ist die verschleißbedingte aseptische Lockerung eine Hauptursache für vorzeitiges Implantatversagen. Tribologische Untersuchungen zur Performance von Implantaten werden meist mit Rinderserum durchgeführt. Um neue Erkenntnisse über die Eignung künstlicher Synovialflüssigkeit für experimentelle und numerische Untersuchungen zu gewinnen, wurden rheologische Untersuchungen zum Einfluss von Temperatur, Scherrate und Druck auf Dichte und Viskosität von B. Rothammer, M. Marian, ..., S. Wartzack durchgeführt. Es konnte eine Temperaturabhängigkeit des Rinderserums von Dichte und Viskosität gezeigt werden. Die Temperaturabhängigkeit der Viskosität konnte durch ein ARRHENIUS-Modell und die scherverdünnenden Charakteristika durch ein CROSS-Modell approximiert werden, was gut mit menschlicher Synovialflüssigkeit korreliert. Die Studie bestätigt die Eignung von Rinderserum als Ersatz-Synovialflüssigkeit. *DOI: 10.1016/j.jmbbm.2020.104278*

Promotion Marius Fechter

Herr Marius Fechter konnte am 18.12.2020 die Promotionsprüfung zum Dr.-Ing. erfolgreich ablegen und so ein vorzeitiges Weihnachtsgeschenk in Empfang zunehmen. Er promovierte im Bereich der Assistenzsysteme über den Themenbereich „Modellierung von Vorentwürfen in der virtuellen Realität mit natürlicher Fingerinteraktion“. Nach erfolgreichem Abschluss der Promotionsprüfung wurde der traditionelle Krawattenschnitt mit einer Corona-konformen Schere durchgeführt.
Wir gratulieren dem frisch gebackenen Dr.-Ing. herzlich und wünschen alles Gute für die Zukunft!

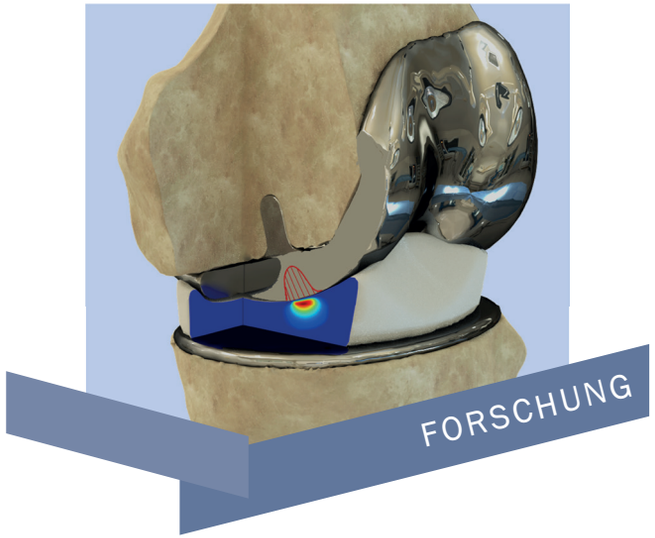


Untersuchung des Oberflächenermüdungsverhaltens von amorphen Kohlenstoffschichten

Amorphe Kohlenstoffschichten (DLC) werden häufig zur Reduzierung von Verschleiß und Reibung in Maschinenelementen sowie auf Umformwerkzeugen eingesetzt und sind dort oftmals zyklischen Belastungen ausgesetzt. Die Dotierung sowie die Verwendung von multilagigen Schichtsystemen stellen vielversprechende Ansätze zur Erhöhung der Beanspruchbarkeit dar. In enger Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl für Technische Mechanik (LTM) der FAU und dem Lehrstuhl für Werkstoffwissenschaften (WWI) der FAU sowie der Pontificia Universidad Católica de Chile und der Universidad de Chile wurde das Oberflächenermüdungsverhalten von einzellagigen wolframdotierten und multilagigen siliziumoxidhaltigen DLC-Schichten unter zyklischer Beanspruchung mittels Nanoindentierung untersucht.
Die Ergebnisse wurden in der Fachzeitschrift Surface & Coatings Technology veröffentlicht.

Ehemaliger KTmfk-Mitarbeiter Dr.-Ing. Georg F. Gruber erhält Ruf nach Berlin

Der ehemalige KTmfk-Mitarbeiter Herr Dr.-Ing. Georg F. Gruber hat einen Ruf an die Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin (HTW Berlin) für die Professur „Simulation im Maschinenbau“ erhalten. Herr Dr. Gruber war von 2009 bis 2014 am Lehrstuhl in der Forschungsgruppe Leichtbau tätig und hat bei Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartzack zum Thema „Auslegung kurzfaserverstärkter Kunststoffbauteile“ promoviert. Seine Dissertation wurde mit dem Wolfgang-Beitz-Preis 2015 der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Produktentwicklung (WiGeP e.V.) ausgezeichnet. Nach insgesamt 6,5 Jahren Industrietätigkeit als Berechnungsingenieur bei der Innovationsgesellschaft für fortgeschrittene Produktionssysteme in der Fahrzeugindustrie mbH sowie der BSH Hausgeräte GmbH tritt er ab 1. April 2021 seine neue Stelle als Professor (W2) an der HTW Berlin an.

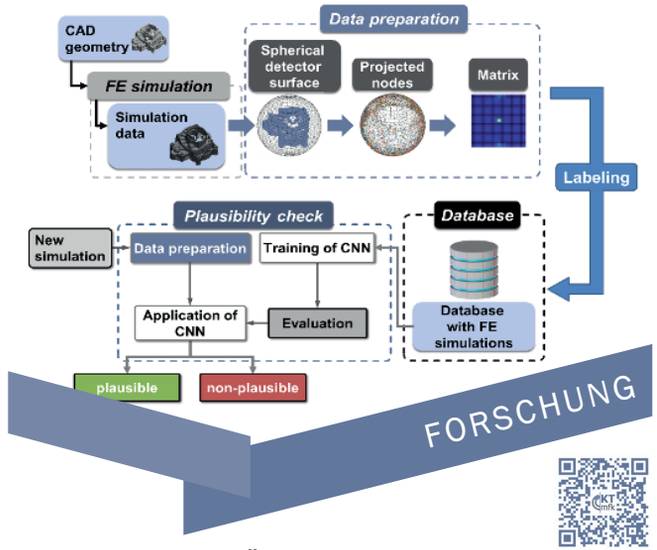


Schmierungsmechanismen in Knietotalendoprothesen

Knietotalendoprothesen stellen einen gängigen chirurgischen Eingriff zur Wiederherstellung der Funktion des Kniegelenks dar. Dabei ist die verschleißbedingte, aseptische Lockerung eine der Hauptursachen für vorzeitiges Implantatversagen. Für eine verbesserte Implantatauslegung ist das Wissen um vorliegende Beanspruchungen und Schmierungszustände entscheidend. In internationaler Zusammenarbeit wurden daher die zugrundeliegenden Schmierungsmechanismen unter realistischen Bedingungen auf einem Kniesimulator mittels optischer Fluoreszenz sowie durch begleitende, numerische Modellierung untersucht. Die Ergebnisse der zweiteiligen Studie wurden nun in der Fachzeitschrift Tribology International veröffentlicht.

Teil 1 Experimentelle Untersuchungen

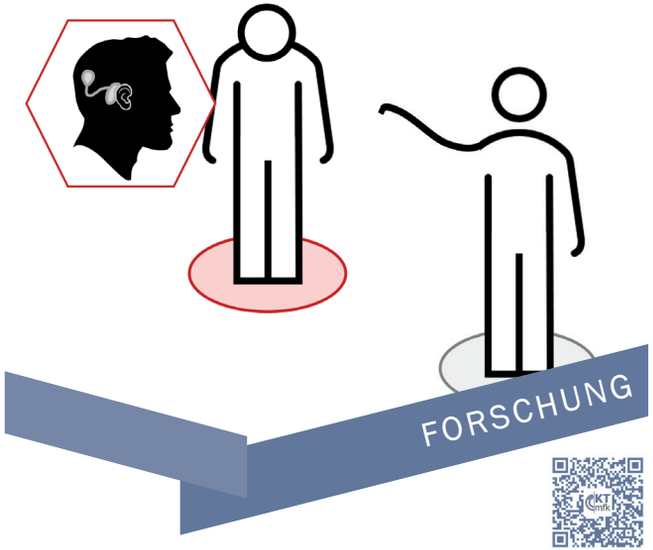
Teil 2 Numerische Modellierung



Ansatz zur Übertragung von Finite-Element-Simualtionen auf neuronale Netze

Die Simulation des Produktverhaltens ist ein wichtiger Bestandteil der virtuellen Produktentwicklung. Aufgrund der Verfügbarkeit von einfach zu bedienender Finite-Elemente-Analyse-Software und steigender Rechnerleistung, erhöht sich stetig die Menge der Simulationsdaten. Um diese Daten für ein Assistenzprogramm zu nutzen, wird eine Methodik vorgestellt, mit der Finite-Elemente-Simulationen in einheitliche Matrizen transformiert werden können. Das Verfahren basiert auf der Projektion von Knoten auf eine Detektorkugel, die in eine Matrix umgewandelt wird. Die erzeugten Matrizen repräsentieren die Simulation und dienen als Eingabe für maschinelle Lernmodelle. Daraus kann ein System für eine automatische Plausibilitätsprüfung resultieren, welches Rückmeldung an weniger erfahrene Anwenderinnen und Anwender gibt. Das Vorgehen wurde jetzt in dem Journal of Computational Design and Engineering veröffentlicht.

DOI: 10.1093/jcde/qwaa079

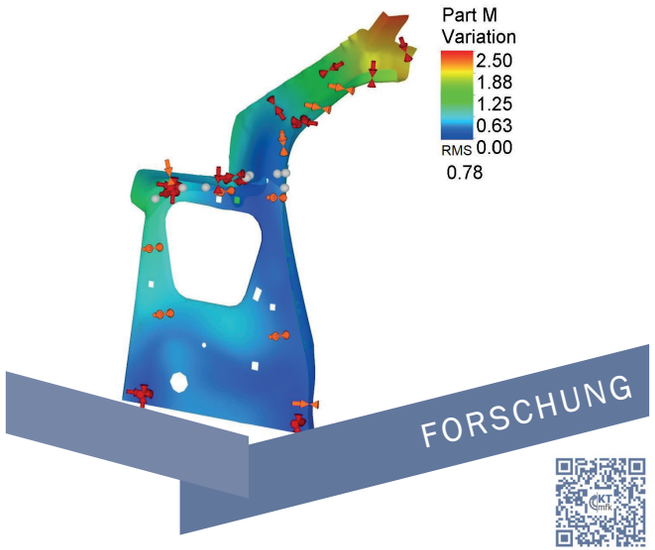


Die Rolle der Produktentwicklung im Kampf gegen produktinduzierte Nutzerstigmatisierung

Produktinduzierte Nutzerstigmatisierung kann eine Reihe negativer Effekte auf Nutzende haben. Angst und ein vermindertes Selbstwertgefühl sind nur wenige Beispiele, können jedoch bereits zu einer verminderten Produktakzeptanz oder sogar zur Produktablehnung führen. Besonders betroffen sind Schutz-, Hilfs- und Medizinprodukte, da der Nutzer in diesen Fällen oft mit Behinderungen und Limitationen assoziiert wird. Nutzerstigmatisierung wird entsprechend als Achillesferse des Inclusive Design bezeichnet. Als interdisziplinäres Thema kann auch die Produktentwicklung einen Teil zur Reduktion einer solchen Nutzerstigmatisierung beitragen. Am KTmfk wurde in diesem Zusammenhang nun die Rolle der Produktentwicklung und deren aktuell verfügbare methodische Unterstützung zur Reduktion produktinduzierter Nutzerstigmatisierung analysiert und Schwachstellen aufgedeckt.

Februar 2021

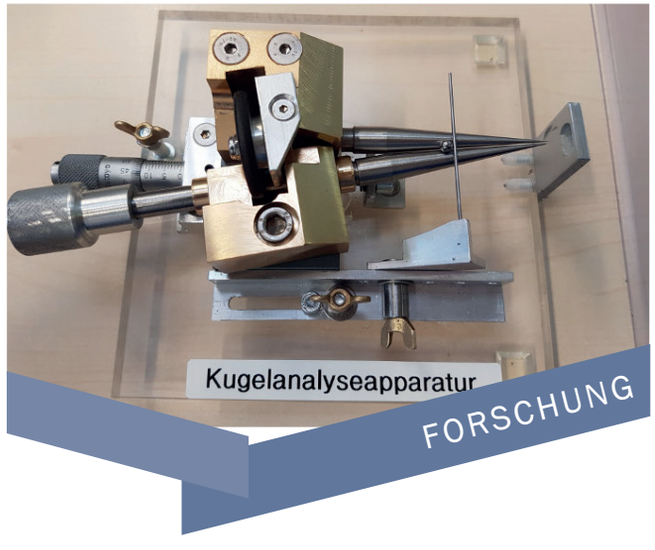
DOI: 10.1080/09544828.2021.1879031



Optimales Toleranz- und Layoutdesign für nachgiebige Schweißbaugruppen

Die kostenoptimale Vergabe von Einzelteiltoleranzen und die robuste Auslegung von Montagevorrichtungen nehmen zentrale Rollen bei der Sicherstellung der Qualität von nachgiebigen Schweißbaugruppen, wie z. B. in der Karosseriefertigung, ein. Beide Aspekte wurden in der Vergangenheit bereits unabhängig voneinander untersucht, wobei die gegenseitige Abhängigkeit von Toleranzen und des Layoutdesigns bislang vernachlässigt wurde. Gemeinsam mit der Geometry Assurance & Robust Design Group der Chalmers University of Technology wurde daher eine Methode entwickelt, die sowohl eine kostenminimale Toleranzvergabe als auch eine robuste Auslegung der Montagevorrichtungen mit Hilfe statistischer Toleranzanalyseverfahren und evolutionären Optimierungsalgorithmen erlaubt. Die Methode und ihre Anwendung wurde im Applied Sciences veröffentlicht.

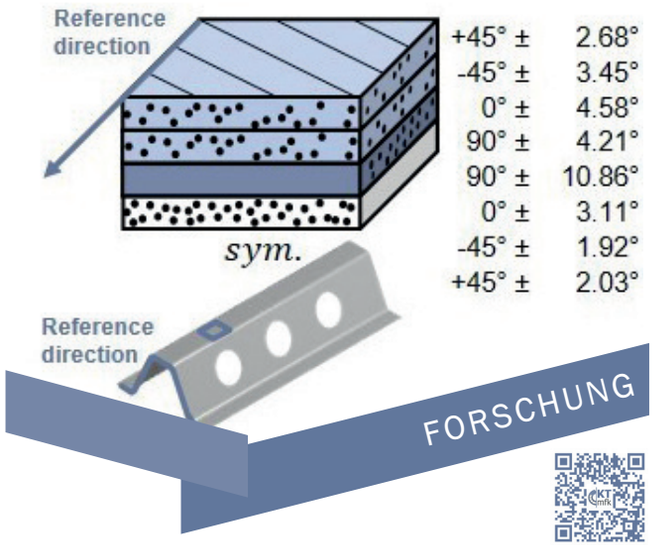
DOI: 10.3390/app11041646



Neue Apparatur zur Verbesserung der Kugelanalyse

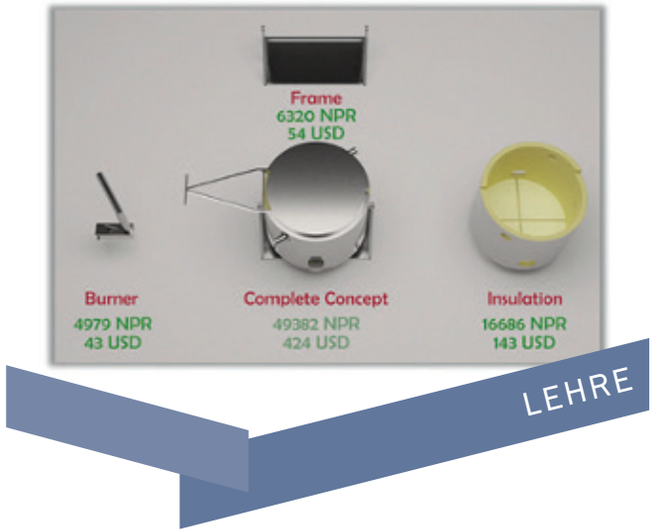
Kugeln unter einem Lichtmikroskop zu inspizieren und zu positionieren, erweist sich aufgrund ihrer Form als sehr schwierig. Für die Untersuchung der Oberfläche der Kugeln nach einer Beschichtung oder eines Tribometerversuchs ist eine genaue Positionierung jedoch sehr wichtig. Für diese Problematik hat der Technische Oberinspektor des KTmfk Jörg Corpus eine universelle Apparatur zur Kugelanalyse entwickelt. Diese ermöglicht es, Kugeln aller Durchmesser unter dem Lichtmikroskop in alle Richtungen und mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten zu manövrieren.

Für eine flüssige Bewegung der Kugel werden die Kegelwellen gemeinsam händisch angetrieben. Eine genaue Positionierung kann durch einen Mikrometer erreicht werden. Hierdurch wird die Analyse der Kugeln vereinfacht und die Genauigkeit erhöht.



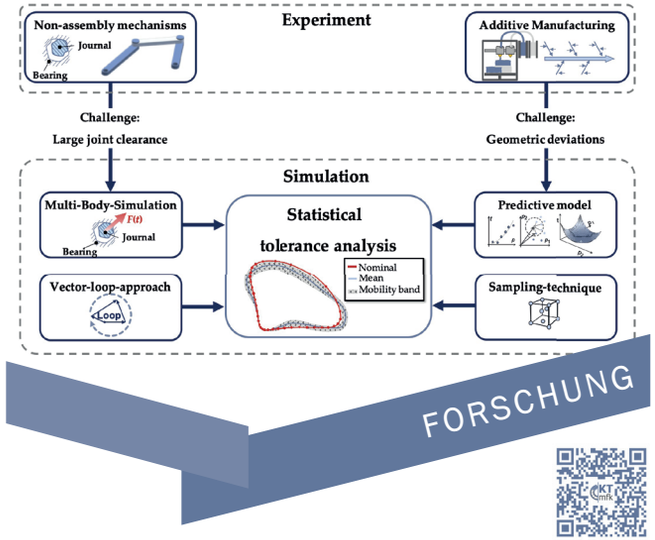
Toleranzmanagement während der Auslegung von Faser-Kunststoff-Verbund Bauteilen

Die jüngste Veröffentlichung des Lehrstuhl für Konstruktionstechnik beschäftigt sich mit dem Toleranzmanagement von Faser-Kunststoff-Verbund (FKV) Bauteilen. FKV-Werkstoffe werden auf Grund ihres hohen Leichtbaupotentials verstärkt in gewichtssensitiven Anwendungen eingesetzt. Die Verwendung solcher Werkstoffe in Produkten mit großen Stückzahlen bringt jedoch auch Herausforderungen mit sich. Eine dieser Herausforderungen besteht in der großen Anzahl an Entwurfsparametern des Laminats, welche durch den Fertigungsprozess Abweichungen unterliegen. Dies wirkt sich einerseits auf die geometrische Qualität, andererseits auf die strukturmechanischen Eigenschaften des gefertigten Bauteils aus. Zur Sicherstellung der Qualität unter dem Einfluss von Abweichungen wurde am KTmfk ein Toleranzoptimierungsvorgehen entwickelt, welches speziell für FKV-Werkstoffe die Optimierung zulässiger Toleranzen für die Entwurfsparameter ermöglicht. *DOI: 10.1007/s00170-020-06555-5*



KoPra-Studierende gewinnen Ingenieure ohne Grenzen Challenge 2021

Im Rahmen des Konstruktiven Projektpraktikums (KoPra) nahmen die Studierenden dieses Jahr 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. Dieses Jahr stand die nachhaltige Holzkohleproduktion in Nepal im Fokus.
Unter den deutschlandweit mehr als 1200 teilnehmenden Studierenden erreichten zwei KoPra-Teams das Finale. Eine international zusammengesetzte Jury prämierte die Lösung der KoPra-Studierenden Konrad Hetzner, Thomas Bandi, Andreas Ciprian, Markus Firsching, Berkay Gen und Dominik Haas mit dem ersten Platz. Ausgezeichnet wurde ein von der Gruppe entwickelter Holzkohleofen, der einfach, nachhaltig und kostengünstig herstellbar ist und dabei einen guten Wirkungsgrad aufweist. Den zweiten und dritten Platz belegten die TU Dortmund und die Hochschule RheinMain.



