

lpl news

Lehrstuhl für Produktentwicklung und Leichtbau

ISSN 2568-9843 – Juli 2018 – Jahrgang 1 – Nr. 02

Aktuelle Themenübersicht des LPL

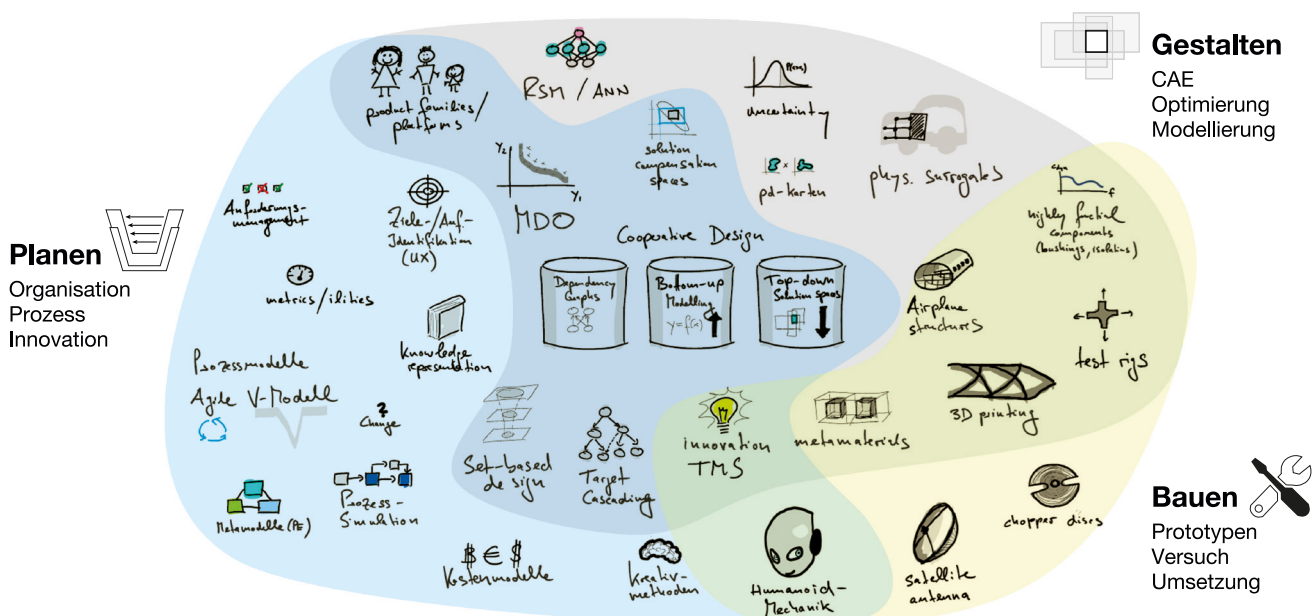
Markus Zimmermann

Sieben Monate nach der Neugründung des Lehrstuhls für Produktentwicklung und Leichtbau verdichten sich die Schwerpunkte bzgl. Forschung und Lehre. Eine Skizze der Themenlandschaft gibt Überblick.

Die Landschaft der aktuellen und künftigen Themen des LPL ist umfangreich. Einige Themen wurden von den ehemaligen Lehrstühlen und deren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern übernommen, viele entstanden und entstehen

durch neue Ideen & Impulse mit der Neugründung. Die Gemeinsamkeit aller liegt darin, dass sie die Gestaltung und Optimierung komplexer technischer Systeme unterstützen. Zur Gliederung und besseren Übersicht wurden Sie in die Bereiche Planen, Gestalten und Bauen unterteilt (siehe Bild).

Der Bereich *Planen* umfasst Themen aus dem Kontext Produktentwicklung mit Bezug zu Organisation, Prozess und Innovation. Neben Prozessmodellen und -modellierung sind hier auch die Themen Kosten und Kreativmethoden beheimatet.



Die Themen des LPL

Der Bereich *Gestalten* beinhaltet CAE, Simulation und Modellierung, also vorwiegend quantitative Ansätze, die den Entwicklungsprozess unterstützen. Neben klassischen Modellierungsthemen (phys. surrogates, uncertainty) befinden sich hier Optimierungsverfahren wie multidisciplinary design optimization (MDO) und Plattform-/Modulentwicklung im Überlappungsbereich mit dem Bereich Planen.