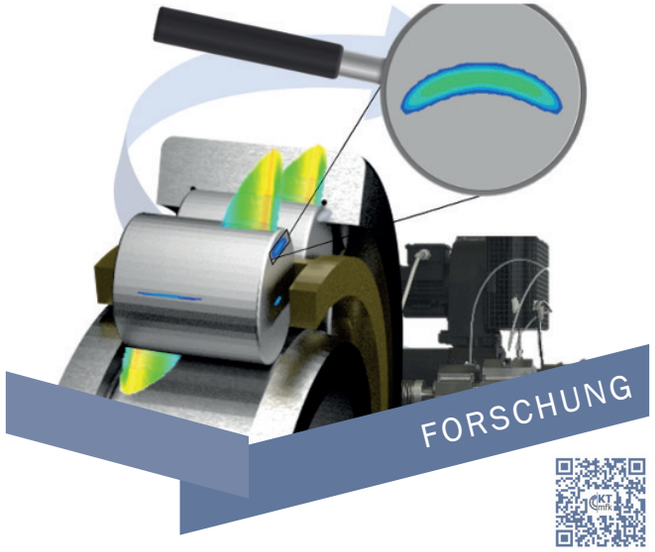
Toleranzanalyse additiv gefertigter Mechanismen

Die additive Fertigung bietet die Möglichkeit bewegliche und voll funktionale montagefreie Mechanismen in einem Schritt zu fertigen.
Neben den Vorteilen bringt die Herstellung dieser Mechanismen jedoch einige Defizite mit sich, wie beispielsweise vergleichsweise großes Gelenkspiel und geometrische Abweichungen in Abhängigkeit der maschinenspezifischen Prozessparameter. Um die Funktionalität additiv gefertigter Mechanismen bereits vor der Fertigung sicherzustellen, wurde hierfür eine Methode zur statistischen Toleranzanalyse unter Berücksichtigung von Gelenkspiel und Bauteilabweichungen entwickelt. Die Prozessparameter und die resultierenden Abweichungen werden dabei in Form von Vorhersagemodellen unter Einsatz von Algorithmen des maschinellen Lernens berücksichtigt und in die Toleranzanalyse integriert. Die Methode und ihre Anwendung wurde im Applied Sciences veröffentlicht.

DOI: 10.3390/app11041860

David Hochrein mit Auszeichnung promoviert

Herr David Hochrein hat am 26. Februar 2021 seine Promotion zum Thema „Wälzlager im Beschleunigungsfeld – Eine Analysestrategie zur Bestimmung des Reibungs-, Axialschub- und Temperaturverhaltens von Nadelkränzen“ mit Auszeichnung absolviert. Dazu hat Herr Hochrein in einem industriegeförderten Forschungsprojekt eine neue Prüfvorrichtung entwickelt, mit der es möglich ist das Reibungsmoment und die ebenfalls mit der Reibung in Verbindung stehenden Größen Axialschub und Lagertemperatur am Einzellager zu messen. Im Zuge der Interpretation der erzielten Erkenntnisse konnte das komplexe Verhalten von Reibungsmoment, Axialschub und Lagertemperatur gezeigt werden.
Der KTmfk gratuliert ganz herzlich Herrn Hochrein und wünscht ihm alles Gute für seine Zukunft.



Erfolgreicher Abschluss eines Kooperationsprojektes mit Schaeffler

In Zusammenarbeit mit der Schaeffler AG & Co. KG Schweinfurt wurde am KTmfk eine neue und innovative Lagerbauform eines Kegelrollenlagers, die Angular Roller Unit (ARU), weiterentwickelt. Die Ziele des Projektes waren, die kinematischen Zusammenhänge und innere Lastsituation der ARU besser zu verstehen, die axiale Belastbarkeit zu erhöhen und die Reibungsleistung zu reduzieren. Durch eine neue Berechnungsmethodik können nun die Kontakte innerhalb des ARU genauer berechnet werden, wodurch eine Optimierung dieser Lagerbauform ermöglicht wurde. Durch das Projekt konnten neue Erkenntnisse bezüglich der Erhöhung der axialen Belastbarkeit und der Minimierung der Reibung für die ARU erlangt werden. Diese Erkenntnisse sind ebenfalls anwendbar auf die Entwicklung weiterer Lagertypen, wodurch ein Beitrag zur Steigerung der Energieeffizienz geleistet werden konnte.

DOI: 10.30419/TuS-2020-0015

Prof. Sandro Wartzack und BMW CEO Oliver Zipse im Gespräch

Im Rahmen der Dialogreihe „Driving the Future of Sustainability – Value Creation through Sustainability in the Automotive Sector” führten der BMW CEO Oliver Zipse und Lehrstuhlinhaber Prof. Sandro Wartzack ein Expertengespräch zum Thema “Nachhaltigkeit in der Produktentwicklung“. Der KTmfk freut sich über den Austausch und das rege Interesse der Forschungsthemen am KTmfk.

Studie zur Untersuchung der Selbstwirksamkeitserwartung bei Produktnutzung

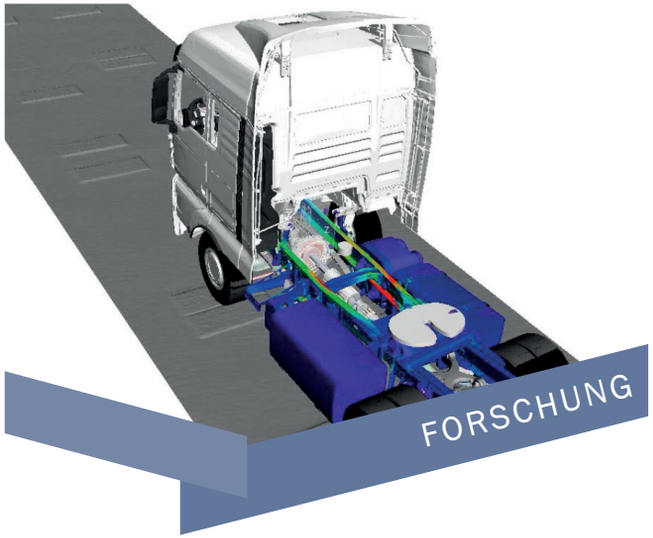
Der Lehrstuhl für Konstruktionstechnik hat gemeinsam mit dem Institut für Psychogerontologie der FAU Erlangen-Nürnberg die Auswirkungen einer gebrauchstauglichen und emotionalen Produktgestalt auf die Selbstwirksamkeitserwartung von Nutzenden im Kontext der Produktnutzung untersucht. Die Selbstwirksamkeitserwartung wird im allgemeinen Sprachgebrauch auch als Selbstvertrauen verstanden. Im Rahmen der Studie konnte statistisch signifikant gezeigt werden, dass eine gute Gebrauchstauglichkeit und eine emotional ansprechende Produktgestalt eine positive Wirkung auf das Selbstvertrauen der Nutzenden hat. Diese Ergebnisse helfen dabei, verschiedene psychologische Dimensionen der Produktnutzung besser zu verstehen und so die Entwicklung nutzerorientierter Produkte zu verbessern.

Ernennung von Dr.-Ing. Marcel Bartz in das Beamtenverhältnis als akademischer Rat

Herr Dr.-Ing. Marcel Bartz wird mit der Wirkung zum 15.04.2021 in das Beamtenverhältnis zum akademischen Rat ernannt. Bereits im Juli 2020 hat Herr Bartz die Leitung des Fachbereichs „Maschinenelemente und Tribologie“ von seinem Vorgänger Prof. Dr.-Ing. Stephan Tremmel am KTmfk übernommen.
Seit letztem Wintersemester obliegt Herrn Bartz zudem die Organisation, Konzeption und Durchführung von Lehrveranstaltungen im Bereich Maschinenelemente und Konstruktionstechnik. Aufgrund dieses umfangreichen Aufgabenspektrums erfolgt die Ernennung von Herrn Bartz in das Beamtenverhältnis und die Einstellung als Lehrkraft für besondere Aufgaben.

„5-Minuten gute Lehre“ mit Best-Practice-Beispielen des KTmfk

Das Referat Studium und Lehre der Studierendenverwaltung der FAU hat für die letzten zwei Semester unter COVID19-Randbedingugen Best-Practice-Umsetzungen von Lehrenden gesammelt. Dazu wurden die FAU-Studierenden aufgerufen, Dozierende vorzuschlagen, welche die Lehre am besten umgesetzt haben. Mit dem Ziel, andere Dozierende zum Nachahmen zu animieren, führte die Studierendenverwaltung Interviews im Rahmen „5 Minuten gute Lehre“ durch.
Auch eine Lehrveranstaltung des KTmfk wurde von den Studierenden als Best-Practice-Beispiele gewählt. Im Video erklärt Herr Dr.-Ing. Marcel Bartz die Lehrkonzepte, die sich am KTmfk bewährt haben. Die umgesetzten Lehrkonzepte bestehen unter anderem aus einer Kombination von Live-Vorlesungen mit Videoaufzeichnungen und einer zur Verfügungsstellung aller notwendigen Lehrunterlagen an die Studierenden.

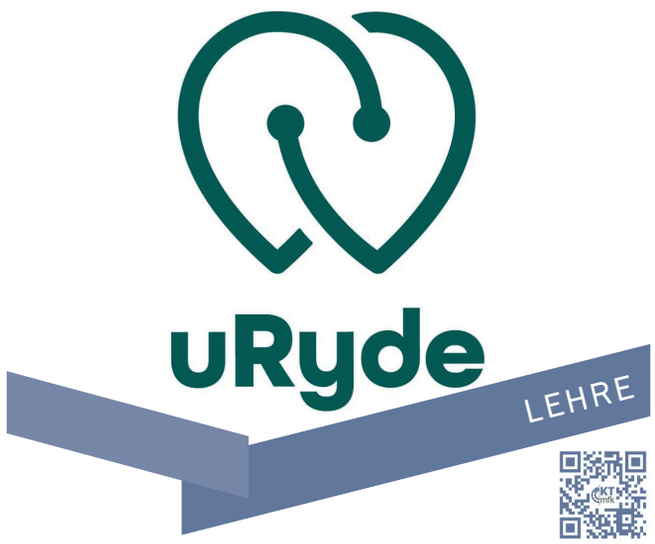


BFS bewilligt Kooperationsprojekt zur Virtuellen Lastermittlung

In der durch E-Mobilität und Leichtbau getriebenen Entwicklung neuer Fahrzeugchassis stellt die Absicherung der Lebensdauer einen immensen Aufwand dar. Innerhalb des Projekts werden deshalb reale Hardwareprüfstände in einer virtuellen Prüfumgebung konzipiert bevor physikalische Prototypen vorhanden sind und damit Zeit- und Kosteneinsparungen im Entwicklungsprozess ermöglicht. Dies umfasst die Transformation der Belastung aus Fahrmanövern und von Schlechtwegstrecken in einfache Lastfälle sowie die Ableitung von Kollektiven für das Betreiben eines Prüfstands.
Das Projekt „Virtuelle Lastermittlung im Fahrzeugauslegungs- und Absicherungsprozess“ wird zusammen mit dem Kooperationspartner MAN Truck & Bus SE in München bearbeitet und von der BFS für eine Laufzeit von 2 Jahren gefördert.

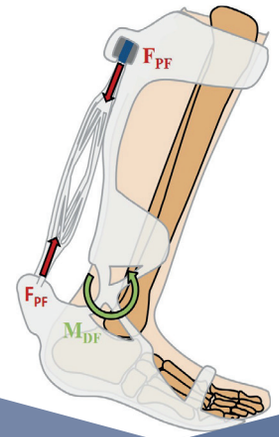
Dr.-Ing. Benjamin Schleich in das Karriereprogramm FAUnext aufgenommen

Im Namen des Präsidenten der FAU, Herrn Prof. Dr. Joachim Hornegger, und auf Wunsch der Technischen Fakultät wurde Herr Dr.-Ing. Benjamin Schleich, stellvertretender Lehrstuhlleiter und Leiter des Forschungsbereichs „Virtuelle Produktentwicklung und Konstruktionsmethodik“ am Lehrstuhl für Konstruktionstechnik, bereits im Februar in das Karriereprogramm FAUnext der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg aufgenommen.
Das Programm FAUnext unterstützt „high potentials“ der FAU in allen PERO-Handlungsfeldern (People, Education, Research, Outreach) durch individuelle Entwicklungsmaßnahmen und bereitet sie auf die nächste universitäre oder ggf. außeruniversitäre Karrierestufe vor.



TechStart – von der Idee zum erfolgreichen Startup – erstes Startup gegründet

Zusammen mit Dr. Sebastian Engel vom ZOLLHOF Tech Incubator veranstaltet der KTmfk bereits seit 2015 das TechStart Seminar. Dabei haben Studierende die Möglichkeit ihre eigene technische Idee zu einem tragfähigen Geschäftskonzept weiterzuentwickeln und somit die Basis für die Gründung eines eigenen Unternehmens zu legen. Professionelle Choaches aus dem ZOLLHOF und dessen Umfeld begleiten die Teilnehmenden auf diesem Weg.
So entwickelte sich aus einer innovativen Idee zur geteilten Mobilität das inzwischen mehrfach ausgezeichnete Startup uRyde. uRyde entwickelt und betreibt nachhaltige On-Demand-Mobilität, um die Auslastung der PKW zu verbessern, Emissionen in der Mobilität zu senken und zugleich die ländliche Mobilität zu stärken. Das Unternehmen ist damit auf dem Weg, ein zentraler Bestandteil der zukünftigen, umweltfreundlichen Mobilität zu werden.



FORSCHUNG

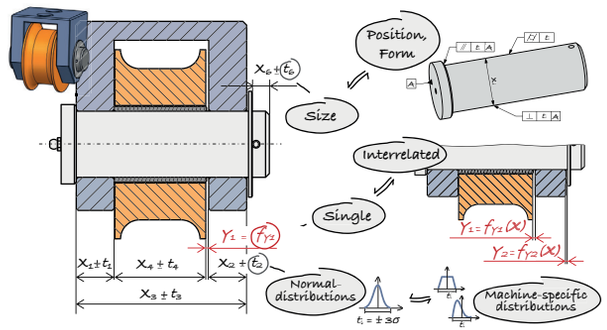
DFG fördert Projekt zur Auslegung passiver, strukturoptimierter Orthesen

Orthesen werden als häufigstes Rehabilitationsgerät zur Behandlung pathophysiologischer Bewegungsmuster verwendet. Passive Orthesen besitzen hierbei auf Grund ihrer vergleichsweise leichten Bauweise und ihrer einfachen Verwendung ausgeprägte Vorteile gegenüber aktiven Orthesen. Um mit passiven Orthesen auch komplizierte Bewegungsmuster unterstützen zu können, werden jedoch neue Auslegungsmethoden benötigt.
Eine solche Methodik soll im Rahmen des kürzlich von der DFG bewilligten Forschungsvorhabens am Beispiel einer Sprunggelenksorthese erarbeitet werden. Dabei soll es möglich sein, vorgesehene FVK-Strukturen so auszulegen, dass deren Strukturantwort in Symbiose mit dem Gangverhalten des Patienten steht und dadurch eine bestmögliche Behandlung bzw. Kompensation dessen Erkrankung erzielt wird.

FORSCHUNG

Tribologische Modellversuche unter Gleit/Wälz-Bedingungen?

Herkömmliche Tribometerversuche bilden die Kinematik realer Anwendungen meist unzureichend ab. Jedoch ermöglicht das im Rahmen eines DFG-Großgeräteantrages beschaffte 2-Scheiben-Tribometer (2ST) tribologische Untersuchungen an zwei separat angetriebenen und an den Mantelflächen zusammengepressten Scheiben. Die Vorteile liegen in den geometrisch einfachen Prüfkörpern, den kurzen Prüfzeiten sowie der guten Reproduzierbarkeit der Ergebnisse. Zusätzlich können die Versuchsparameter in einem weiten Bereich variiert werden. Die Scheiben können dabei trocken oder geschmiert betrieben werden. Darüber hinaus kann das Testgehäuse klimatisiert oder evakuiert werden. Das 2ST des KTmfk hat damit laut Hersteller (Optimol Instruments) in seiner Konfiguration und Flexibilität weltweit ein Alleinstellungsmerkmal.

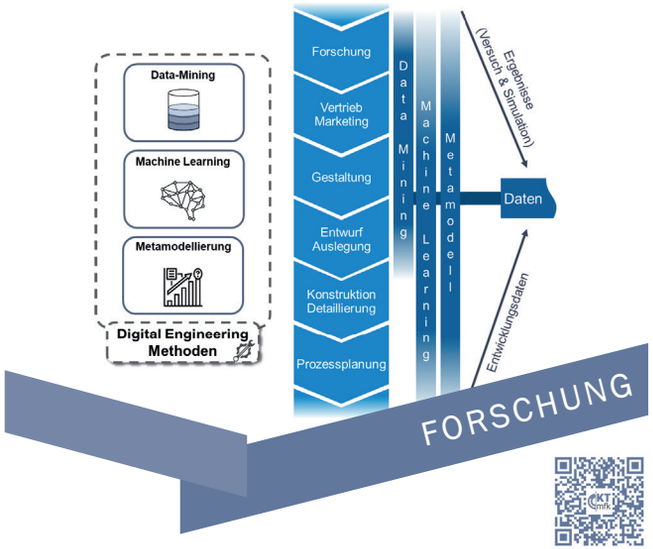


VERANSTALTUNGEN

KTmfk referiert auf der 31. CIRP Design Konferenz über Toleranz-Kosten-Optimierung

Auch dieses Jahr konnten sich die Wissenschaftlerinnen uns Wissenschftler auf die jährlich wiederkehrende CIRP Design Konferenz freuen. Aus gegebenen Anlass fand die Veranstaltung nicht wie geplant im niederländischen Twente sondern rein virtuell statt. Das vielseitige und abwechslungsreiche Programm mit Kurzvorträgen, offenen Diskussionsrunden und virtuellen Kaffeepausen trug trotz räumlicher Distanz dazu bei, sich nicht nur fachlich zu wissenschaftlichen Themen der Produktentwicklung auszutauschen, sondern auch neue Kontakte zu knüpfen. Der Lehrstuhl für Konstruktionstechnik stellte im Rahmen eines Kurzvortrags die Vor- und Nachteile des Einsatzes von Samplingverfahren in der Toleranz-Kosten-Optimierung vor.

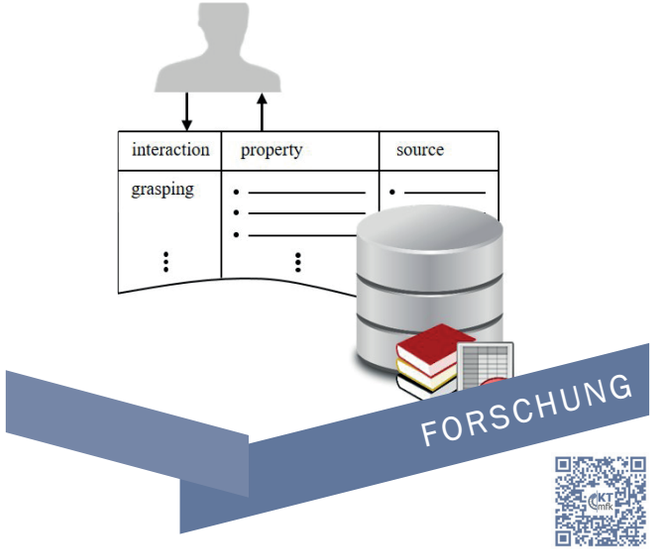
DOI: 10.1016/j.procir.2021.05.123



Towards Customized Digital Engineering: Beitrag auf Stuttgarter Symposium

Die Transformation der virtuellen Produktentwicklung zum Digital Engineering hat begonnen und ist unabdingbar für den zukünftigen wirtschaftlichen Erfolg der Unternehmen.
Allerdings sind die Organisations- und IT Strukturen unterschiedlicher Unternehmen nicht identische, so dass eine Anpassung (Customizing) bestehender Digital Engineering Methoden notwendig wird. Im Rahmen eines Beitrags beim Stuttgarter Symposium für Produktentwicklung analysiert der Arbeitskreis Datengetriebene Methoden des Forschungsverbundes FORCuDE mögliche Potentiale, Anwendungsbereiche und Herausforderungen bei der Integration angepasster Digital Engineering Methoden in die Entwicklungsprozesse kleiner- und mittelständischer Unternehmen.

DOI: 10.18419/opus-11478



Strukturierte ergonomische Hilfestellung in der frühen Entwicklungsphase

Die Beschaffung und Verarbeitung von Informationen für eine frühzeitige, proaktive Integration ergonomischer Nutzeranforderungen ist aufgrund des oftmals unstrukturierten Charakters des verfügbaren Wissens eine Herausforderung für die Produktentwicklung. Am Lehrstuhl für Konstruktionstechnik wurde nun eine Vorgehensweise entwickelt, die die Zugänglichkeit und Nachvollziehbarkeit ergonomischer Anforderungen in frühen Entwicklungsphasen durch die Bereitstellung interaktionsbasierter ergonomischer Produkteigenschaften fördert. Die entwickelte Vorgehensweise bietet hierbei die Möglichkeit, die Nutzer-Produkt Interaktion neuartig zu beschreiben und verknüpft auftretende Interaktionen mit spezifischen Produkteigenschaften.
Die methodische Vorgehensweise sowie deren Evaluation wurde nun in der Fachzeitschrift Ergonomics veröffentlicht.