Der Bereich *Bauen* besteht aus Prototypenbau, Versuch und allen Aktivitäten, die Umsetzung und Konkretisierung von Ingenieursentwicklungen betreffen. Hier befinden sich Leichtbauthemen, wie Satellitenreflektoren und schnell drehende CFK-Scheiben, aber auch geplante Versuchsaufbauten zur Vermessung der dynamischen Eigenschaften schwach gedämpfter mechanischer Komponenten. Weiterhin wird sich der LPL am Humanoid-Roboter-Projekt Roboy beteiligen, da sich hier in der Praxis Methoden, Entwicklungsprozesse, Innovation und Leichtbau-Prototypenbau auf natürliche Weise ergänzen.

In der Mitte der Themenlandschaft ist die Vernetzte Auslegung (Cooperative Design) dargestellt, ein Entwicklungsvorgehen mit quantitativen Werkzeugen, das

mit einer neuen Sichtweise die Welt des Leichtbaus mit der der Produktentwicklung verbindet. Es ist besonders geeignet für die Gestaltung komplexer Systeme (siehe auch Artikel „Vernetzte Auslegung“ in dieser Ausgabe).

Planen – Gestalten – Bauen ist gleichzeitig als Programmatik zu verstehen, die darauf zielt, unterschiedliche Sichtweisen der Entwicklung miteinander zu verbinden. Projekte und Forschungsaktivitäten können darin als Bausteine eingegliedert werden und tragen zu einem systematischen und ganzheitlichen Entwickeln optimierter komplexer Systeme bei.

Schlagwörter

Ausrichtung LPL, Planen, Gestalten, Bauen

Ansprechpartner

Markus Zimmermann, Tel. 089 289-15151
zimmermann@tum.de

Weitere Informationen

www.mw.tum.de/lpl/

Inhalt

| | |
|---|----|
| Aktuelle Themenübersicht des LPL | 1 |
| Lehrveranstaltungen am Lehrstuhl für Produktentwicklung und Leichtbau | 3 |
| Vernetzte Auslegung: Quantifizierung des V-Modells | 4 |
| Abschluss der ersten Phase im Projekt IDAGMED – Die interdisziplinäre agile Medizintechnikentwicklung | 5 |
| 7 Semester Think.Make.Start. – und es geht weiter...! | 6 |
| Bionik meets Agile Produktentwicklung: Entwicklung einer Bananenschälmaschine | 7 |
| Successful EuroTech collaboration with the Technical University of Denmark (DTU) on engineering design and data science | 8 |
| Vorlesung: Multidisciplinary Design Optimization | 9 |
| Neues Forschungsprojekt Strubatex | 10 |
| Neuerscheinungen des Lehrstuhls | 11 |
| Ausgewählte Veröffentlichungen | 12 |
| Neue Mitarbeiter am LPL | 13 |
| Veranstaltungskalender | 16 |
| Impressum | 16 |

Lehrveranstaltungen am Lehrstuhl für Produktentwicklung und Leichtbau

Dr.-Ing. Helena Hashemi Farzaneh

Die Lehrveranstaltungen der beiden ehemaligen Lehrstühle werden zu einem neuen Lehrportfolio zusammengeführt.

Das neue Lehrportfolio vermittelt Kompetenzen aus den drei Themenfeldern des Lehrstuhls: *Planen*, *Gestalten* und *Bauen*. Dazu wurden und werden die meisten Bachelor- und Mastermodule grundlegend überarbeitet (in der Abbildung gekennzeichnet durch „...next“).

Planen

Die Planung des Produktentwicklungsprozesses erfordert Kompetenzen aus den Bereichen Organisation, Prozess und Innovation. Diese werden insbesondere in den Master-Modulen *Methoden der Produktentwicklung* (MPE *next*), *Kostenmanagement* (KOMA) und *Management von Geschäftsstrategien* (MGS) vermittelt. Das Master-Modul *Multidisciplinary Design Optimization* (MDO *next*) und das Bachelor-Modul *Produktentwicklung und Konstruktion* (PuK *next*) vermitteln Kompetenzen aus den Querschnittsbereichen Planen und Gestalten. Um bei PuK *next* einen stärkeren Praxisbezug herzustellen, werden die Studierenden ab nächstem Sommersemester in Teamarbeit ein Produktkonzept entwickeln, das für die Konstruktionsübungen des Bachelor-Moduls Maschinenelemente I (Lehrstuhl für Maschinenelemente) genutzt werden kann.