DOI: 10.1080/00140139.2021.1925352

EmpkinS: Neuer DFG-Sonderforschungsbereich an der FAU

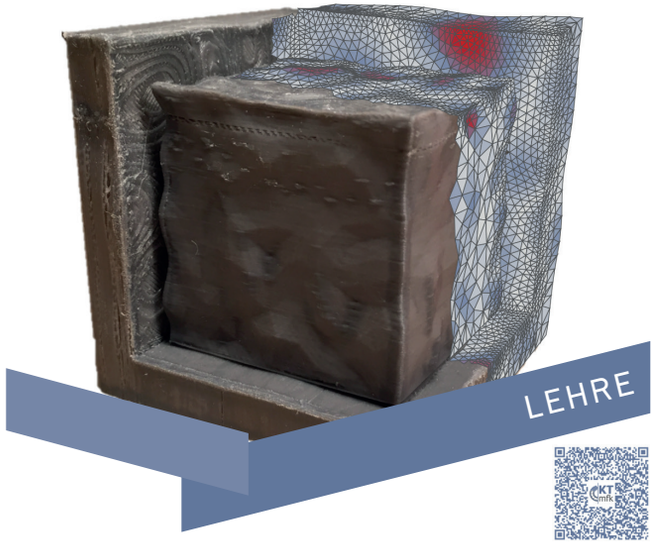
Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) richtet an der FAU einen neuen Sonderforschungsbereich (SFB) ein. Der SFB 1483 – Empathokinästhetische Sensorik – erforscht Sensortechniken und Datenanalyseverfahren zur empathokinästhetischen Modellbildung und Zustandsbestimmung.
Der KTmfk ist in diesem SFB mit zwei Teilprojekten vertreten. Im Zentrum steht hier die Erforschung von Methoden zum Tracking multimodaler Sensordaten in Verbindung mit Methoden zur Individualisierung muskuloskelettaler Menschmodelle sowie die Erarbeitung einer neuromechanischen Kontrollebene zur Abbildung physiologischer und pathophysiologischer posturaler Kontrolle.

Promotion Johann Tüchsen

Herr Johann Tüchsen konnte am 01.06.2021 die Promotionsprüfung zum Dr.-Ing. erfolgreich absolvieren. Als externer Doktorand der Firma Brose promovierte er im Bereich Assistenzsysteme/ Digital Engineering mit dem Thema „Konzeption, Entwicklung und Einführung des Assistenzsystems D-DAS für die Produktentwicklung elektrischer Motoren“. Aufgrund der Corona-Auflagen fand die Promotionsprüfung vollständig online über die Plattform Zoom statt.
Wir gratulieren dem frisch gebackenen Dr.-Ing. herzlichst und wünschen für die Zukunft alles Gute!

Auszeichnung für den KTmfk beim 4th Young Tribological Researcher Symposium

Am 7. und 8. Juni 2021 fand das 4th Young Tribological Researcher Symposium (YTRS) in virtueller Form statt. Die Veranstaltung wird vom „Arbeitskreis Junge Tribologen der Gesellschaft für Tribologie e.V.“ organisiert und fördert den Austausch und Wissenstransfer zu allen Bereichen der Tribologie. Die Veranstaltung bietet damit insbesondere jungen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern eine erste Übungsplattform für größere Konferenzen. Im Rahmen eines Vortrages stellte Kevin Neusser, wissenschaftliche Hilfskraft am KTmfk unter Betreuung von Benedict Rothammer, die Ergebnisse seiner Bachelorarbeit zum biotribologischen Verhalten von amorphen Kohlenstoffschichten auf Co28Cr6Mo und UHMWPE unter Grenzreibungsbedingungen im Gleitkontakt vor. Am Ende der Veranstaltung wurde er durch Abstimmung des Publikums mit dem Preis des besten Vortrags ausgezeichnet.



Innovationsfonds Lehre: Neue Lehreinheit zur Entwicklung Digitaler Zwillinge

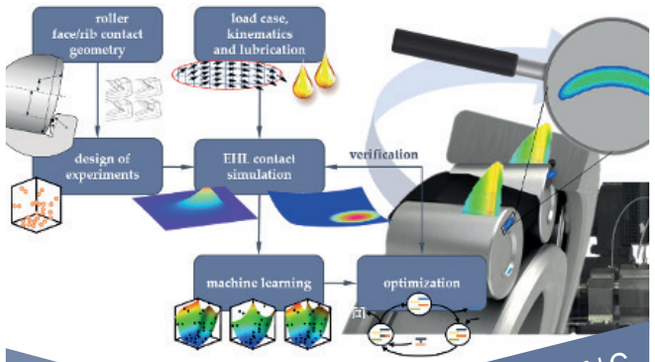
Getrieben durch die zunehmende Digitalisierung der Produktentwicklung und Fertigung gewinnen Digitale Zwillinge, die die Verbindung von Modellen aus der Produktentwicklung mit Datenströmen aus Fertigung und Produktbetrieb beschreiben, immer mehr an Bedeutung. Im Toleranzmanagement können solche Digitalen Zwillinge bspw. eingesetzt werden, um Fügepartner zu identifizieren, die trotz geometrischer Abweichungen ideal zueinander passen, wodurch Fertigungskosten verringert und die Produktqualität erhöht werden kann. Motiviert durch die zunehmende Bedeutung dieser Ansätze bei gleichzeitigem Mangel an Ausbildungsangeboten wurde hierzu am KTmfk eine Lehreinheit als Ergänzung zum Wahlfach „Robust Design und Toleranzmanagement“ erarbeitet und am 23. Juni 2021 erstmals durchgeführt. Der Aufbau dieser Lehreinheit wurde durch den Innovationsfonds Lehre der FAU gefördert.

EMERGING TALENTS INITIATIVE

FORSCHUNG

Dr. Benjamin Schleich wird durch die Emerging Talents Initiative (ETI) gefördert

Der FAU Erlangen-Nürnberg ist die Identifizierung und Förderung herausragender Talente ein besonders wichtiges Anliegen.
In diesem Zuge erhält Herr Dr.-Ing. Benjamin Schleich eine Förderung der Emerging Talents Initiative (ETI) für das Forschungsvorhaben „Automatic tolerancing information processing for individualized and decentralized production“. Das ETI-Programm unterstützt exzellente Nachwuchsforschende bei der Beantragung externer Fördergelder für ihre Forschungsvorhaben.



FORSCHUNG

Optimierung von Wälzlagern mithilfe von EHD-Simulationen

Im Rahmen der gezielten Verbesserung der Energieeffizienz von Wälzlagern gewinnen sekundäre Kontakte an Relevanz. So hat der elastohydrodynamisch geschmierte (EHD) Rollenstirn-/Bord-Kontakt von Kegelrollenlagern einen erheblichen Einfluss auf die Verlustleistung und die axiale Tragfähigkeit. Zur Untersuchung dieser Einflüsse hat der KTmfk in Zusammenarbeit mit Schaeffler eine numerische Optimierung der makrogeometrischen Parameter dieser Kontakte durchgeführt. Wichtige Zielgrößen wie Druck, Schmierspalt und Reibung wurden untersucht und die Optimierung mit Machine Learing Algorithmen durchgeführt. Es zeigte sich, dass das tribologische Verhalten hauptsächlich durch die geometrische Grundpaarung und die Radien bestimmt wird. Darüber hinaus gab es einen Trade-off zwischen hoher Tragfähigkeit und geringen Reibungsverlusten. Die Ergebnisse dieser Untersuchung wurden in der Fachzeitschrift Lubricants veröffentlicht.

DOI: 10.3390/lubricants9070067

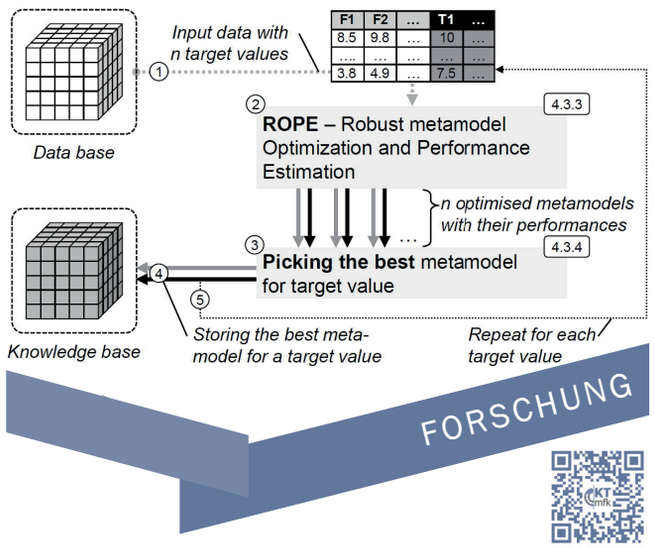
VERANSTALTUNGEN

European Group of Research in Tolerancing – Internationaler Forschungsaustausch

Auch in diesem Jahr bot das inzwischen vierte „Seminar of the European Group of Research in Tolerancing“ eine hervorragende Gelegenheit für den virtuellen, europaweiten Austausch zwischen führenden Forschenden zu den aktuellen Aktivitäten und Herausforderungen im Toleranzmanagement. Trotz des fehlenden persönlichen Austauschs vor Ort konnten so aktuelle Fortschritte diskutiert, Feedback ausgetauscht und Schritte für die zukünftige engere Vernetzung von Forschungsaktivitäten definiert werden. Der KTmfk stellte dabei den in den vergangenen Jahren entwickelten, durchgängigen Framework zur Integration von Robust Design und Tolerierungsaktivitäten in die frühen Phasen des Produktentwicklungsprozesses vor.

KTmfk erfolgreich auf Deutscher Hochschulmeisterschaft Rudern vertreten

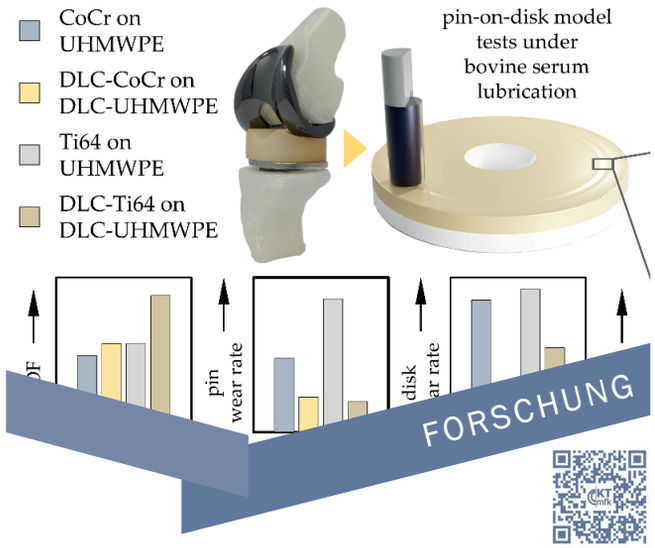
Nach einer langen Pause konnte dieses Jahr der Wettkampfsport des Allgemeinen Deutschen Hochschulsportverbands wieder gestartet werden.
Mit 34 teilnehmenden Hochschulen und 249 Startern fand die 73. Deutsche Hochschulmeisterschaft Rudern, ausgerichtet von der Hochschule Niederrhein am Wochenende des 10. – 11.07.2021 statt. Auch die Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg war vertreten und konnte einige spannende Rennen für sich entscheiden.
Sven Wirsching, Mitarbeiter des KTmfk, konnte mit drei weiteren Ruderkollegen im Doppelvierer ohne Steuermann den 2. Platz erkämpfen.
Auch im sportlichen Bereich zeigen sich am KTmfk Erfolge!



SLASSY – ein selbstlernendes Assistenzsystem: Aspekte des Selbstlernprozesses

Im Rahmen des Sonderforschungsbereiches Transregio 73 wurde über die letzten 12 Jahre am KTmfk ein Assistenzsystem (SLASSY) zur fertigungsgerechten Konstruktion entwickelt. Ein wesentlicher Aspekt dieses Systems ist die Selbstlern-Komponente, die es erlaubt aus bestehenden Daten automatisch Wissen in Form von Metamodellen zu extrahieren. Der vorgestellte Ansatz (siehe Bild) ermöglicht es unter Einbeziehung von Fertigungswissen automatisch Wissen zu extrahieren und den Produktentwickelnden zur Verfügung zu stellen. Dabei werden im wesentlichen Data Mining und Knowledge Discovery in Databases Ansätze verwirklicht und in die Anwendung gebracht. Die Ergebnisse wurden nun in der Zeitschrift MDPI AI mit dem Titel „SLASSY—An Assistance System for Performing Design for Manufacturing in Sheet-Bulk Metal Forming: Architecture and Self-Learning Aspects“ veröffentlicht.

DOI: 10.3390/ai2030019



Biotribologisches Verhalten von amorphem Kohlenstoff für Knie-Totalendoprothesen

Die Funktionalität eines degenerierten Kniegelenks kann durch einen endoprothetischen Ersatz wiederhergestellt und Patienteninnen und Patienten ein schmerzfreies, mobileres Leben ermöglicht werden. Neben postoperativen Infektionen begünstigt gerade die verschleißinduzierte, aseptische Lockerung ein vorzeitiges Versagen von Knie-Totalendoprothesen (TEP). Die Beschichtung von Knie-TEP mit amorphen Kohlenstoffschichten stellt einen vielversprechender Ansatz dar, um das vorzeitige Prothesenversagen zu verzögern und die Standzeit von Knie-TEP erheblich zu verlängern. Die Ergebnisse wurden unter anderem als zweiteilige Open Access Studie in der Zeitschrift Polymers des MDPI Verlags veröffentlicht. Teil I, behandelt die Schichtabscheidung, Zytokompatibilität, chemische und mechanische Eigenschaften, wohingegen sich Teil II, mit dem tribologischen Verhalten befasst.

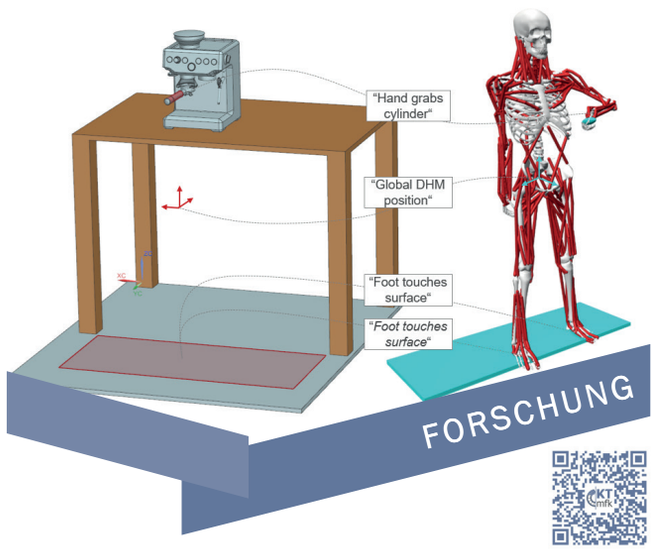
Teil I, DOI: 10.3390/polym13121952
Teil II, DOI: 10.3390/polym13111880

KIP auch dieses Sommersemester wieder online

Diesen Sommer musste das Blockseminar KIP erneut virtuell durchgeführt werden. Wie auch im vorherigen Durchlauf blieben dabei die persönliche Betreuung und dynamische Gruppenarbeit nicht auf der Strecke. Da sich Studierende und Betreuende bereits gleichermaßen an die verteilte, virtuelle Teamarbeit gewöhnt haben, lief die Zusammenarbeit vom ersten Kennenlernen bis hin zur Abschlusspräsentation reibungslos. Vier Teams, bestehend aus je fünf motivierten Studierenden, widmeten sich der Entwicklung von innovativen Konzepten zur Bekämpfung bzw. Vermeidung von Bewegungsmangel und dessen Folgeerscheinungen. Bewegungsmangel stellt ein weltweit fortschreitendes, gesellschaftliches Problem dar und steht in engem Zusammenhang zu 15 Krankheiten. Die entwickelten Konzepte umfassen innovative Bürostühle, Trainings- und Sportgeräte sowie Bewegungsassistenten in Kombination mit entsprechenden Dienstleistungen und Apps zur Bewegungsförderung.

Max Marian mit Auszeichnung promoviert

Am 26.07.2021 verteidigte Herr Max Marian seine Promotion zum Thema „Numerische Auslegung von Oberflächenmikrotexturen für geschmierte tribologische Kontakte“ mit Auszeichnung. Wir verabschieden Max als wichtigen Bestandteil des KTmfk und gratulieren dem frisch gebackenen Dr.-Ing. ganz herzlich. Gleichzeitig begrüßen wir Max als KTmfk-Sprössling und künfigen Assistant Professor am Department for Mechanical and Metallurgical Engineering der Pontificia Universidad Cathólica de Chile als einen internationalen Forschungspartner. Dort wird Max seinen eigenen Forschungstätigen im Bereich des Multiskalen-Ansatzes und Maschinenbaus nachgehen können und die Forschungswelt unter anderem zusammen mit dem KTmfk auf Trab halten.



Ergonomische Analysen in CAD – Eine Modellierungsumgebung in Siemens NX

Das Forschungsgebiet der Ergonomie und Gebrauchstauglichkeit beschäftigt sich mit der Untersuchung von Nutzer-Produkt Interaktionen, mit dem Ziel die Produktnutzung möglichst komfortabel, effizient und schädigungsarm zu gestalten. Mittels digitaler Menschmodelle kann dies frühzeitig, virtuell und proaktiv im Sinne eines digitalen Nutzertests erfolgen. Hierfür wurde am KTmfk eine Modellierungsumgebung für muskuloskelettale Simulationen entwickelt und als Plug-In für Siemens NX implementiert. Mittels dieser wird das Modellieren und Analysieren von Nutzer-Produkt Interaktionen am digitalen Produktmodell möglich. Die zugrundeliegende Methodik sowie eine Beschreibung der konkreten Umsetzung der Modellierungsumgebung wurden nun in der Fachzeitschrift IISE Transactions on Occupational Ergonomics and Human Factors veröffentlicht.

DOI: 10.1080/24725838.2021.1941433

MENSCHEN

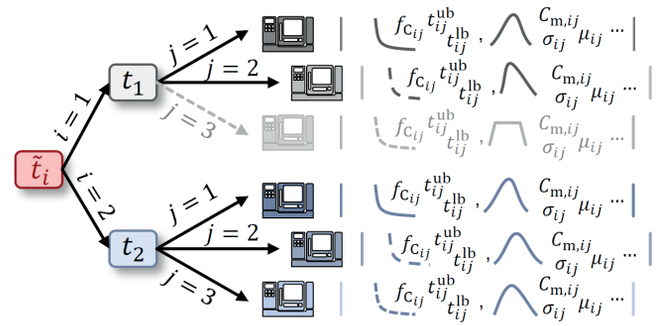
Promotion Philipp Kestel

Am 29.07.2021 hat Herr Philipp Kestel die Promotionsprüfung zum Dr.-Ing. erfolgreich absolviert. Mit seiner Dissertation mit dem Titel „Assistenzsystem für den wissensbasierten Aufbau konstruktionsbegleitender Finite-Elemente-Analysen“ leistet Philipp einen Beitrag zu den Themengebieten der automatisierten Wissensakquisition aus natürlich-sprachlichen Texten und dem wissensbasierten Aufbau von FEA-Modellen zur Ermöglichung konstruktionsbegleitender Simulationen. Als langjähriger Mitarbeiter gelang es Philipp wertvolle Grundsteine und Methodenkompetenz in den Bereichen Text-Mining, ontologiebasierte Wissensbasen und wissensbasierte CAD/FEA-Verknüpfung am KTmfk zu etablieren. Wir bedanken uns für die gute Zusammenarbeit und wünschen alles Gute für die Zukunft!

VERANSTALTUNGEN

KTmfk-Teilnahme an „Computational Design for Additive Manufacturing“

Die DfAM SIG veranstaltete in Kooperation mit der TU Delft die Summer School „Computational Design for Additive Manufacturing (AM)“ für Examinierte und Promovierende vom 05. bis zum 16.07. Die 40 Teilnehmenden verschiedener, AM-verwandter Fachgebiete erwartete ein sehr gut organisiertes Programm aus Vorträgen zu Multimaterialprinting, Generativem Design und Lattice-Strukturen sowie themenbegleitenden Teamaufgaben. In der Agenda standen außerdem Gastvorträge, beispielsweise zur additiven Fertigung eines Mars-Habitats, das im Rahmen einer NASA-Ausschreibung erforscht wird. Den Abschluss bildete die Vorstellung der im Team erarbeiteten Lösung eines Konstruktionswettbewerbs.
Der KTmfk dankt den Organisierenden für die gelungene Veranstaltung mit abwechlsungsreichem Programm und regem, fachlichem Austausch.



FORSCHUNG

Kostenminimale Prozess- und Maschinenselektion in der Toleranz-Kosten-Optimierung

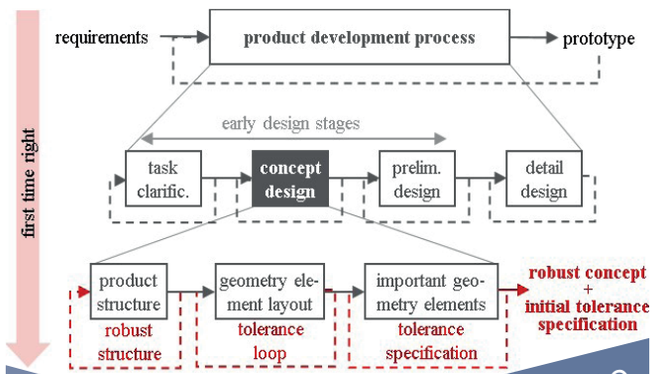
Die Toleranz-Kosten-Optimierung wird in erster Linie genutzt, um die Toleranzwerte aller Einzelteile so festzulegen, dass diese die Funktionserfüllung der Baugruppe sicherstellen und zugleich die resultierenden Herstellungskosten minimiert werden. Darüber hinaus birgt die Wahl der kostengünstigsten Kombination aus verfügbaren Maschinen- und Prozessalternativen ein großes Potenzial für eine frühzeitige, kostenoptimale Prozessplanung. Hierfür hat der KTmfk eine neue leistungsfähige Methode im International Journal of Production Research vorgestellt, welche sowohl eine realitätsnahe Abbildung der maschinenspezifischen Fertigungsverteilungen in der Toleranz-Kosten-Optimierung als auch eine kostenoptimale Maschinen- und Prozessselektion erlaubt.

DOI: 10.1080/00207543.2021.1951867

MENSCHEN

Benjamin Schleich in das Advisory Board der Design Society gewählt

Auf dem vergangenen General Meeting der Design Society wurde die Wahl von Herrn Dr.-Ing. Benjamin Schleich als Mitglied des Advisory Board der Design Society bestätigt. Die Design Society ist eine im Jahr 2000 gegründete internationale Organisation, die als wesentliches Ziel den Wissensaustausch in der Produktentwicklung über Disziplingrenzen hinweg voranbringt.
Das Advisory Board berät, lenkt und unterstützt das Board of Management der Design Society bei der Entwicklung und Förderung der Ziele und Zwecke der Gesellschaft.



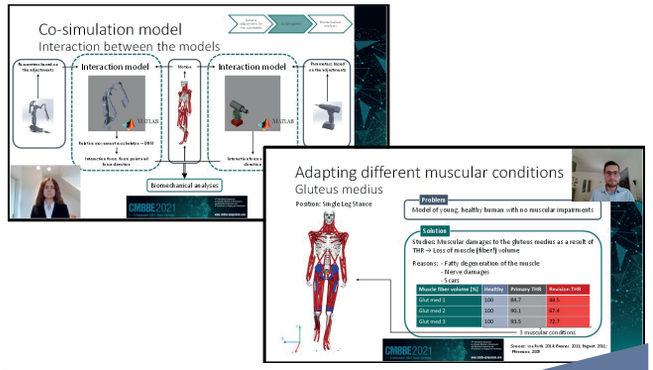
FORSCHUNG

Integration von Robust Design und Tolerierung in die Konzeptentwicklung

Während durch die Tolerierung unvermeidbare Fertigungsabweichungen eingeschränkt werden, strebt das Robust Design eine gegenüber diesen Abweichungen insensitive Produktgestaltung an. Beide Aspekte sollten möglichst früh in der Entwicklung berücksichtigt werden, um die Funktion von Produkten zuverlässig abzusichern. Nachdem bestehende Ansätze jedoch meist erst nach der vollständigen Geometriedefinition anwendbar sind, ist die frühzeitige Berücksichtigung bislang erst nach der Konzeptentwicklung oder mit Hilfe von Experten möglich. Um das vollständige Potenzial einer frühzeitigen Funktionsabsicherung unter Berücksichtigung von Abweichungen auszuschöpfen, hat der KTmfk einen neuen, in die Konzeptentwicklungsphase integrierten Ansatz zur frühestmöglichen Umsetzung von Robust Design und Tolerierung im Design Science Journal vorgestellt.

September 2021

DOI: 10.1017/dsj.2021.13



VERANSTALTUNGEN

KTmfk-Teilnahme an Konferenz CMBBE

Die Universität Bonn war dieses Jahr Ausrichter der 17. Auflage des internationalen Symposiums für “Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering” (CMBBE) vom 7. bis 9. September. An der aufgrund von Corona als Online-Konferenz stattfindenden Veranstaltung nahmen insgesamt 375 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus den verschiedensten Bereichen der Medizin(-technik) teil. Die Beiträge erstreckten sich von Simulationen der Knochenheilung über Gehirnmechanik bis hin zur simulativen Behandlung von pathologischen Bewegungsmustern. Die Vorträge der Konferenzteilnehmenden wurden durch äußerst interessante Keynotes einiger renommierter Wissenschaflter und der Möglichkeit zur Teilnahme an verschiedensten Workshops ergänzt.

Promotion Thomas Luft

Am 13.09.2021 hat Herr Thomas Luft den mündlichen Teil der Promotionsprüfung zum Dr.-Ing. erfolgreich absolviert. Mit seiner Dissertation mit dem Titel „Komplexitätsmanagement in der Produktentwicklung – Holistische Modellierung, Analyse, Visualisierung und Bewertung komplexer Systeme“ leistet er einen wichtigen Beitrag zum Themenfeld Komplexitätsmanagement in der Produktenwicklung. Bedingt durch die akutell weiterhin herrschenden Corona-Auflagen wurde die Promotionsprüfung in hybrider Form abgehalten. Wir gratulieren dem frisch gebackenen Dr.-Ing. herzlichst und wünschen ihm für die Zukunft alles Gute!

Promotion Tobias Sprügel

Herr Tobias Sprügel konnte am 14.09.2021 die Promotionsprüfung zum Dr.-Ing. erfolgreich ablegen. Er promovierte im Bereich des Digital Engineerings mit dem Titel „Sphärische Detektorflächen als Unterstützung der Produktentwicklung im Rahmen des Digital Engineerings“. Im Laufe seiner Lehrstuhlzeit etablierte Tobias Grundlagen für die Forschungsgebiete Machine Learning und deren Verknüpfung mit FE-Simulationen am KTmfk. Aufgrund der Corona-Auflagen fand die Promotionsprüfung vollständig Online über die Plattform Zoom statt. Wir gratulieren dem frisch gebackenen Dr.-Ing. herzlichst und wünschen alles Gute für die Zukunft!

Promotion Björn Heling

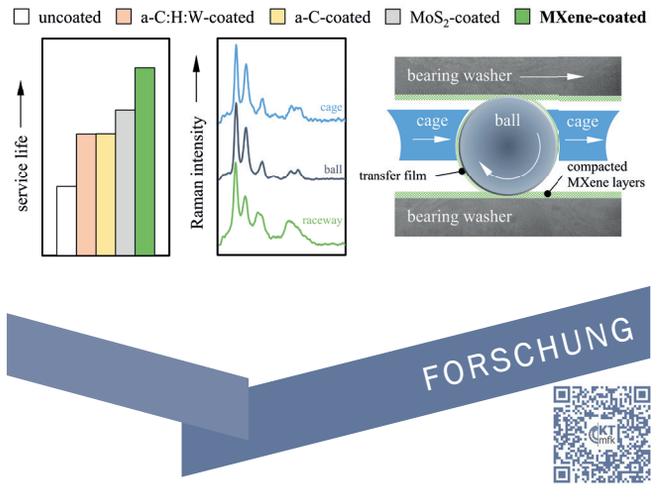
Wir gratulieren unserem geschätzten Kollegen und Mitarbeiter Björn Heling zum Bestehen der Promotionsprüfung zum Dr.-Ing. am 17.09.2021. Seine anschauliche Präsentation der Inhalte aus der Dissertation mit dem Titel „Einsatz und Validierung virtueller Absicherungsmethoden für abweichungsbehaftete Mechanismen im Kontext des Robust Design“ begeisterte das Publikum und führte zu einer angeregten Diskussion. Darüber hinaus trieb Björn Heling in seiner Zeit am Lehrstuhl die Forschung im Bereich des virtuellen prozessorientierten Toleranzmanagements, als Teil der DFG-Forschungsgruppe FOR 2271, maßgeblich voran. So verabschieden wir Björn Heling mit einem lachenden und weinenden Auge und wünschen ihm für die Zukunft alles Gute!

KTmfk-Teilnahme an der GfT-Fachtagung 2021

Auch in diesem Jahr veranstaltete die Gesellschaft für Tribologie e. V. (GfT, Link) die Tribologie-Fachtagung. Die ursprünglich in Göttingen geplante Konferenz musste leider wie bereits letztes Jahr online stattfinden. Dennoch konnte die Tagung durch die Schwerpunktthemen Energiewende und Nachhaltigkeit durch Tribologie begeistern. Ein besonderes Highlight war die virtuelle Abendveranstaltung, bei welcher sich mit Hilfe von Avataren rege ausgetauscht wurde. Der KTmfk leistete mit fünf hervorragenden Vorträgen einen wertvollen Beitrag zum Tagungsprogramm. Besonders hervorzuheben ist die ausgezeichnete Präsentation unseres wissenschaftlichen Nachwuchses Kevin Neusser. Die Vorträge der Teilnehmenden wurden durch ein anprechendes Rahmenprogramm und praktische Anwendungen der Tribologie aus dem Alltag ergänzt.

ENmfk schafft Lastenrad an

Im Rahmen der Klima- und Mobilitätswende nimmt das Fahrrad als Transportmittel eine wichtige Rolle ein. Um beim Transport von Material zwischen den Standorten in Erlangen auf das KFZ zu verzichten und so Ressourcen zu schonen, hat sich das Ehemaligen Netzwerk des Lehrstuhls für Konstruktionstechnik Erlangen e.V. (ENmfk) entschlossen ein Lastenrad anzuschaffen. Stellvertretend für den ENmfk nahmen Marcel Bartz und Benedict Rothammer das Lastenrad bei Marcel Salwender von SM-parts in Nürnberg entgegen und überführten es nach Erlangen. In Zukunft wird sich der KTmfk verstärkt aktuellen technischen Problemstellungen bei der Entwicklung von Lastenrädern widmen und so einen Beitrag zur Mobilitätswende zu leisten.

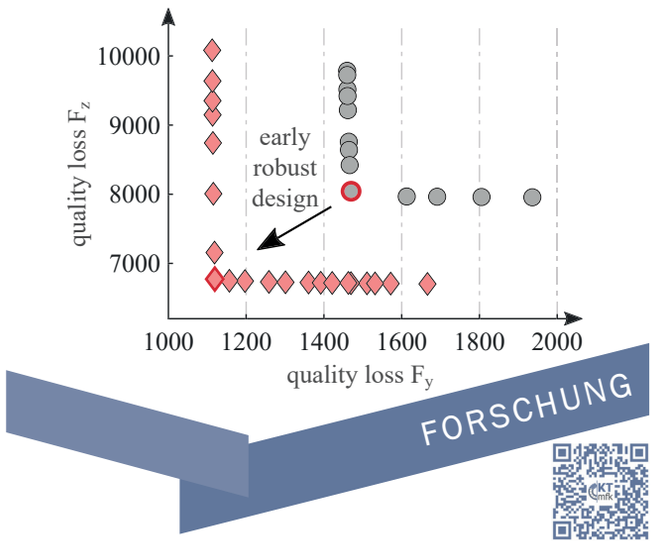


MXene Nanosheets als Festschmierstoffe für Wälzlager im Vergleich

Zweidimensionale (2D) Übergangsmetallkarbide und Carbonitride, wie beispielsweise Ti3C2Tx-Nanopartikel (MXenes), weisen aufgrund ihrer schwach gebundenen Mehrschichtstruktur mit selbstschmierendem Charakter Potential für den Einsatz als Festschmierstoff in höher belasteten Maschinenelementen auf. Im Rahmen einer internationalen Zusammenarbeit mit Partnern aus USA, China und Chile konnte gezeigt werden, dass MXenes einen verschleißreduzierenden Transferfilm von Primärkontakten in sekundäre Kontakte von Wälzlagerungen ausbilden und somit die Gebrauchsdauer im Vergleich zu etablierteren Festschmierstoffen, wie amorphe Kohlenstoff- oder Molybdändisulfid-Schichten, signifikant steigern können. Die Ergebnisse wurden nun in der renommierten Fachzeitschrift Applied Materials Today (Impact Factor 10) publiziert.

Dr.-Ing. Marius Fechter erhält den Pahl-Beitz-Preis der WiGeP

Für seine herausragende Dissertation über die “Modellierung von Vorentwürfen in der virtuellen Realität mit natürlicher Fingerinteraktion” erhielt Herr Dr.-Ing. Marius Fechter, ehemaliger wissenschaftlicher Mitarbeiter am KTmfk, den Pahl-Beitz-Preis 2021 der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Produktentwicklung (WiGeP e.V.). Der Pahl-Beitz-Preis wird in zweijährigem Rhythmus für Promotionen mit herausragender ingenieurtechnischer Relevanz sowie hohem Innovationsgehalt im Andenken und im Sinne des 1998 verstorbenen Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Wolfgang Beitz und dem 2015 verstorbenen Prof. Dr. h.c. mult. Dr.-Ing. E.h. Dr.-Ing. Gerhard Pahl vergeben. Der gesamte KTmfk gratuliert dem würdigen Preisträger!



Auswirkungen des Robust Design auf die Parameter- und Toleranzoptimierung

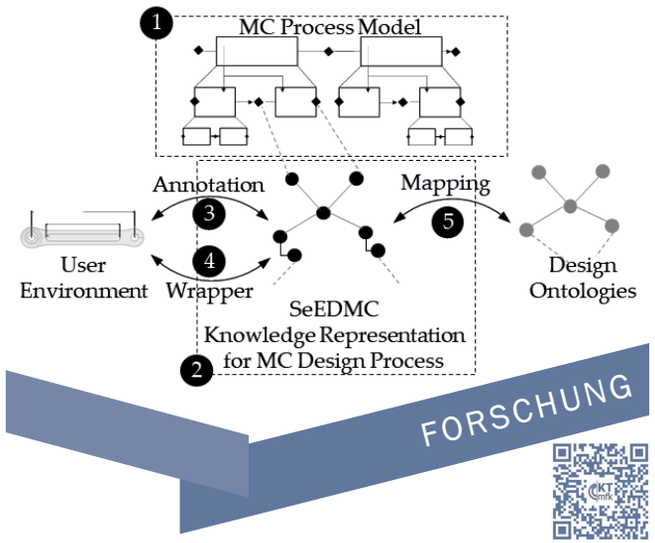
Die frühzeitige Berücksichtigung von Abweichungen entlang der verschiedenen Phasen des Produktentwicklungsprozesses beeinflusst maßgeblich dessen Erfolg. Während die Konzeptentwicklung hierbei primär durch qualitative Robust Design Ansätze, wie Konstruktionsregeln, unterstützt wird, steht in den nachfolgenden Produktentwicklungsphasen die Optimierung von quantitativen Größen wie Designparameter und Toleranzen im Fokus. Trotz bestehender Wechselwirkungen werden diese Herangehensweisen meist separat betrachtet, sodass der Effekt des frühzeitigen, qualitativen Robust Designs auf die anschließende Optimierung bislang unbekannt ist. Um diese Lücke zu schließen und die Bedeutung einer frühzeitigen Robustheitsbetrachtung zu stärken, hat der KTmfk die theoretischen Zusammenhänge sowie die konkreten Effekte erforscht und im Applied Sciences Journal vorgestellt.

Neuer Mitarbeiter: Julian Shanbhag

Julian Shanbhag verstärkt seit Anfang Oktober die Fachgruppe Nutzerzentrierte Produktentwicklung als wissenschaftlicher Mitarbeiter. Zuvor studierte er Mechatronik mit der Fachrichtung Biomechatronik an der Technischen Universität Ilmenau.
Im Rahmen des Sonderforschungsbereichs 1483 - Empathokinästhetische Sensorik beschäftigen sich seine Forschungsarbeiten mit motorischen und posturalen Kontrollmechanismen. Diese Gleichgewichtsregulation wird in sensomotorisch erweiterte muskuloskelettale Menschmodelle integriert.

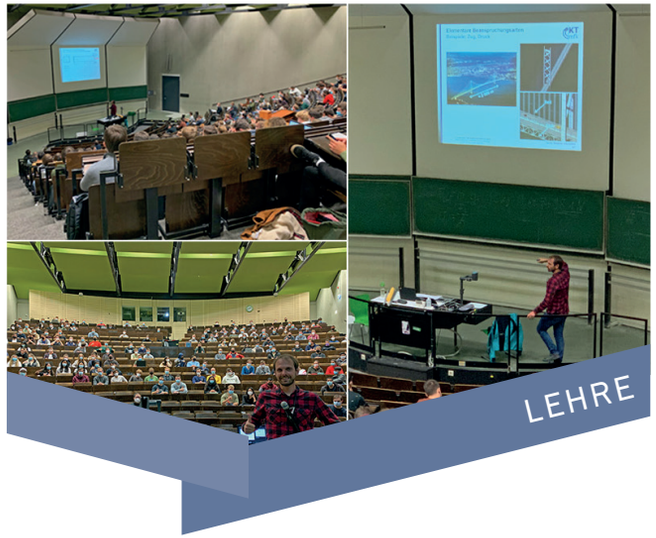
Neuer Mitarbeiter: Patrick Steck

Patrick Steck verstärkt seit Anfang Oktober die Fachgruppe Leichtbau als wissenschaftlicher Mitarbeiter. Zuvor studierte er Maschinenbau mit der Fachrichtung Rechnergestützte Produktentwicklung an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg und war bereits während seines Studiums als studentische Hilfskraft am KTmfk angestellt. Auch seine Bachelor-, Projekt- und Masterarbeit absolvierte er erfolgreich am KTmfk, schwerpunktmäßig zum Thema Design for Additive Manufacturing.
Im Rahmen seiner Forschungsarbeiten wird er sich zusammen mit Herrn David Scherb mit der leichtbaugerechten Auslegung passiver Orthesen und der Erforschung der Integration von Topologieoptimierungsalgorithmen in Menschmodellsimulationen befassen.



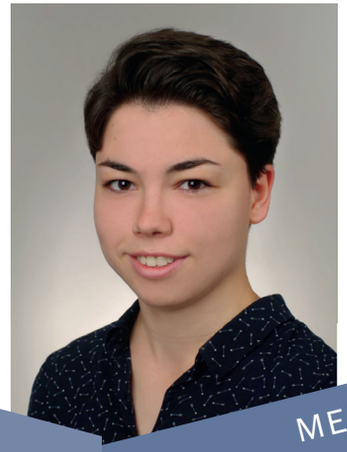
Wissensrepräsentation für die automatisierte Produktindividualisierung

Automatisierte Prozessketten in der Produktentwicklung ermöglichen das schnelle und individuelle Anpassen von Produkten. Entscheidend hierfür ist Kenntnis über die drei Aspekte: Was, Warum und Wann Anpassungen vorgenommen werden. Bisherige Wissensrepräsentationen konzentrieren sich vor allem auf die Relation zwischen den Merkmalen (Was) und der zugrundeliegenden Absicht für die Änderung (Warum). Der dritte Aspekt (Wann) bildet den Entwicklungsprozess selbst ab und wurde auf Grund dessen Diversität und Komplexität noch unzureichend berücksichtigt. Um diese Lücke zu schließen hat der KTmfk eine Wissensrepräsentation entwickelt, welche alle drei Aspekte im Rahmen der Produktanpassung berücksichtig und diese im Applied Sciences Journal veröffentlicht.



Rückkehr zur Präsenzlehre am KTmfk

Der KTmfk freut sich, im aktuellen Wintersemester 2021/22 endlich wieder zur Präsenzlehre an der FAU Erlangen-Nürnberg zurückkehren zu können. Der Austausch mit den Studierenden und die Atmosphäre im Hörsaal hat uns sehr gefehlt. Ergänzend zur Präsenzlehre werden die positiven Erkenntnisse der vergangenen, digital durchgeführten Semester genutzt. So werden die im Wintersemester stattfindenden Lehrveranstaltungen u.a. durch Live-Aufzeichnungen im Hörsaal, durch digitale Sprechstunden und Übungsformate sowie durch alte Videoaufzeichnungen aus den letzten Semestern unterstützt. Mit diesen zusätzlichen Angeboten kann den Studierenden eine große Bandbreite an Lernunterlagen zur Verfügung gestellt werden.