Gestalten

MDO *next* wurde bereits überarbeitet und wird dieses Semester mit neuen Themen angeboten, wie zum Beispiel Vernetzte Auslegung und aktuellen Aspekten der systematischen Gestaltung komplexer Systeme. Zusätzlich zu MDO *next* und PuK *next* vermittelt das Bachelor-Modul *Leichtbau next* sowie das Master-Praktikum *FEM* Kompetenzen aus den Bereichen CAE, Optimierung und Modellierung.

Bauen

Im Themenfeld Bauen werden Kompetenzen zum Bau von Prototypen, Versuchen und der weiteren Umsetzung vermittelt. Dazu eignen sich Praktika am besten. Der Lehrstuhl plant daher ab dem kommenden Studienjahr die Fortführung der Praktika *Leichtbau* und *Think.Make.Start.* (TMS) im Makerspace. Darüber hinaus wird eine Geschwisterveranstaltung konzipiert, die TMS in einem weiteren Format anbietet (zum Beispiel semesterbegleitend oder themenspezifisch).

Schlagwörter

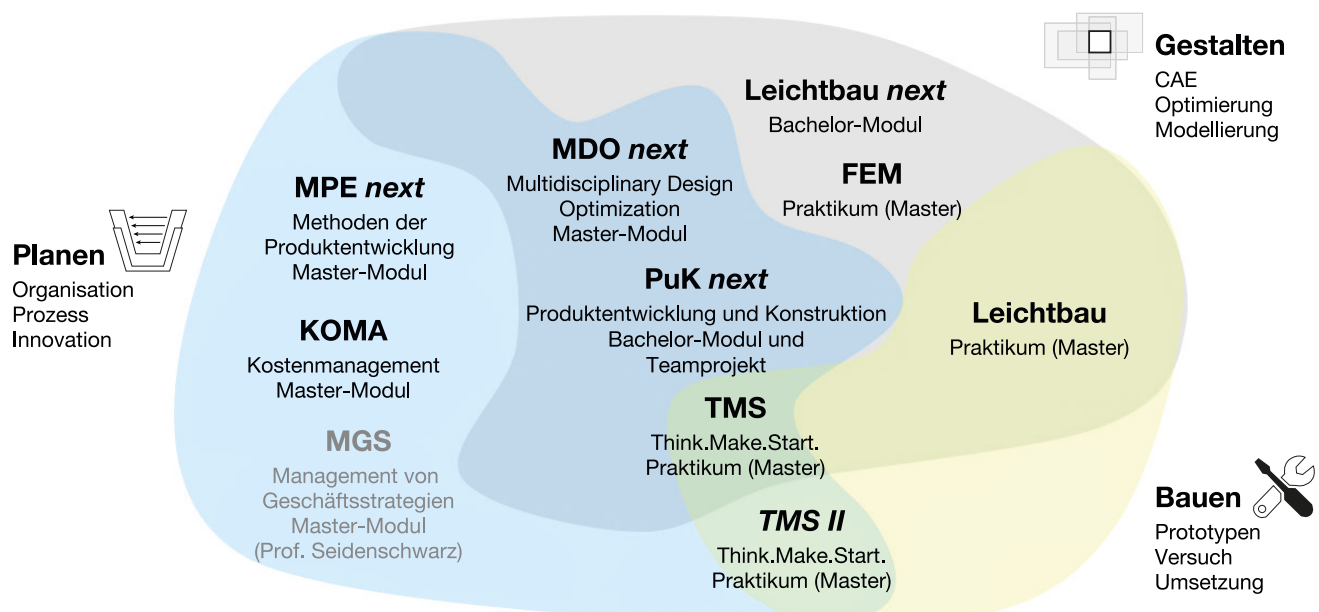
Lehre, Planen, Gestalten, Bauen

Ansprechpartner

Dr.-Ing. Helena Hashemi Farzaneh
lehre@pl.mw.tum.de, Tel. 089 289-15154

Weitere Informationen

www.mw.tum.de/lpl/



Vernetzte Auslegung: Quantifizierung des V-Modells

Sebastian Rötzer

Mit steigender Komplexität der Produkte nimmt der technische und organisatorische Vernetzungsgrad in der Produktentwicklung enorm zu. Der Umgang mit Unsicherheiten ist dabei ein wesentlicher Aspekt. Wechselseitige Abhängigkeiten der Komponenten zueinander erschweren den Entscheidungsprozess und führen zu einem Aufschub von Entscheidungen. Gleichzeitig engt eine frühe, ungünstige Festlegung von Designgrößen den Lösungsraum der übrigen Komponenten unnötig ein. Vernetzte Auslegung kann diesen Konflikt auflösen.