MENSCHEN

Neue Mitarbeiterin: Iris Wechsler

Iris Wechsler verstärkt seit Anfang November die Fachgruppe Nutzerzentrierte Produktentwicklung als wissenschaftliche Mitarbeiterin. Zuvor studierte sie Human Factors Engineering mit dem Schwerpunkt Biomechanik und Digitale Menschmodellierung an der Technischen Universität München.
Im Rahmen des Sonderforschungsbereichs 1483 – Empathokinästhetische Sensorik beschäftigen sich ihre Arbeiten mit der Erforschung von Verfahren, die zur Bereinigung multimodaler Bewegungsmessdaten verwendet werden sollen. Die Trackingverfahren werden dabei in Verbindung mit individualisierten Menschmodellen untersucht.

MENSCHEN

Ernennung von Benedict Rothammer in das Beamtenverhältnis als akademischer Rat

Herr Benedict Rothammer, M.Sc. wird mit der Wirkung zum 01.12.2021 in das Beamtenverhältnis zum akademischen Rat auf Zeit ernannt. Bereits seit 2017 unterstützt Herr Rothammer zahlreiche Lehrveranstaltungen am KTmfk im Fachbereich “Maschinenelemente und Tribologie”, wie zum Beispiel die konstruktionstechnischen Praktika “Konstruktionsübung I/II” sowie das “konstruktive Projektpraktikum (KoPra)”. Seit 2018 übernahm Herr Rothammer die Vorlesungsbetreuung für “Tribologie und Oberflächentechnik” und führte das dazugehörige Praktikum durch. Mittlerweile organisiert Herr Rothammer das “KoPra” mit, betreut die Lehrveranstaltung “Einführung in das Patentrecht und verwandte Schutzrechte” und wird mit seinem Amtsantritt “Maschinenelemente II” betreuen. Aufgrund dieses umfangreichen Aufgabenspektrums erfolgt die Ernennung von Herrn Rothammer in das Beamtenverhältnis.

VERANSTALTUNG

Die WiGeP VPE-Assistentinnen und Assistenten treffen sich auch im Jahr 2021 rein virtuell

Da im Vorjahr das alljährliche Treffen der WiGeP-Assistentinnen und Assistenten der Fachgruppe Virtuelle Produktentwicklung nicht wie geplant in Graz stattfinden konnte, sollte der persönliche Austausch in diesem Jahr nachgeholt werden. Jedoch zwangen die anhaltend hohen COVID-19-Fallzahlen unsere Kollegeninnen und Kollegen aus Österreich erneut dazu, das Treffen auf ein rein virtuelles Format umzustellen. Nichtsdestotrotz fand wieder ein reger Austausch über die aktuelle Umsetzung der Lehre in Corona-Zeiten sowie über Neuigkeiten aus der Forschung zu neuen Projekten, Promotionen und Publikationen statt. Neben den zahlreichen fachlichen Diskussionen konnten im anschließenden inoffiziellen Teil aber auch neue Kontakte geknüpft und die Beziehungen zwischen den verschiedenen Lehrstühlen weiter gestärkt werden. Wir bedanken uns für die gelungene Organisation und blicken voller Freude und Zuversicht auf ein reales Treffen im kommenden Jahr.

Umsetzung von Lehrkonzepten zum Thema Nachhaltigkeit im aktuellen Wintersemester

Wissen über Nachhaltigkeit zählt zu den Kernkompetenzen zukünftiger Absolvierender. Um diese Kompetenz zu fördern wurde durch das Green Office der FAU ein Wettbewerb zur Ideenentwicklung unter Studierenden ausgeschrieben, um das Thema Nachhaltigkeit besser ins Studium zu integrieren.
Dabei wurden auch Ideen von Studierenden aus Fächern des KTmfk ausgezeichnet. Im Rahmen eines Workshops mit Studierenden unter der Leitung des KTmfk entstandenen dabei Ansätze, die im aktuellen Wintersemester umgesetzt werden. Eine zu Beginn durchgeführte Umfrage ergab, dass 80% der Studierenden das Thema Nachhaltigkeit als wichtig für das spätere Berufsleben empfinden, jedoch 90% der Studierenden unzufrieden mit dem aktuellen Wissenstand sind. Zum Ende des laufenden Wintersemesters wird die Umfrage erneut durchgeführt werden, um die Lehre am KTmfk zu verbessern.

Dezember 2021

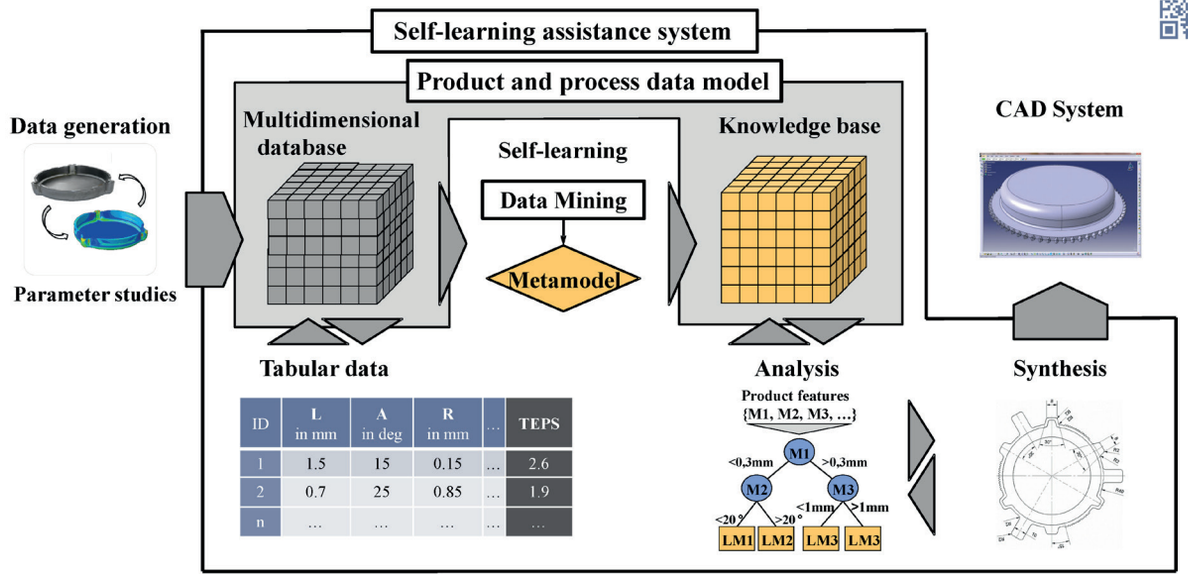
AUSGEWÄHLTE FORSCHUNGSPROJEKTE

Ausgewählte Forschungsprojekte,
die in 2021 gestartet oder beeendet wurden.

Transregio 73/B1

Erfolgreicher Abschluss des Projektes Transregio 73/B1 zur simultanen Entwicklung eines selbstlernenden Assistenzsystems im März 2021.

In den vergangenen 12 Jahren und über drei Förderphasen wurde an der Entwicklung eines selbstlernenden Assistenzsystems (SLASSY) zur Synthese und Analyse von Bauteilentwürfen geforscht.
SLASSY kann die Produktentwicklung in der Blechmassivumformung (BMU) hauptsächlich auf zwei Arten unterstützen. Zum einen erleichtert es den Wissenstransfer von den Fertigungsexpertinnen und -experten zurück zu den Produktentwickelnden und zum anderen ermöglicht es den Produktentwickelnden, ihre Bauteilkonstruktionen auf der Grundlage der durch Simulation und experimentelle Parameterstudien erstellten Metamodelle zu optimieren. Die wichtigsten wissenschaftlichen Erkenntnisse sind der verallgemeinerte Arbeitsablauf für die Erstellung dieser Metamodelle, der es ermöglicht, schon sehr bald während der Entwicklung einer neuen Fertigungstechnologie wie der BMU Wissen zu schaffen. Dabei wurde vor allem untersucht, wie mit Hilfe von Data Mining und Machine Learning Vorhersagemodelle auf Basis von Simulationsdaten erzeugt werden können. Diese sogenannten Metamodelle, bilden innerhalb eines Vorhersagemodells die zugrunde liegenden Simulationsmodelle möglichst genau ab und erlauben die Vorhersage von resultierenden Bauteileigenschaften für bisher unbekannte Bauteilgeometrien.
Darauf aufbauend erlauben die Metamodelle die automatische Generierung von Designalternativen, die auch sinnvoll und herstellbar sind. Potenzielle Anwendungen für SLASSY finden sich in jeder fertigungsnahen Branche, da es Produktentwickelnden ermöglicht, mit der Entwicklung einer neuen oder neu eingeführten Fertigungstechnologie in ihrem jeweiligen Bereich Schritt zu halten. Die entwickelten Methoden lassen sich auf alle Bereiche anwenden, in denen Simulationen und experimentelle Studien eingesetzt werden, um neue Erkenntnisse in einem bestimmten Fertigungsbereich zu gewinnen.
Die erzielten Forschungsergebnisse leisteten einen wesentlichen Beitrag dazu, Themen wie Data Mining im Fokus der Produktentwicklung zu platzieren. Die Ergebnisse wurden in zahlreichen wissenschaftlichen Publikationen veröffentlicht. Eine vollständige Publikationsliste ist auf der Homepage verfügbar (https://www.tr-73.de).
Ein Überblick über die Forschungsarbeiten und die wichtigsten Erkenntnisse ist als Kapitel im Sammelwerk „Sheet Bulk Metal Forming“ DOI: 10.1007/978-3-030-61902-2_6 erschienen. Der KTmfk bedankt sich im Namen aller Beteiligten für die Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft.

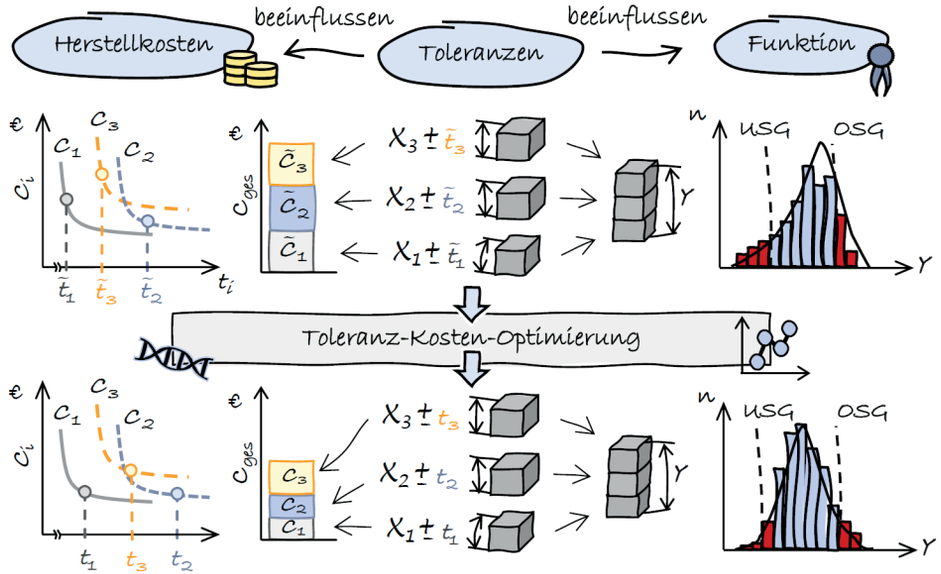


Struktur des selbstlernenden Assistenzsystems aus Teilprojekt B1 des SFB/TR73.

TOLeranzOPTimierung

Erfolgreicher Abschluss des DFG-Projekts „TOLeranzOPTimierung statisch unter- und überbestimmter Baugruppen“ im April 2021.

Die stetig steigende Zahl internationaler Wettbewerber setzt Unternehmen bei der Entwicklung technischer Produkte unter hohen Kosten-, Zeit- und Qualitätsdruck. Zwar hat die Toleranzvergabe primär das Ziel, die Funktionserfüllung durch Einschränkung unvermeidbarer Bauteilabweichungen zu gewährleisten, jedoch werden dabei auch indirekt die resultierenden Herstellkosten festgelegt. Um die beiden konkurrierenden Ziele simultan erfüllen zu können, kommt der Toleranz-Kosten-Optimierung eine große Bedeutung zu. Dabei wird die Suche nach geeigneten Toleranzwerten als mathematisches Optimierungsproblem formuliert und der Zielkonflikt zwischen Kosten und Funktionserfüllung mit Hilfe leistungsfähiger Optimierungsalgorithmen gelöst. Dabei stellte die realitätsgetreue Repräsentation von komplexen, statisch unter- und überbestimmten Baugruppen bislang eine große Hürde dar. Während in unterbestimmten Baugruppen offene Freiheitsgrade zu großen Spielanteilen und folglich probabilistischen Bauteilpositionierungen- und -ausrichtungen führen, haben mehrfach eingeschränkte Freiheitsgrade in überbestimmten Baugruppen Verformungen oder ein Verklemmen der Einzelbauteile zur Folge, welche sich auf die Erfüllung der Gesamtbaugruppenfunktion auswirken. Im Rahmen des Forschungsprojekt wurden daher neue Methoden zur Toleranz-Kosten-Optimierung auf Basis von Samplingverfahren, wie z. B. dem Latin-Hypercube-Sampling, entwickelt, welche eine kostenoptimale Toleranzvergabe auf Basis realitätsnaher Repräsentation dieser Baugruppen und ihren systemspezifischen Eigenschaften erlauben. Allerdings führt die genauere Modellbildung zugleich zu einem starken Anstieg der Optimierungszeiten. Der Rückgriff auf Metamodelle sowie deren Abstimmung und Integration in die Toleranz-Kosten-Optimierung kann diese jedoch maßgeblich reduzieren.



Grundidee der Sampling-basierten Toleranz-Kosten-Optimierung zur kosten- und qualitätsoptimalen Toleranzwertfestlegung.

Darüber hinaus sind bereits bei vergleichsweise einfachen Baugruppen oftmals mehrere, voneinander abhängige Schließmaße zur Erfüllung eines übergeordneten Funktionskriteriums notwendig. Die erforschten Methoden zur Ausschussratenschätzung bilden die resultierenden Korrelationen realitätsnah ab und können so in Kombination mit Samplingverfahren die industrieüblichen Forderungen in wenigen parts-per-million valide prognostizieren.

So liegt mit Abschluss des Projekts eine ganzheitliche Methode zur Sampling-basierten Toleranz-Kosten-Optimierung vor, die problemunabhängig zur Ermittlung funktions- und kostenoptimaler Toleranzwerte für komplexe Baugruppen unter Berücksichtigung wechselwirkender Einflussfaktoren und somit in der industriellen Praxis eingesetzt werden kann.

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

FVA 824 I

Erfolgreicher Abschluss des von dem BMWi und der AiF geförderten Forschungsprojektes der Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. zur Untersuchung der Ermüdungslebensdauer von Wälzlagern unter Schwenkbewegungen im Mai 2021 .

In vielen Anwendungsfällen werden Wälzlager unter nicht-kontinuierlichen Drehbewegungen, sogenannten Schwenkbewegungen, betrieben. Im Unterschied zu Wälzlagern unter kontinuierlichen Drehbewegungen existieren bisher keine validierten Methoden für die Berechnung der Ermüdungslebensdauer von Wälzlagern unter Schwenkbewegungen. Für die Berechnung der Lebensdauer von Wälzlagern unter Schwenkbewegungen wird auf Ansätze zurückgegriffen, bei denen die Schwenkbewegung auf eine kontinuierliche Bewegung umgerechnet wird. Mithilfe der Umrechnung erfolgt dann die Auslegung nach den bekannten Normen zur Berechnung der nominellen Lebensdauer. Obwohl Wälzlager unter Schwenkbewegungen in einer Vielzahl von Anwendungen vorkommen, wird auf die genannten Ansätze zurückgegriffen, wobei deren Anwendbarkeit und Zuverlässigkeit unklar ist.

Das ursprüngliche Ziel dieses Forschungsvorhabens war die Entwicklung eines validierten, statistisch abgesicherten Berechnungsverfahrens für die Ermüdungslebensdauer von Kugel- und Rollenlagern unter Schwenkbewegungen. Zusätzlich sollten die Anwendungsgrenzen eines solchen Verfahrens bestimmt werden. Während der Bearbeitung des Forschungsvorhabens zeigte sich, dass die isolierte Erzeugung von Ermüdungsschäden durch gleichzeitiges Auftreten von Verschleiß erschwert war. Dadurch verschob sich der Schwerpunkt auf das Auffinden der Grenzen der Ermüdung sowie die Möglichkeit gezielt Ermüdungsschäden bei Schwenkbewegungen erzeugen zu können. Hierfür war ein Abgleich der bestehenden Berechnungsansätze für die Ermüdungslebensdauer bei Schwenkbewegungen sowie die Durchführung experimenteller Versuche an einem speziellen am KTmfk entwickelten und während der Laufzeit des Vorhabens gebauten Prüfstand notwendig.

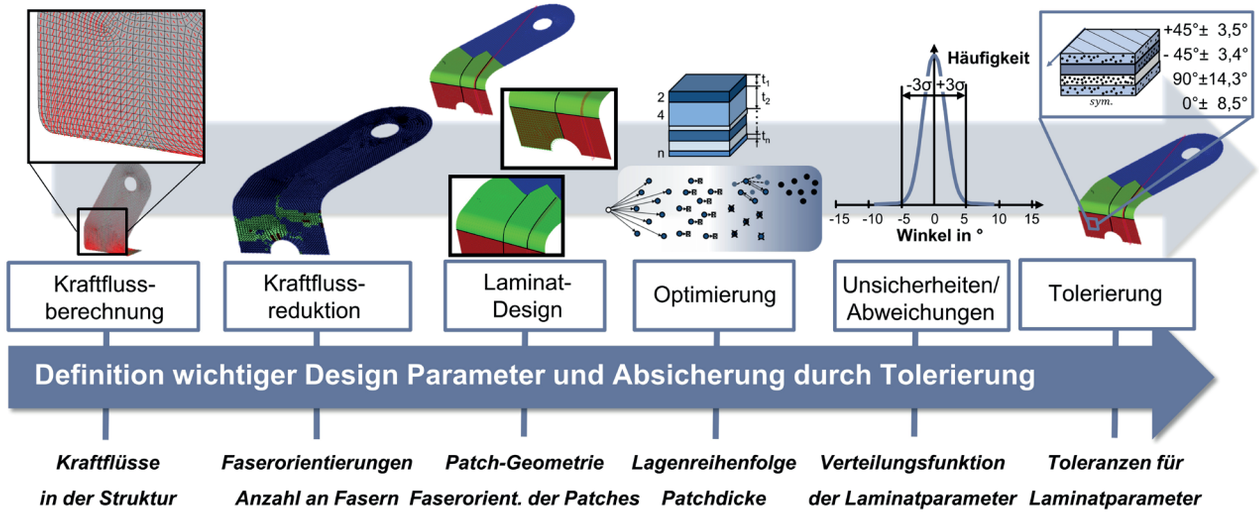
Ausbruch am Innenring eines Versuchslagers.

Bei diesen zeitintensiven Versuchen konnten erfolgreich Ausfälle durch Ermüdung erzeugt werden. Die Ausfälle durch Ermüdung zeigen, dass nicht nur Verschleiß der dominierende Schadensmechanismus bei kleinen Schwenkbewegungen ist, sondern dass auch Ermüdung möglich ist. Ferner kam es zu einer Abweichung zwischen theoretischer und experimentell ermittelter Lebensdauer. Aufgrund der geringen verbleibenden Projektlaufzeit und den langen Versuchszeiten konnten nicht genügend Versuche in statistisch ausreichender Zahl durchgeführt werden, um eine Validierung eines Berechnungsverfahrens zu ermöglichen. Die Validierung bestehender Berechnungsansätze bzw. die Entwicklung eines neuen Berechnungsverfahrens für die Ermüdungslebensdauer von Wälzlagern unter Schwenkbewegungen muss daher in einem weiteren Forschungsvorhaben erfolgen.

CARBOTOL

Erfolgreicher Abschluss des DFG Projekts „Tolerierung bei der Auslegung endlosfaserverstärkter Faserverbundbauteile“ im Juni 2021.

Das Thema Leichtbau erfährt unter anderem durch gestiegene Anforderungen an Ressourceneffizienz und Nachhaltigkeit ein gesteigertes Interesse aus den verschiedensten Industriebereichen. Der Einsatz moderner Faser-Kunststoff-Verbund (FKV) Leichtbauwerkstoffe nimmt dadurch, sowie durch neue und weiterentwickelte Fertigungsverfahren ebenfalls zu.
Die Vielzahl an zusätzlichen Entwurfsparametern, welche die FKV-Werkstoffe mit sich bringen, kann durch den Einsatz aktueller Auslegungs- und Optimierungsmethoden beherrscht werden. Jedoch treten im realen Bauteil zusätzlich Abweichungen und Unsicherheiten aus der Fertigung und dem Betrieb auf. Diese können die Erfüllung der Funktionsanforderungen beeinflussen. Aus diesem Grund sind mögliche Abweichungen und Unsicherheiten insbesondere für FKV-Bauteile während der Auslegung zu Berücksichtigen. Bisherige Ansätze des Toleranzmanagements gehen jedoch nicht auf die Besonderheiten des Werkstoffs ein. Das DFG geförderte Forschungsprojekt „Tolerierung bei der Auslegung endlosfaserverstärkter Faserverbundbauteile“ nimmt sich genau dieser Problemstellung an und setzt sich die Bereitstellung eines Vorgehens zur Tolerierung von endlosfaserverstärkten FKV-Strukturen während der Auslegung zum Ziel.
Die im Projekt betrachteten Abweichungen der Laminatparameter beeinflussen sowohl das Verzugsverhalten während des Fertigungsprozesses, wie auch das Strukturverhalten unter Last. Beides wird



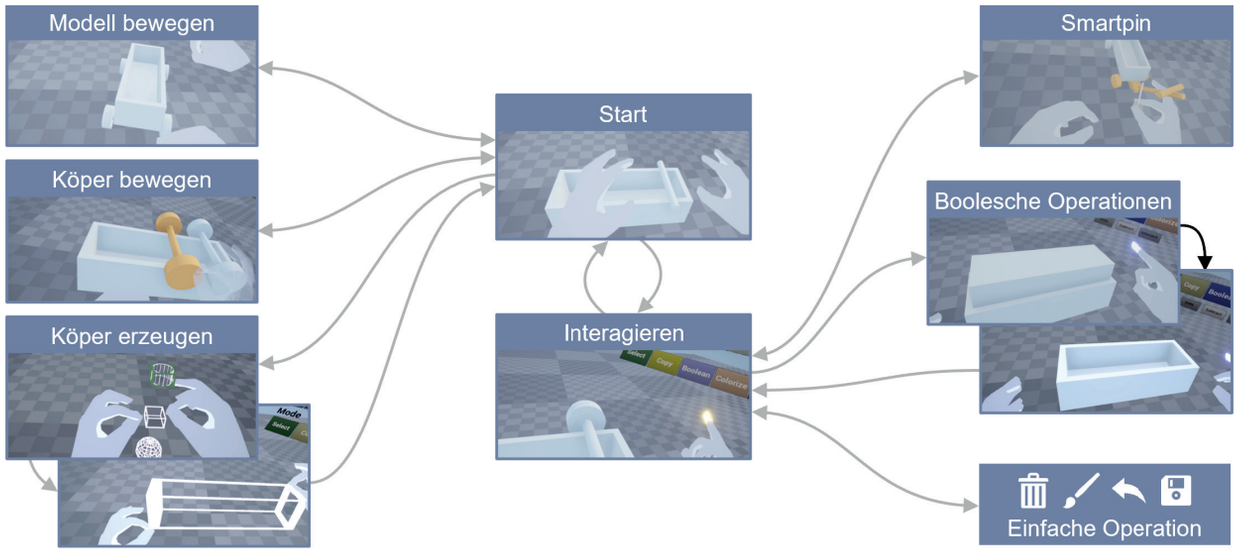
Vorgehen zur beanspruchungsgerechten Auslegung und Tolerierung von Faser-Kunststoff-Verbund Bauteilen.

im Rahmen der Sampling-basierten Toleranzanalyse durch Finite Element Analysen abgebildet. Zur Reduzierung des Rechenaufwands wurden diese durch sogenannte Metamodelle erfolgreich substituiert. Die effiziente Toleranzanalyse stellt die Grundlage des entwickelten Tolerierungsvorgehens dar, welches in Form einer Toleranzoptimierung umgesetzt ist. Dabei werden für die Laminatparameter Toleranzwerte vergeben, sodass definierte Funktionen des Bauteils trotz Abweichungen erfüllt werden können.
Neben der Tolerierung von Bauteilen mit einem über das ganze Bauteil gleichbleibenden Lagenaufbau wurde zudem die Tolerierung von lokal verstärkten Laminaten untersucht. Die meist optimierten lokalen Verstärkungen weisen zusätzliche Entwurfsparameter auf, welche ebenfalls Abweichungen unterliegen.
In Verbindung mit dem Auslegungsansatz nach KLEIN und WARTZACK steht zum Abschluss des Projekts ein ganzheitlicher Auslegungsansatz zur Verfügung. Dieser unterstützt die Produktentwickelnden während der Laminatauslegung und –optimierung, bis hin zur Tolerierung der Laminatentwurfsparameter.

GestEN

DFG-Projekt zur Gestaltsynthese in VR im Juni 2021 erfolgreich abgeschlossen.

Im Juni 2021 wurde das von der DFG geförderte Forschungsvorhaben „Gestaltsynthese in der frühen Entwurfsphase (GestEn): Eine rechnerunterstützte Methode zur Modellierung von Vorentwürfen“ erfolgreich abgeschlossen.
Unterschiedliche Aspekte der Nutzung parametrischer 3D-CAD-Anwendungen, wie die indirekte Arbeitsweise, die WIMP Bedienung und frühe Gestaltfestlegung schränken die Kreativität von Produktentwicklerinnen und -entwicklern und damit auch den Gestaltungsspielraum der Vorentwürfe ein. Sie stellen somit aktuell kein optimales Werkzeug zur Gestaltsynthese in der frühen Entwurfsphase dar. Gleichzeitig birgt die frühe, rechnerunterstützte Gestaltung von Vorentwürfen jedoch ein hohes Potential für die Verbesserung der Produktqualität. Das Produkt sowie dessen Funktion und Qualität kann früher im Produktentwicklungsprozess abgesichert werden, da die Geometrie in einer für Rechner bearbeitbaren Form vorliegt. Dies ist mit der aktuell meistverwendeten Form von Vorentwürfen, der Handskizze auf Papier, nicht möglich. Um kreative Gestaltungsmöglichkeiten und digitale Weiterverarbeitung zu kombinieren, wurden in diesem Projekt immersive und natürliche Handinteraktionen in virtueller Realität zur Modellierung von Vorentwürfen erforscht. Hierfür wurden VR-Brillen verwendet, welche mit einem optischen Hand- und Fingersensor ausgestattet sind. Somit kann ohne Controller oder Marker direkt mit den Händen in der virtuellen Realität agiert werden.



Methode zur immersiven und natürlichen Gestaltsynthese von Vorentwürfen.

Es wurde eine durchgängige Methode entwickelt, um aus Grundbausteinen eine Modellskizze zu erstellen. Dafür wurden unter anderem Interaktionen zur Initialisierung, Veränderung, Bewegung und Kombination der geometrischen Körper entwickelt und getestet. Umgesetzt sind sie in einem Demonstrator basierend auf Siemens NX und der Unreal Engine 4.0. Der entwickelte Ansatz wurde in einer Nutzerstudie mit der Modellierung im CAD anhand eines Beispiel-Szenarios verglichen. Dabei waren die Nutzer im Schnitt circa 20 Prozent schneller und haben auch die Nutzbarkeit (Usability) signifikant besser bewertet.
Die entwickelte Methode und ihre positive Evaluation bestärken uns in der Annahme, dass natürliche Interaktionen großes Potential haben, um die virtuelle Produktentwicklung zu bereichern. Weitere Forschungsvorhaben zur engeren Verknüpfung von immersiven und klassischen Arbeitsschritten sind daher in Planung.

Gefördert durch:

Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

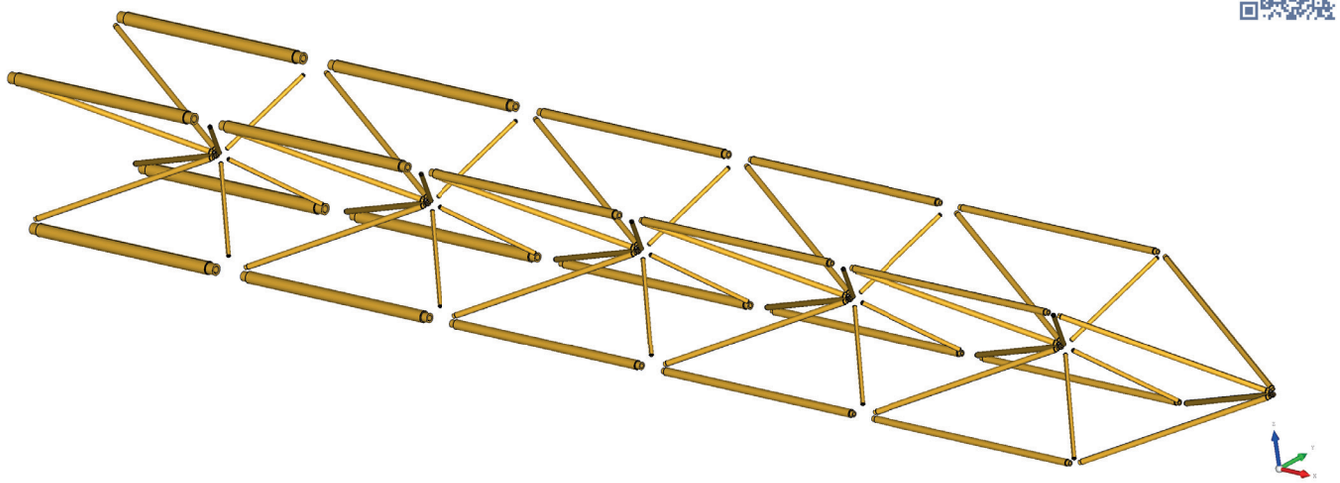
Baukastensystem für CFK-Hybridtragwerke

Forschungsprojekt zur Entwicklung eines innovativen, kostengünstigen CFK-Baukastensystems zur modularen Fertigung von preiswerten Rahmenkonstruktionen mithilfe automatisierter Konstruktionssimulationen im Juli 2021 abgeschlossen.

Bauteile aus kohlenstofffaserverstärkten Kunststoffen (CFK) weisen im Allgemeinen verbesserte Leichtbaueigenschaften gegenüber Stahl- oder Aluminiumbauteilen auf. Entsprechende Bauteile haben zwar in Form von hochspezialisierten Integralbauweisen Einzug gehalten, die klassische Differentialbauweise aus genormten CFK-Profilen hat sich aber bisher im Rahmenbau nicht etabliert. Die Verwendung in Spezialanwendungen erzeugt zudem hohe Kosten für Auslegung, Konstruktion und Fertigung, insbesondere bei geringen Stückzahlen. Durch die Produktion von standardisierten CFK-Profilen können diese Kosten jedoch deutlich gesenkt und konkurrenzfähige Preise zu klassischen Materialen im Rahmenwerksbau erreicht werden.

Die Simulation und Auslegung entsprechender Bauteile aus CFK erfolgt in der Regel mit Hilfe aufwändiger Finite Element Analysen. Für große Baugruppen bzw. Rahmenwerke mit vielen Streben ergeben sich hier im Allgemeinen sehr lange Berechnungszeiten, insbesondere unter Beachtung der anisotropen Materialeigenschaften. Das Ziel dieses Forschungsprojekts war es, eine Methode zu entwickeln, CFK-Hohlprofile modular zu komplizierten Rahmensystem verbinden zu können und diese kostengünstig und anpassbar fertigen zu können.

In Zusammenarbeit mit einem Industriepartner wurden hierfür standardisierte und belastungsoptimierte Profilhalbzeuge aus CFK entwickelt, welche modular in Rahmentragwerken eingesetzt werden können.



Optimierte Traverse in Hybridbauweise unter Nutzung des Baukastensystems.

Mit Hilfe eines eigens entwickelten Auslegungs- und Konstruktionstools können diese Rahmentragwerke aus CFK-Materialien automatisiert simuliert, ausgelegt und sehr effizient optimiert werden. Eine angeschlossene automatische Berechnung der modularen Verbinderelemente und eine automatisierte Erstellung des Feinentwurfs in Form von CAD-Daten vervollständigen den Konstruktionsprozess.

Die entwickelte Methode bietet somit die Möglichkeit preisgünstige und modulare Rahmenkonstruktionen aus dem Leichtbaumaterial CFK zu entwerfen ohne sehr hohe Kosten für Auslegung, Konstruktion und Fertigung in Kauf nehmen zu müssen. Insbesondere bei geringen Stückzahlen eignet sich das entwickelte Werkzeug um Entwicklungszeiten und -kosten signifikant zu reduzieren.

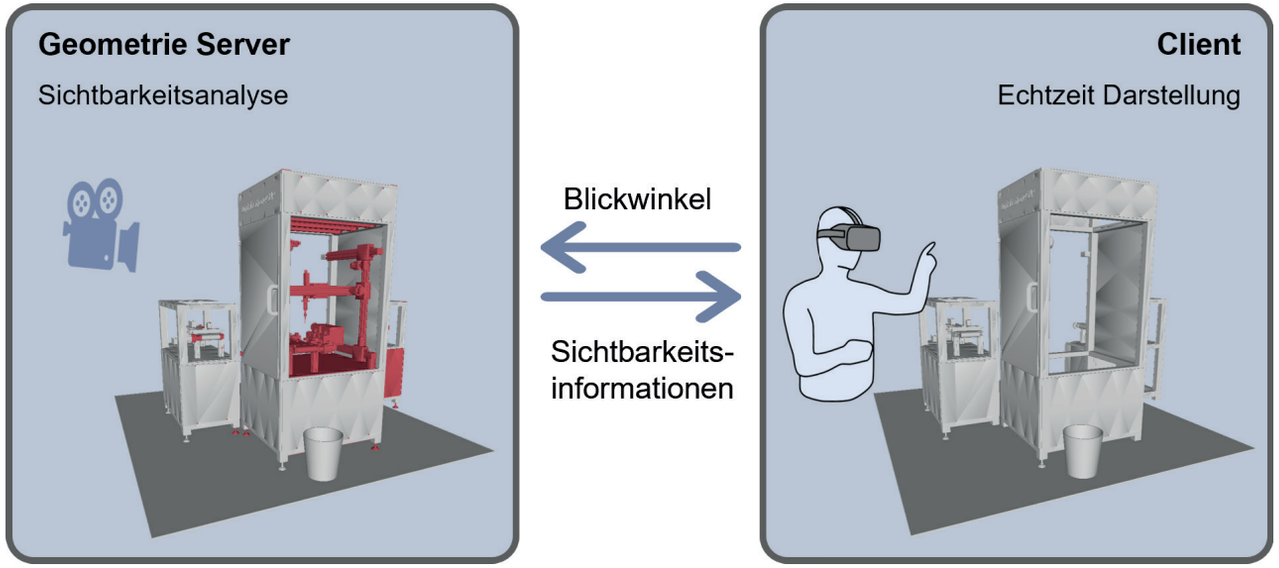
SIEMENS
Ingenuity for life

Server-side culling

Kooperationsprojekt zur sichtbarkeitsbasierten Echtzeit-Vereinfachung komplexer CAD Polygonmodellen zur Darstellung in XR mit Siemens AG im August 2021 abgeschlossen.

Der Bedarf für Technologien zur entfernten Kollaboration ist durch die COVID-19-Pandemie offensichtlich 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 zu 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 wurde am KTmfk an der automatisierten Verarbeitung und Bereitstellung von tessellierten CAD-Daten für die Darstellung auf leistungsschwachen mobilen Endgeräten geforscht. Statische Aufbereitungen bieten bereits Möglichkeiten zur initialen Polygonreduktion. Doch müssen diese Methoden für jedes Modell vor der immersiven Visualisierung durchgeführt werden und können nur gesamtheitlich, d. h. ohne Berücksichtigung des tatsächlichen Nutzerverhaltens, agieren. Gerade bei sehr großen Modellen, durch welche sich in XR bewegt wird, beispielsweise der Digitale Zwilling einer Fabrik, kann auf Basis der Nutzerposition und -blickrichtung erheblich Leistung eingespart werden. Denn zu jedem Zeitpunkt liegen große Anteile der Szene außerhalb des Blickfeldes oder sind verdeckt von näherliegender Geometrie. Ein neuartiger Ansatz erkennt durch eine Echtzeit-Analyse der Szene auf einem leistungsstarken Server eben diese Bereiche. Auf Basis dieser Daten kann die Arbeitslast des vom Nutzer getragenen Endgerät ausgabesensitiv reduziert werden.



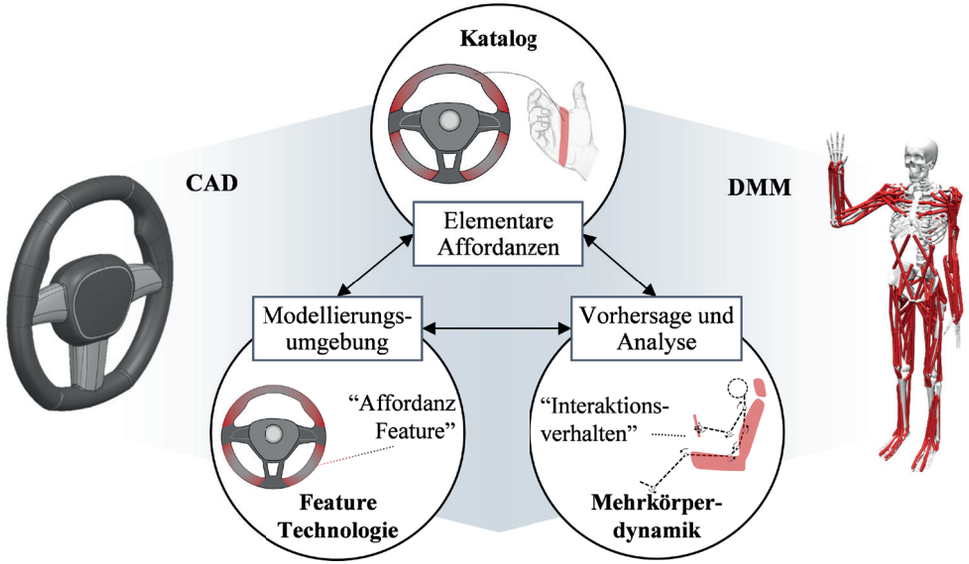
Der Server erkennt aus der Perspektive des Nutzers die verdeckten, rot dargestellten, Geometrien. Diese werden in die Client-Anwendung entfernt, um Performance zu gewinnen.

Affordanzfeatures

Erfolgreicher Abschluss des DFG-Projektes “CAD-Features zur Modellierung und Vorhersage physischer Mensch-Maschine Interaktionen” im Oktober 2021.

Die frühzeitige Berücksichtigung von nutzerzentrierten Faktoren wie Produktergonomie, Gebrauchstauglichkeit oder (Dis-)Komfort gewinnen in der Produktentwicklung zunehmend an Relevanz. Obwohl diese Begriffe vermehrt Einzug in die Lasten- und Pflichtenhefte halten, werden nach wie vor mehrheitlich analoge Methoden wie Nutzertests oder Richtlinien zur Absicherung nutzerzentrierter Anforderungen verwendet. Nutzerzentrierte CAE-Tools kommen hingegen kaum zum Einsatz. Aus diesem Grund wurde im Rahmen des Forschungsprojektes „CAD-Features zur Beschreibung physischer Mensch-Maschine Interaktionen“ die methodische Grundlage für ein Computer Aided Ergonomics Tool unter Verwendung digitaler Menschmodelle erforscht. In insgesamt 2 ¾ Jahren Projektlaufzeit wurde eine Methodik entwickelt, mit welcher sich Interaktionen zwischen digitalen Produktmodellen und digitalen Menschmodellen modellieren und vorhersagen lassen. Dadurch werden proaktive Bewertungen nutzerzentrierter Faktoren am digitalen Produktmodell möglich.

Das entwickelte Interaktionsmodell besteht aus einer Modellierungsumgebung für physische Mensch-Maschine Interaktionen sowie einer Methode zur Körperhaltungsvorhersage und -analyse. Die Modellierungsumgebung wurde als Plugin für die CAD-Software SiemensNX realisiert und ermöglicht es, Produktentwickelnden Interaktionsszenarien in gewohnter CAD-Umgebung intuitiv und zugänglich zu modellieren. Als methodisches Gerüst wird dabei auf das Konzept der Affordanzen zurückgegriffen, welches verwendet werden kann, um Interaktionsmöglichkeiten zu formalisieren. Mithilfe eines Klassifizierungsprozesses, wurde ein Katalog elementarer Affordanzen identifiziert und diese als CAD-Features implementiert. Mithilfe dieser Affordanz-Features lassen sich digitalen Produktmodellen Informationen hinsichtlich deren Interaktionsschnittstellen anhängen. Diese Informationen werden zur Anwendung der Körperhaltungsvorhersage und -analyse benötigt. Diese findet unter Verwendung des Mehrkörpersimulationssystems OpenSim anhand eines muskuloskelettalen Ganzkörpermodells statt. Die relevanten Interaktionsinformationen werden aus dem CAD-System extrahiert und in entsprechende Randbedingungen transformiert. Mithilfe eines Optimierungsalgorithmus kann das Interaktionsverhalten in Form von Körperhaltungen synthetisiert werden. Diese Körperhaltungen lassen sich daraufhin dynamisch analysieren. Ergebnis der dynamischen Analyse sind Muskelkräfte und -aktivierungen, welche eine physiologisch und biomechanisch begründete Analyse der Mensch-Produkt Interaktion ermöglichen.