Unsicherheit und Komplexität im Entwicklungsprozess

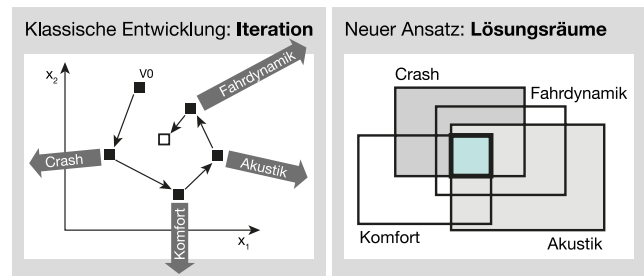
Komplexität und Unsicherheit sind im Entwicklungsprozess eng miteinander verbunden und verstärken sich gegenseitig. Komplexität wächst mit der Anzahl an zu erfüllenden Zielen, der Anzahl an funktionellen Abhängigkeiten der Komponenten innerhalb des Produkts und der Anzahl an Designvariablen. Unsicherheit lässt sich einteilen in aleatorische und epistemische Unsicherheiten. Aleatorische Unsicherheiten sind zufallsbehaftet und lassen sich nie vollständig auflösen. Dazu zählen z.B. Fertigungstoleranzen. Zu den epistemischen Unsicherheiten zählen vor allem künftige Designentscheidungen. Ist die Entscheidung gefällt, verschwindet die Unsicherheit. Epistemische Unsicherheiten lösen sich also im Laufe des Entwicklungsprozesses auf. Auf dem Umgang mit letzteren liegt der Fokus in der Vernetzten Auslegung.

V-Modell: Der methodische Überbau

Das V-Modell beschreibt eine methodische Herangehensweise, die oben geschilderte Problematik aufzulösen. Die schrittweise Zerlegung (Top-Down) der Anforderungen auf Komponentenebene soll die stückweise Entwicklung der Komponenten ermöglichen (Bottom-Up). Diese werden dann in jeder Ebene gegenüber ihren Anforderungen geprüft. Somit soll die Zielerfüllung sichergestellt werden. Das V-Modell ist aufgrund seiner abstrakten Natur jedoch nur schwer auf quantitative Problemstellungen anwendbar.

Wirknetze, Modelle, Lösungsräume

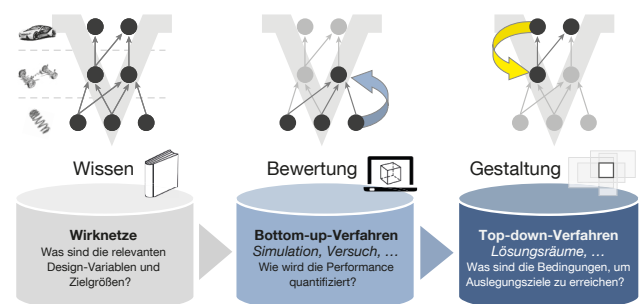
Vernetzte Auslegung ist ebenso wie das V-Modell ein Ansatz, mit Komplexität und Unsicherheit umzugehen. Es ist jedoch konkreter, indem es als Ergebnis Intervalle vorgibt, in denen sich die Designvariablen möglicher Lösungen bewegen müssen. Ziel ist es also, Lösungsräume für alle beteiligten Entwickler zu definieren, innerhalb derer sie ihre Komponenten (1) unabhängig von den anderen Abteilungen / Entwicklern entwerfen können und (2) größtmöglichen Spielraum für Änderungen haben.



Iterationen vs. Lösungsräume. Links: Klassische Entwicklung eines komplexen Produkts mit vielen beteiligten Disziplinen und unterschiedlichen Zielen. Rechts: Beispielhafte Umsetzung mit Lösungsräumen der beteiligten Disziplinen und deren gemeinsamer maximaler Lösungsraum in der Mitte blau dargestellt. Quelle: BMW/Paredis

Der Ansatz zur Berechnung dieser Lösungsräume basiert auf 3 Säulen:

- Wirknetze
- Bottom-Up Mapping / Verfahren
- Top-Down Mapping / Verfahren



Die drei Säulen der Vernetzten Auslegung: Wirknetze, Bottom-Up Mapping und Top-Down Mapping. Quelle: BMW

Im ersten Schritt werden Wirknetze erstellt, die die Abhängigkeiten der Komponenten zueinander und zu übergeordneten Bauteilgruppen dokumentieren und gegebenenfalls visualisieren. Es ist analog zum V-Modell in Ebenen untergliedert, an oberster Stelle steht das fertige Produkt, unten die Einzelkomponenten. Es liefert die wichtigen Zielgrößen und die dazugehörigen, relevanten Designvariablen.