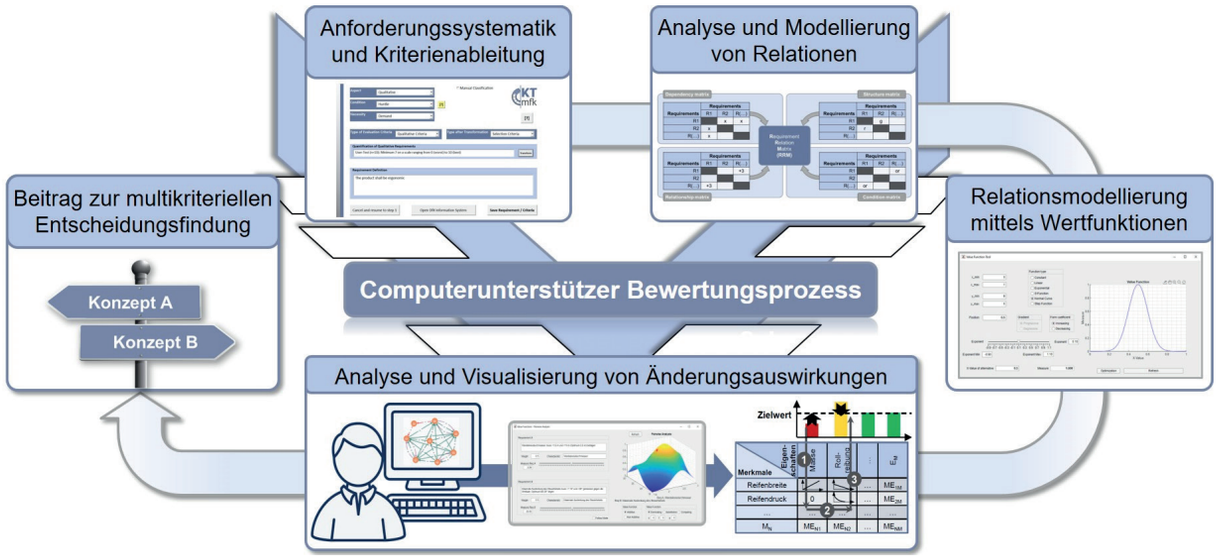
Schematischer Aufbau des prädiktiven Interaktionsmodells zur Modellierung und Vorhersage menschlichen Interaktionsverhaltens.

MuBePro

Das DFG-Projekt zur multikriteriellen Bewertung in der Produktentwicklung endet planmäßig im Dezember 2021.

Der Wandel von vorrangig mechanisch geprägten Produkten hin zu mechatronischen Systemen zieht eine beständig wachsende Komplexität nach sich und erfordert neue Ansätze im Bereich der modellbasierten Systementwicklung (MBSE). Erschwerend durch die zunehmende Individualisierung aufgrund kundenindividueller Erwartungen, stehen Produktentwickelnde vor einer bedeutenden Herausforderung, um alle Anforderungen aus dem gesamten Lebenszyklus in den verschiedenen Entwicklungsschritten zu berücksichtigen. Das dafür notwendige Anforderungsmodell dient als Grundlage für die Produktentwicklung und liefert darunter die Maßgabe für die unterschiedlichen Entscheidungsaufgaben entlang des Entwicklungsprozesses, wie zum Beispiel für eine der konstruierten Produktalternativen. Zudem übernehmen die modellierten Anforderungen die Steuerung von freien Produktparametern. Hierdurch besitzen sie eine direkte Wirkung auf die verschiedenen Produktmerkmale sowie die daraus resultierenden Eigenschaften. Die Erfüllung geforderter Merkmale und Eigenschaften trägt dabei maßgeblich zur Akzeptanz im Markt bei und entscheidet somit über den Erfolg des Produktes.

Motiviert durch diese Herausforderungen, war es die Zielsetzung dieses Forschungsvorhabens, die multikriterielle Bewertung von Lösungsvarianten hinsichtlich aller Anforderungen aus dem Produktlebenszyklus mit Hilfe eines computerbasierten Prozesses zu unterstützen. Mit den erarbeiteten Ergebnissen können Anforderungselemente nun systematisiert und mittels Natural Language Processing (teil-)automatisiert in Kriterien überführt werden, um eine ganzheitliche Berücksichtigung im Bewertungsmodell zu ermöglichen. Der zugrundeliegende Ansatz wurde zudem bereits erfolgreich in den Kontext des Robust Designs und Toleranzmanagements überführt. Darüber hinaus wurden Methoden für die relationale Modellierung zwischen Anforderungen, Merkmalen sowie Eigenschaften entwickelt, welche durch die Verknüpfung mit multiattributiven Wertfunktionen für die Analyse von Änderungen angewendet werden können. Basierend auf den Ergebnissen des multikriteriellen Bewertungsmodells, können Eigenschaftsänderungen sowie deren Auswirkungen nun quantifiziert werden. Produktentwickelnden stehen zudem geeignete Visualisierungsmethoden zur Verfügung, welche die rasche Identifikation (un-)erwünschter Eigenschaftsänderungen unterstützen. Der computerunterstützte Bewertungsprozess erlaubt somit eine systematische Entscheidungsfindung auf Basis des gesamten Anforderungsmodells sowie die zielgerichtete Verbesserung des Produktes hinsichtlich präferierter Eigenschaftsprofile.



Unterstützung des multikriteriellen Bewertungsprozesses mittels der erarbeiteten Ergebnisse aus dem DFG-Projekt MuBePro.

EmpkinS

Start des Sonderforschungsbereichs „Empathokinästhetische Sensorik“ im Juli 2021.

Der Sonderforschungsbereich (SFB) 1483 – Empathokinästhetische Sensorik (EmpkinS) erforscht neuartige Sensortechniken und Datenanalyseverfahren zur empathokinästhetischen Modellbildung und Zustandsbestimmung. So können Erkenntnisse im Bereich biomechanischer, medizinischer und (psycho-) physiologischer Körperfunktionsmodelle sowie deren Wechselwirkungsmechanismen erlangt werden. Über berührungslose Erfassung von Bewegungsparametern des Menschen wird die Wahrnehmung und Bewertung der physiologischen und behavioralen Zustände und Körperfunktionen ermöglicht.
Der Sonderforschungsbereich startete erfolgreich im Juli 2021. Der KTmfk ist innerhalb des SFB mit zwei Teilprojekten vertreten:
Teilprojekt C02: Im Rahmen des SFB wird eine empathokinästhetische Sensorik zur Erfassung von Körperhaltungs-, Bewegungs- und verschiedenen Vitalparametern erforscht. Die Messdaten dieser Sensoren sollen von Unsicherheiten wie beispielsweise Rauschen oder Sprüngen sowie Messartefakten mittels Filterung durch Trackingalgorithmen bereinigt werden. Die Trackingverfahren werden in Verbindung mit individualisierten muskuloskelettalen Menschmodellen erforscht, um multimodale Bewegungsmessdaten physiologisch begründet zu filtern. Dieses Vorgehen ermöglicht eine Bereinigung der gemessenen Bewegung unter Einhaltung der kinematischen und dynamischen Konsistenz. Langfristig wird dadurch die Nutzbarkeit der neu erforschten Sensorik für muskuloskelettale Simulationen gewährleistet.

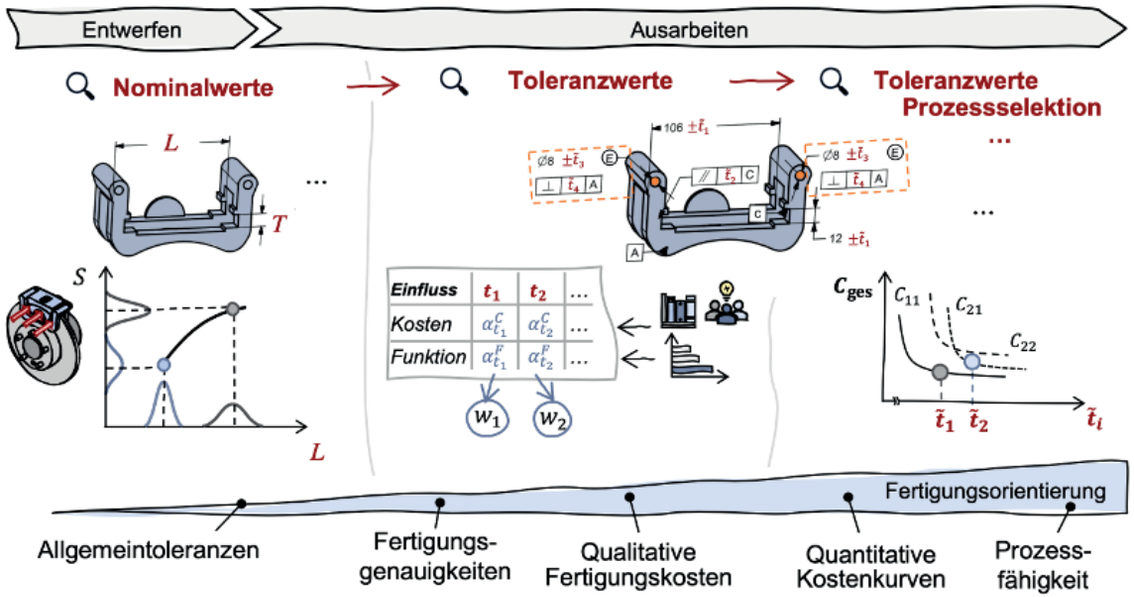
Logo des Sonderforschungsbereiches „Empathokinästhetische Sensorik“.

Teilprojekt C03: Das Gehen auf zwei Beinen ist aus kinästhetischer Sicht eine instabile Bewegung. Physiologisch wird diese Körperfunktion über sensible Körperwahrnehmung erfasst, zentral-neurologisch reguliert und exekutiv-motorisch kontrolliert. In diesem Teilprojekt werden motorische und posturale Kontrollmechanismen erarbeitet, um eine Gleichgewichtsregulation in bestehende muskuloskelettale Menschmodelle zu integrieren. Als Eingangsdaten fungieren dabei die Messwerte der EmpkinS. Diese erweiterten Modelle können perspektivisch dazu genutzt werden, in der klinisch-technischen Forschung Ursache-Wirkungs-Beziehungen von Bewegungseinschränkungen abzubilden. Beispielsweise sollen die Modelle für die Therapieplanung oder -optimierung von Morbus Parkinson herangezogen zu werden können. Dieses Teilprojekt wird in Kooperation mit dem Lehrstuhl für Maschinelles Lernen und Datenanalytik (MaD) und der Molekularen Neurologie des Universitätsklinikums Erlangen realisiert.

OptNeTol

Start des Forschungsvorhabens „OptNeTol: Durchgängige, OPTimierungsbasierte NEnnmaß- und TOLeranzvergabe“ im Juli 2021.

Der Einsatz von Optimierungsmethoden zur Toleranzvergabe trägt maßgeblich zur Entwicklung kostenoptimaler und hochqualitativer Produkte bei. Durch die Formulierung von Optimierungsproblemen und deren Lösung mit Hilfe leistungsstarker Algorithmen können Nennmaße und Toleranzwerte so festgelegt werden, dass das Kostenpotential ausgeschöpft wird und gleichzeitig die hohen Anforderungen an Robustheit, Funktion und Ästhetik gewährleistet werden. So lösen optimierungsbasierte Methoden sukzessive rein qualitative Ansätze ab und schaffen dabei einen unumstrittenen Wettbewerbsvorteil. Obgleich in der vorangegangenen Förderphase eine wichtige Grundlage für den produktiven Einsatz der Toleranz-Kosten-Optimierung im industriellen Umfeld geschaffen werden konnte, kann diese derzeit noch nicht effektiv zur Beantwortung praxisrelevanter Fragestellungen beitragen. Wesentlichen Anteil daran haben der Mangel an effizienten, validen Optimierungsmethoden, die fehlende Verknüpfung der interdisziplinären Methoden sowie deren fehlende Ausrichtung auf praktische Problemstellungen. Daher ist es das Ziel des neu bewilligten DFG-Forschungsvorhabens, Produktentwickelnde zur Vergabe kostenoptimaler Nennmaße und Toleranzwerte für die in der Praxis relevanten Anwendungsfälle zu befähigen. Dies schließt ein, dass die Hürden zur praktischen Anwendung der interdisziplinären und zugleich stark fachspezifischen Methoden der Nennmaß- und Toleranzoptimierung weitestgehend eliminiert sind. Dabei sollen gezielt innovative Methoden entwickelt werden, die bislang unberücksichtigte, jedoch für den praktischen Einsatz zwingend notwendige Aspekte, wie z. B. Form- und Lagetoleranzen oder den Umgang mit fehlenden oder unsicheren Kosteninformationen, adressieren. Da die Optimierungsprobleme jedoch nur durch den Einsatz leistungsstarker, Sampling-basierter Optimierungsalgorithmen gelöst werden können, steht auch die Entwicklung und Verknüpfung von Methoden zur Steigerung der Effizienz bei der Ermittlung valider Optimierungsergebnisse im Fokus. Die einzelnen entwickelten Methoden werden abschließend mit Hilfe einer gemeinsamen, interdisziplinären Wissensbasis in einem Softwaredemonstrator verknüpft und deren Anwendbarkeit in Nutzerstudien evaluiert. So werden die derzeit noch offenen Forschungslücken geschlossen, die einem Wandel vom Expertentool für die bloße Toleranz-Kosten-Optimierung zum durchgängigen, optimierungsunterstützten Toleranzmanagement noch im Wege stehen.



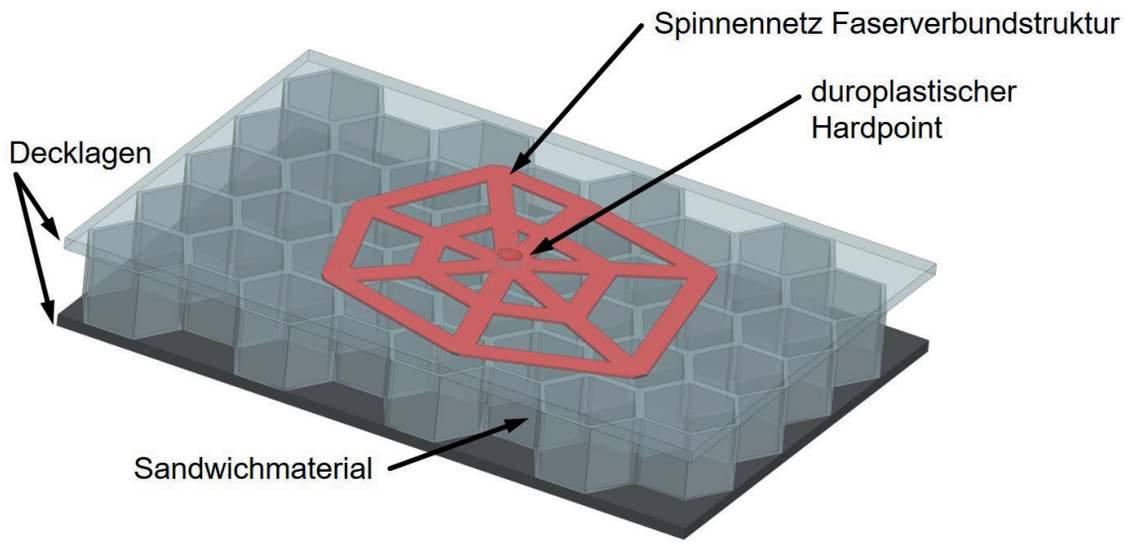
Durchgängiger Einsatz leistungsfähiger Samplingverfahren und Optimierungsalgorithmen zur optimalen Festlegung von Nennmaßen und Toleranzwerten.

SpiFa

Start des im Rahmen des Zentralen Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) geförderten Kooperationsprojektes des KTmfk zur Entwicklung einer neuartigen Leichtbau-Trennwand für Luftfahrzeuge im September 2021.

Die Luftfahrtbranche ist seit jeher ein Treiber von Leichtbau-Innovationen. Sie ist deshalb auch eine der führenden Branchen im Bereich Leichtbauwerkstoffe. Dies zeigt sich unter anderem am Anteil der eingesetzten Leichtbauwerkstoffe, wie Kohlenstofffaserverstärkter Kunststoffe (CFK), welche schon heute bei aktuellen Flugzeugen über 50 % des Materialanteils ausmachen. Um dem hohen Leichtbaudruck gerecht zu werden, müssen Leichtbaupotentiale an jeglichen Bauteilen eines Luftfahrzeugs geprüft werden.

Hier setzt das ZIM-Projekt „SpinnennetzFaserverbund: Entwicklung einer neuartigen Leichtbau-Trennwand für Luftfahrzeuge auf Basis eines neuartigen Lasteintrages aus Duroplast-Hardpoints sowie Faserverbund-Tapes mit Spinnennetz-Struktur zwecks Gewichtsersparnis von mindestens 5%“ an. In diesem sollen neuartige Lasteinleitungselemente für Luftfahrzeug Trennwände erforscht werden. Bisherige Trennwände bestehen aus einem sogenannten Sandwichmaterial, welches aus CFK Decklagen und einem Wabenkern aufgebaut ist. Dies ermöglicht eine leichte Bauweise der Trennwände. Jedoch müssen an den Lasteinleitungen große Bereiche mit einer Füllmasse ausgefüllt werden, um anschließend metallische Lasteinleitungselemente einbringen zu können. In dem Projekt „SpinnennetzFaserverbund“ soll eine neuartige Lasteinleitung entwickelt werden, welche aus einem duroplastischen Hardpoint zur Lasteinleitung und einer spinnennetzförmigen Faserverbundstruktur zur Verteilung der Lasten auf die Deckschichten besteht. Die zu entwickelnde Lasteinleitung hat eine Gewichtsreduzierung gegenüber der konventionellen Bauweise zum Ziel, welche durch das optimierte Spinnennetz und die gezielte Lasteinleitung durch die Hardpoints realisiert werden soll.



Konzept einer spinnennetzförmigen Lasteinleitung.

Zusammen mit den Partnern 3D ICOM Technologies GmbH & Co. KG, KMS GmbH & Co. KG und dem Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik der TU Dresden wird im Rahmen des Projekts an verschiedenen Themen zur Auslegung und Optimierung, Fertigung, Automatisierung und dem Werkzeugbau geforscht. Der Lehrstuhl für Konstruktionstechnik übernimmt innerhalb des Konsortiums die Erforschung bionischer Auslegungsmethoden, welche die Prinzipien von Spinnennetzen in eine Simulations- und Optimierungsumgebung übertragen. Dies soll am Ende des Projekts in Form eines Softwaredemonstrators umgesetzt werden, welcher zur Auslegung einer Luftfahrzeug Trennwand zum Einsatz kommen soll.

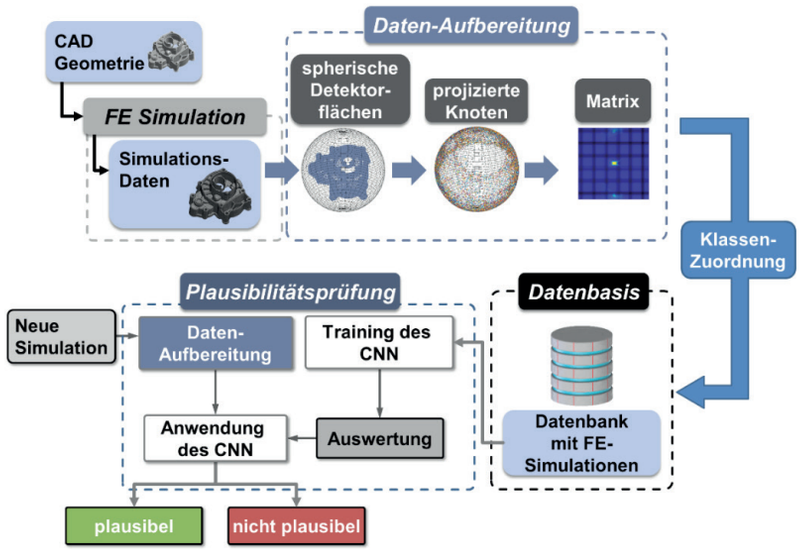
Plausibilitätsprüfung

Start des DFG-Projektes zur Entwicklung einer Methode zur Plausibilitätsprüfung linearer strukturmechanischer Finite-Elemente-Simulationen mittels Deep Learning im Oktober 2021.

Das neu gestartete Forschungsvorhaben befasst sich mit der Überprüfung linearer strukturmechanischer Finite-Elemente-Simulationen (FE-Simulationen) hinsichtlich ihrer Plausibilität unter Verwendung von Verfahren des maschinellen Lernens.

FE-Simulationen werden in der Produktentwicklung zunehmend von Anwenderinnen und Anwendern ohne vertieftes Knowhow zur simulativen Absicherung des späteren Produktverhaltens eingesetzt. Dies liegt einerseits in der zunehmenden Benutzerfreundlichkeit der FE-Programme begründet, andererseits stehen den Industrieunternehmen in der Regel nicht ausreichend Berechnungsingenieuren zur Verfügung. Weiterhin zwingt der Drang nach kürzeren Entwicklungszeiten, bedingt durch eine erhöhte Variantenvielfalt und eine sinkende Produkteinführungszeit, immer mehr CAD-Konstrukteure Aufgaben aus der Berechnung zu übernehmen. Eine automatische Plausibilitätsprüfung von FE-Simulationen zur Erkennung von offensichtlich falschen Ergebnissen stellt daher eine vielversprechende Verbesserung für die Produktentwicklung dar und verhindert, dass Fehlentscheidungen aufgrund von nicht plausiblen Simulationsergebnissen getroffen werden. Berechnungsexpertinnen und -experten übernehmen anschließend die finale Absicherung des Produktes, ohne unnötige Iterationsschleifen zwischen Berechnung und Konstruktion zu drehen.

Bei der Klassifikation von FE-Simulationen in plausibel und nicht plausibel gilt es zahlreiche Einflussgrößen zu berücksichtigen. Die Zusammenhänge zwischen den Eingangsgrößen und den Zielgrößen einer numerischen Berechnung sind häufig komplex und nichtlinear. Insbesondere vielschichtige Convolutional Neural Networks (CNN) sind in der Lage diese Zusammenhänge, unter Zuhilfenahme von großen Datenmengen, abzubilden. Die relevanten FE-Größen müssen rechnerverarbeitbar an das CNN übergeben werden, wofür die Projektionsmethode zum Einsatz kommt. Bei der Klassifikation von beliebigen FE-Simulationen in plausibel bzw. nicht plausibel handelt es sich um ein stark grundlagenorientiertes Themenfeld, insbesondere aufgrund der Verwendung und Optimierung vielschichtiger Künstlicher Neuronaler Netze sowie der Integration einer Methode zur Erkennung von Singularitäten in FE-Simulationen.

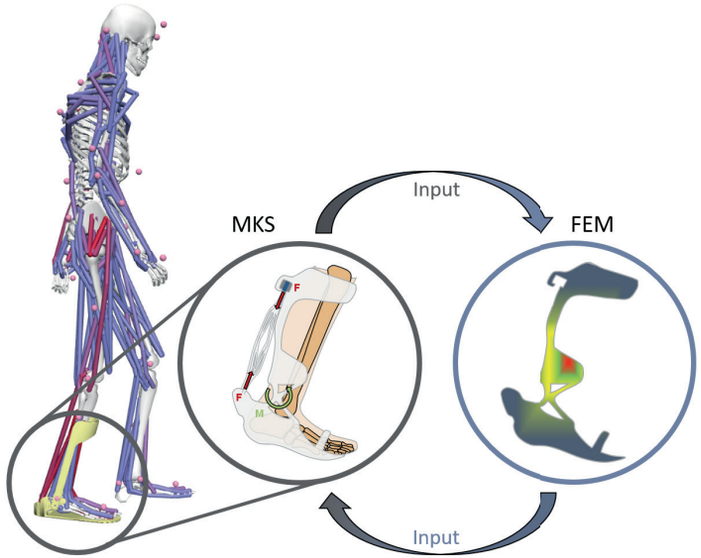


Mögliche Umsetzung der Methode zur Plausibilitätsprüfung im Forschungsprojekt.

Orthesen

Das DFG geförderte Forschungsprojekt zur Auslegung passiver, strukturoptimierter Orthesen zur Behandlung bzw. Kompensation pathophysiologischer Bewegungsmuster ist im Oktober 2021 erfolgreich gestartet

Die Fähigkeit koordinierte Bewegungen auszuführen, ist ein zentraler Faktor im alltäglichen Leben der Menschen. Möglich wird dies durch die zielgerichtete Steuerung der großen Anzahl an Muskeln im menschlichen Körper durch das Gehirn. Verschiedene Ereignisse, wie Traumata, Schlaganfälle etc., können jedoch die Nervenstrukturen schädigen und damit motorische Störungen bedingen. Je nach Ort und Ausmaß der Schädigung ist die Muskelfunktion entweder vollständig (Paralyse) oder teilweise (Parese) beeinträchtigt. Häufig betroffen ist dabei die Unterschenkelmuskulatur, was ein pathophysiologisches Bewegungsmuster - das „Foot-Drop-Syndrom“- zur Folge hat. Die Behandlung dessen erfolgt bevorzugt mittels Sprunggelenksorthesen. Aktive Orthesen ermöglichen dabei unter Zuhilfenahme entsprechender Aktoren die Unterstützung beider Gelenk-Drehrichtungen. Die notwendigen Aktoren und Steuerungseinheiten gehen jedoch mit einer Gewichtszunahme einher, welche gepaart mit einer nicht-trivialen Energieversorgung nachteilig für Anwenderinnen und Anwender sind. Passive Orthesen sind dagegen leicht und integral, stabilisieren bzw. stützen jedoch meistens lediglich das Sprunggelenk. Aus diesem Grund soll im Rahmen dieses Forschungsprojektes eine Methodik erarbeitet werden, mit der sich die Auslegung passiver Sprunggelenksorthesen zur Unterstützung beider Gelenk-Drehrichtungen realisieren lässt. Die Untersuchung und Bewertung der Methode bzw. der Designvorschläge für die Orthese erfolgt dabei anhand muskuloskelettaler Menschmodelle und FEM-basierter Strukturoptimierung. Weiterhin soll zur Aufbringung der notwendigen Unterstützung beider Gelenk-Drehrichtungen die Orthese mit Faserverbundkunststoff (FVK)-Leichtbaustrukturen versehen werden. Demnach stellt sich das Vorhaben als eine lehrstuhlinterne Kooperation zwischen den Arbeitsgruppen Leichtbau und Nutzerzentrierte Produktentwicklung dar. Kernziel des Forschungsprojektes ist die Entwicklung einer Methodik, mit der die Strukturen so ausgelegt werden können, dass deren Strukturantwort in Symbiose mit dem Gangverhalten der Patientinnen und Patienten steht und somit eine bestmögliche Behandlung bzw. Kompensation des pathophysiologischen Gangmusters ermöglicht. Dazu soll eine Kopplung zwischen einem FE-Modell der Orthese und einem muskuloskelettalem Menschmodell zur Abbildung des physiologischen und pathophysiologischen Ganges erfolgen. Außerdem soll im Rahmen des Projektes mit Hilfe der Methodik ein optimiertes Orthesendesign identifiziert, prototypisch gefertigt und anhand eines geeigneten Prüfaufbaus evaluiert werden, um die Funktionalität und Sicherheit der Orthese zu gewährleisten.



Entwicklung einer Methodik zur Kopplung von Finite Elemente Methode (FEM) und muskuloskelettaler Mehrkörpersimulation (MKS) für die Simulation und Auslegung einer passiven Sprunggelenksorthese.

VERÖFFENTLICHUNGEN

Veröffentlichungen 2021
gelistet in

Scopus

Fleischmann, C.; Scherb, D.; Leher, I.; Wolf, A.; Miehling, J.; Wartzack, S.; Sesselmann, S. (2021): *Segmentation of musculotendinous structures of the hip from 3d imaging for patient-specific individualization of biomechanical simulations.* In: Advances in Intelligent Systems and Computing 1253 AISC, S. 331–337. DOI: 10.1007/978-3-030-55307-4_50.

Schröppel, T.; Miehling, J.; Wartzack, S. (2021): *The role of product development in the battle against product-related stigma–a literature review.* In: Journal of Engineering Design 32 (5), S. 247–270. DOI: 10.1080/09544828.2021.1879031.

Voelkl, H.; Wartzack, S. (2021): *Systematic development of load-path dependent FLM-FRP lightweight structures.* In: Des. Sci. DOI: 10.1017/dsj.2021.9.

Qie, Y.; Bickel, S.; Wartzack, S.; Schleich, B.; Anwer, N. (2021): *A function-oriented surface reconstruction framework for reverse engineering.* In: CIRP Annals 70 (1), S. 135–138. DOI: 10.1016/j.cirp.2021.04.016.

Schröppel, T.; Endress, F.; Köpken, I.; Miehling, J.; Wartzack, S. (2021): *Structured ergonomic guidance in early design phases by analysing the user-product interaction.* In: Ergonomics. DOI: 10.1080/00140139.2021.1925352.

Hallmann, M.; Schleich, B.; Wartzack, S. (2021): *Sampling-based tolerance analysis: The key to establish tolerance-cost optimization in the product development process.* In: Procedia CIRP 100. DOI: 10.1016/j.procir.2021.05.123.

Fechter, M.; Schleich, B.; Wartzack, S. (2021): *Comparative evaluation of WIMP and immersive natural finger interaction: a user study on CAD assembly modeling.* In: Virtual Reality. DOI: 10.1007/s10055-021-00543-0.

Wolf, A.; Wagner, Y.; Oβwald, M.; Miehling, J.; Wartzack, S. (2021): *Simplifying Computer Aided Ergonomics: A User-Product Interaction-Modeling Framework in CAD Based on a Taxonomy of Elementary Affordances.* In: IISE Transactions on Occupational Ergonomics and Human Factors. DOI: 10.1080/24725838.2021.1941433.

Heling, B.; Schleich, B.; Wartzack, S. (2021): *Procedure for the validation of tolerance analysis methods of mechanisms [Vorgehen zur validierung von toleranzanalyseverfahren von mechanismen].* In: Konstruktion 2021 (7-8), S. 66–70.

Hallmann, M.; Schleich, B.; Wartzack, S. (2021): *Process and machine selection in sampling-based tolerance-cost optimisation for dimensional tolerancing.* In: International Journal of Production Research. DOI: 10.1080/00207543.2021.1951867.

Briard, T.; Jean, C.; Aoussat, A.; Véron, P.; Le Cardinal, J.; Wartzack, S. (2021): *Data-driven design challenges in the early stages of the product development process.* In: Proc. Des. Soc. 1, S. 851–860. DOI: 10.1017/pds.2021.85.

Gerschütz, B.; Spießl, B. V. M.; Schleich, B.; Wartzack, S. (2021): *An adapted method for design process capturing to meet the challenges of digital product development.* In: Proc. Des. Soc. 1, S. 365–374. DOI: 10.1017/pds.2021.37.

Zirngibl, C.; Schleich, B.; Wartzack, S. (2021): *Approach for the automated and data-based design of mechanical joints.* In: Proc. Des. Soc. 1, S. 521–530. DOI: 10.1017/pds.2021.52.

Bickel, S.; Schleich, B.; Wartzack, S. (2021): *Detection and classification of symbols in principle sketches using deep learning.* In: Proc. Des. Soc. 1, S. 1183–1192. DOI: 10.1017/pds.2021.118.

Goetz, S.; Horber, D.; Schleich, B.; Wartzack, S. (2021): *Simultaneous definition of key characteristics in order to facilitate robust design in early product development stages.* In: Proc. Des. Soc. 1, S. 2691–2700. DOI: 10.1017/pds.2021.530.

Harlan, J.; Schleich, B.; Wartzack, S. (2021): *A systematic collection of natural interactions for immersive modeling from building blocks.* In: Proc. Des. Soc. 1, S. 283–292. DOI: 10.1017/pds.2021.29.

Horber, D.; Schleich, B.; Wartzack, S. (2021): *Procedure model for structured relational modeling of requirements to support requirements-oriented decision making.* In: Proc. Des. Soc. 1, S. 2439–2448. DOI: 10.1017/pds.2021.505.

Eifler, T.; Schleich, B. (2021): *A robust design research landscape - Review on the importance of design research for achieving product robustness.* In: Proc. Des. Soc. 1, S. 211–220. DOI: 10.1017/pds.2021.22.

Walter, L.; Schleich, B.; Wartzack, S. (2021): *An approach for semi-automatic redesign of mechatronic products by multidisciplinary optimisation.* In: Proc. Des. Soc. 1, S. 385–394. DOI: 10.1017/pds.2021.39.

Wilking, F.; Schleich, B.; Wartzack, S. (2021): *Digital twins - Definitions, classes and business scenarios for different industry sectors.* In: Proc. Des. Soc. 1, S. 1293–1302. DOI: 10.1017/pds.2021.129.

Spruegel, T. C.; Bickel, S.; Schleich, B.; Wartzack, S. (2021): *Approach and application to transfer heterogeneous simulation data from finite element analysis to neural networks.* In: Journal of Computational Design and Engineering 8 (1), S. 298–315. DOI: 10.1093/jcde/qwaa079.

Aderiani, A. R.; Hallmann, M.; Wärmefjord, K.; Schleich, B.; Söderberg, R.; Wartzack, S. (2021): *Integrated tolerance and fixture layout design for compliant sheet metal assemblies.* In: Applied Sciences (Switzerland) 11 (4), S. 1–18. DOI: 10.3390/app11041646.

Schaechtl, P.; Schleich, B.; Wartzack, S. (2021): *Statistical tolerance analysis of 3d-printed non-assembly mechanisms in motion using empirical predictive models.* In: Applied Sciences (Switzerland) 11 (4), S. 1–18. DOI: 10.3390/app11041860.

Weikert, T.; Wartzack, S.; Baloglu, M. V.; Willner, K.; Gabel, S.; Merle, B. et al. (2021): *Evaluation of the surface fatigue behavior of amorphous carbon coatings through cyclic nanoindentation.* In: Surface and Coatings Technology 407. DOI: 10.1016/j.surfcoat.2020.126769.

Rothammer, B.; Marian, M.; Rummel, F.; Schroeder, S.; Uhler, M.; Kretzer, J. P. et al. (2021): *Rheological behavior of an artificial synovial fluid – influence of temperature, shear rate and pressure.* In: Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials 115. DOI: 10.1016/j.jmbbm.2020.104278.

Franz, M.; Schleich, B.; Wartzack, S. (2021): *Tolerance management during the design of composite structures considering variations in design parameters.* In: International Journal of Advanced Manufacturing Technology 113 (5-6), S. 1753–1770. DOI: 10.1007/s00170-020-06555-5.

Walter, M.S.J.; Klein, C.; Heling, B.; Wartzack, S. (2021): *Statistical tolerance analysis—a survey on awareness, use and need in german industry.* In: Applied Sciences (Switzerland) 11 (6). DOI: 10.3390/app11062622.

Marian, M.; Orgeldinger, C.; Rothammer, B.; Nečas, D.; Vrbka, M.; Křupka, I. et al. (2021): *Towards the understanding of lubrication mechanisms in total knee replacements – Part II: Numerical modeling.* In: Tribology International 156. DOI: 10.1016/j.triboint.2020.106809.

Nečas, D.; Vrbka, M.; Marian, M.; Rothammer, B.; Tremmel, S.; Wartzack, S. et al. (2021): *Towards the understanding of lubrication mechanisms in total knee replacements – Part I: Experimental investigations.* In: Tribology International 156. DOI: 10.1016/j.triboint.2021.106874.

Hinz, L.; Metzner, S.; Müller, P.; Schulte, R.; Besserer, H.-B.; Wackenrohr, S. et al. (2021): *Fringe projection profilometry in production metrology: A multi-scale comparison in sheet-bulk metal forming.* In: Sensors 21 (7). DOI: 10.3390/s21072389.

Hetzel, A.; Schulte, R.; Vogel, M.; Lechner, M.; Besserer, H.-B.; Maier, H. J. et al. (2021): *Functional analysis of components manufactured by a sheet-bulk metal forming process.* In: Journal of Manufacturing and Materials Processing 5 (2). DOI: 10.3390/jmmp5020049.

Rothammer, B.; Neusser, K.; Marian, M.; Bartz, M.; Krauß, S.; Böhm, T. et al. (2021): *Amorphous carbon coatings for total knee replacements—part i: Deposition, cytocompatibility, chemical and mechanical properties.* In: Polymers 13 (12). DOI: 10.3390/polym13121952.

Rothammer, B.; Marian, M.; Neusser, K.; Bartz, M.; Böhm, T.; Krauß, S. et al. (2021): *Amorphous carbon coatings for total knee replacements—part ii: Tribological behavior.* In: Polymers 13 (11). DOI: 10.3390/polym13111880.

Yao, Z.; Molz, C.; Sänger, J.; Miehling, J.; Germann, R.; Wartzack, S. et al. (2021): *Co-simulation model for user-centered development of support systems [Co-Simulationsmodell zur nutzerzentrierten Entwicklung von Unterstützungssystemen Am Beispiel von Tätigkeiten in und über Kopfhöhe mit einem Schulter-Exoskelett und einem Akkuschrauber].* In: ZWF Zeitschrift fuer Wirtschaftlichen Fabrikbetrieb 116 (9), S. 594–598. DOI: 10.1515/zwf-2021-0085.

Marian, M.; Shah, R.; Gashi, B.; Zhang, S.; Bhavnani, K.; Wartzack, S.; Rosenkranz, A. (2021): *Exploring the lubrication mechanisms of synovial fluids for joint longevity – A perspective.* In: Colloids and Surfaces B: Biointerfaces 206. DOI: 10.1016/j.colsurfb.2021.111926.

Goetz, S.; Roth, M.; Schleich, B. (2021): *Early robust design — its effect on parameter and tolerance optimization.* In: Applied Sciences (Switzerland) 11 (20). DOI: 10.3390/app11209407.

Dworschak, F.; Kügler, P.; Schleich, B.; Wartzack, S. (2021): *Model and Knowledge Representation for the Reuse of Design Process Knowledge Supporting Design Automation in Mass Customization.* In: Applied Sciences 11 (21), S. 9825. DOI: 10.3390/app11219825

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

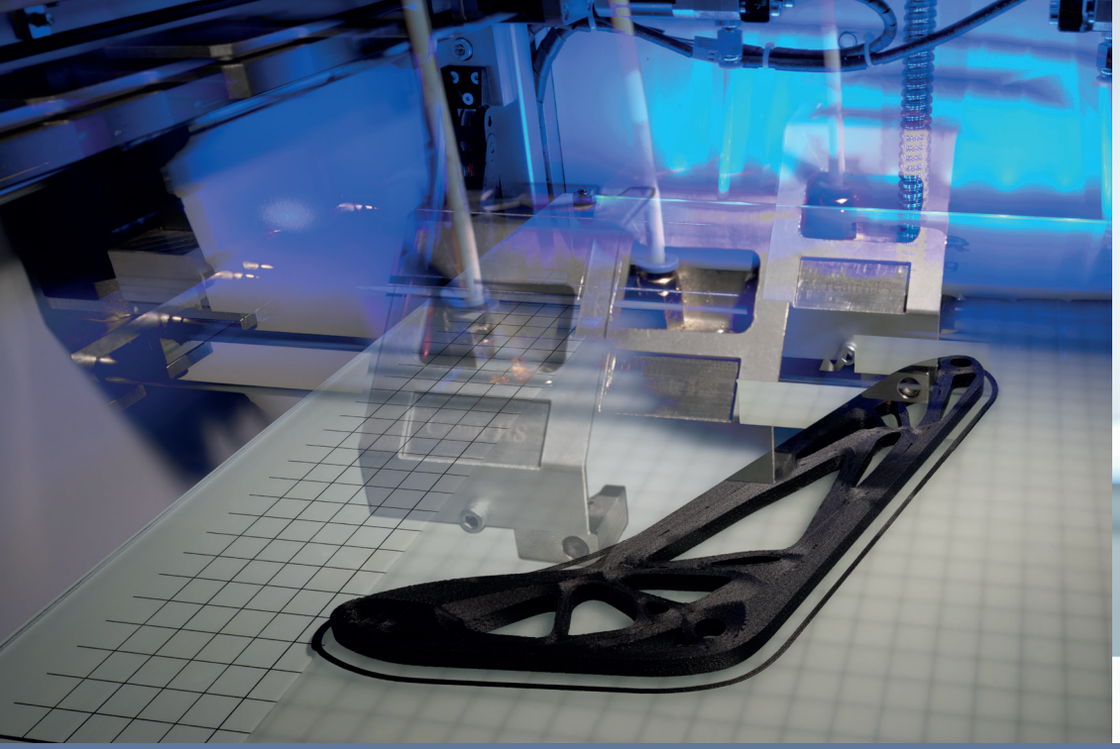
- Reibungs- und Verschleißuntersuchungen an Wälzlagern
- Kontaktmodellierung und -simulation
- Entwicklung und Konstruktion spezialisierter Prüfstände
- Auslegung und Optimierung von Lagerungen und Schmierungskonzepten
- Schichtentwicklung und -auswahl
- Tribologische Modell- und Bauteilversuche
- Dimensionierungsgrundlagen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

MOMENTE IN 2021

KT
mfk
Spalter

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

Bildnachweis
Thomas Riese Photography: Seiten 1, 4, 5, 6, 10, 19, 34, 60
Für alle weiteren Bilder des Forschungsreportes liegt das Urherberrecht beim Lehrstuhl für Konstruktionstechnik.



KT mfk