Beim Bottom-Up Mapping wird ein mathematischer Zusammenhang zwischen den Designvariablen und den Zielgrößen aus dem Systemverhalten abgeleitet. Diese Modellierung dient als Grundlage für die nachfolgende Optimierung.

Beim Top-Down Mapping werden größtmögliche, unabhängige Lösungsräume für die Designvariablen abgeleitet, die alle Anforderungen an die Zielgrößen erfüllen. Es

erfolgt somit keine Optimierung auf ein bestmöglichstes Design hin, sondern eine Maximierung des Lösungsraumes, der nur gute Designs beinhaltet und die Unabhängigkeit der Designvariablen sicherstellt.

So können sich die Entwickler, solange sie sich in den Grenzen ihres Lösungsraumes bewegen, nicht gegenseitig negativ beeinflussen. Dies steigert die Robustheit der Lösung gegenüber Unsicherheiten und führt global zu besseren, stabileren Lösungen.

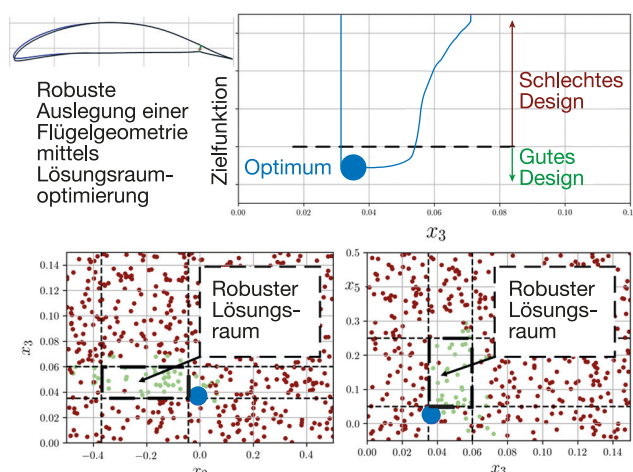
Schlagwörter

Vernetzte Auslegung, V-Modell, Unsicherheit, Modellierung, Lösungsräume

Ansprechpartner

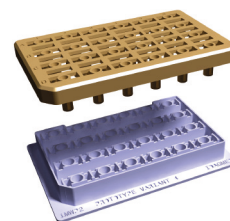
Sebastian Rötzer, M.Sc.

roetzer@pl.mw.tum.de, Tel. 089 289-15136



Beispiel Robuste Auslegung einer Flügelgeometrie mittels Lösungsraumoptimierung. Oben links: Flügelkontur mit optimalem Design (blau) und robuster Lösung (schwarz). Oben rechts: Zielfunktion über Designvariable x_3 ; Optimum (blau) nicht robust; bei kleiner Verringerung von x_3 abrupte Verschlechterung der Zielfunktion (Kombination aus Widerstand und Auftrieb); Definition gutes und schlechtes Design (Abweichung von optimalen Zielfunktionswert kleiner 5%). Unten links und rechts: Beispiele Lösungsräume mit x_3 Variable. Darstellung des robusten Lösungsraums mit guten Designs. Optimale Lösung liegt nicht im robusten Lösungsraum. Definition des größtmöglichen x_3 Intervalls, in dem gute Designs liegen. Bilder und Daten von Johannes Achleitner.

Abschluss der ersten Phase im Projekt IDAGMED – Die interdisziplinäre agile Medizintechnikentwicklung



Kristin Gövert, Sebastian Schweigert-Recksiek

Im Projekt IDAGMED – Interdisziplinäre agile Medizintechnikentwicklung – geht es um die Entwicklung einer 3D-gedruckten Mikrotiterplatte, welche für Zelltests eingesetzt werden soll. Zudem werden Metriken zur Kollaborationsanalyse und agile Methoden erforscht.

Inhalte der ersten Phase

Das Ziel der ersten Phase war eine 3D-gedruckte Mikrotiterplatte sowie ein dazugehöriges Modell zur Simulation der Fluidik in der Platte und ein agiles Vorgehensmodell, auf das die zweite Phase des Projektes aufgebaut werden kann. Das Projektteam bestand dabei aus vier Studierenden, welche das Entwicklungsteam bildeten, sowie einem Studenten, der als agiler Coach agierte, und zwei wissenschaftlichen MitarbeiterInnen, welche die Rolle der Product Owner einnahmen. Auf der Ebene der agilen Methoden wurden sowohl Methoden aus der weitverbreiteten Vorgehensweise Scrum adaptiert und weiterentwickelt sowie Analysen zur Zusammenarbeit durchgeführt. Im

Anschluss der Phase wurden Analysen zur Kollaboration anhand gesammelter Daten erhoben.

Zwischenpräsentation der Projektergebnisse

Die Ergebnisse der ersten Phase wurden im Rahmen eines Treffens mit dem Projektförderer der Zeidler Forschungs-Stiftung sowie dem Projektpartner und den Studierenden der zweiten Phase vorgestellt. Dabei gab es zahlreiches positives Feedback zu dem entwickelten Prototypen und der Zusammenarbeit im Team. Die Vision der zweiten Phase ist es, eine 3D-gedruckte biokompatible Mikrotiterplatte für Zelltests zu entwickeln, welche mit der Elektronik des Projektpartners verknüpft werden kann.

Schlagwörter

Zeidler Forschungs-Stiftung, Kollaborationsanalyse, Agile Entwicklung, Mikrotiterplatte, 3D-Druck

Ansprechpartner

Kristin Gövert, M.Sc.

kristin.goevert@tum.de, Tel. 089 289-15136

7 Semester Think.Make.Start. – und es geht weiter...!

Annette Böhmer

Ein Rückblick auf 7 Semester Think.Make.Start. (TMS) zeigt, warum TMS ein einzigartiges, interdisziplinäres Lehrformat an der TU München ist. Damit das Format auch in Zukunft attraktiv bleibt, entwickelt es sich stetig weiter. Neben der Durchführung von TMS #7 lief auch die Pilotierung von TMS aAI #1 im Rahmen der „applied AI Initiative“ super. Ab Juli 2018 übernimmt ein altbekannter TMS`ler die Leitung von TMS an der TUM.

7 Semester Think.Make.Start. – ein Rückblick

Die TMS Community wächst stetig und das nicht nur an der TUM. Neben der Kooperation mit der Universität der Bundeswehr München sind TMS in Stuttgart und an der DTU in Dänemark für 2018 geplant. Auch bei Firmen wie TetraPack oder Wacker wächst die Begeisterung für das Format. In der BMW Group zählen wir, nach 5 Batches TMS BMW, bereits 200 Mitarbeiter zur der TMS-Alumni-Community.

Neben einem TMS-Kernteam, das mit Herzblut dabei ist, profitieren die TMS-Teams von einem einzigartigen Ecosystem an der UnternehmerTUM. So können wir heute sogar drei TMS-Startups feiern:

„HawaDawa“ wurde zum TOP-50 Startup 2017 gekürt. Das Smart-City-Start-up schafft sichtbare Luftqualität dank künstlicher Intelligenz. Die NTV Nachrichten berichteten im April 2018 über den smarten Spiegel von SOLOS auf der Sportmesse „FIBO“. KEWAZO wurde mit dem TUM IdeAward 2018 ausgezeichnet und hat kürzlich seine erste Finanzierungsrunde mit über 1 Mio. EUR abgeschlossen.



TMS Team: Stefan Kopfinger, Rafael Hofstettler, Benjamin Thoma, Annette Böhmer, Jan Behrenbeck, Philip Schneider, Christoph Richter, Andreas Brandl, Alexander Waldmann, Tobias Schmidt

Phänomenaler DemoDay von TMS #7 bei Microsoft

Trotz großer Herausforderungen haben weder die Coaches noch die Studierenden aufgegeben; der Ehrgeiz war geweckt und hat sich am DemoDay auszahlt. Mehr als 400 Gäste aus der Startup-Szene, Industrie und Investoren bejubelten die Teams und ihre Pitches! Mit einer Lösung zur dezentralen Energieversorgung begeisterte Team „Nachbarstrom“ das Publikum und gewann so den Think-Preis. Team „LEVARU“ wurde mit der anspruchsvollen prototypischen Umsetzung eines Robotersystems zur Automatisierung des Montageprozesses von Aufzügen mit dem Make-Preis gekürt. Team „Calidi“ begeisterte die Jury mit ihrer Lösung zur Rettung von Hundeleben bei drohender Überhitzung im Pkw und erhielt den Start-Preis.

Pilotierung TMS appliedAI #1 – DemoDay bei Google

Die Initiative appliedAI hat das Ziel, die Anwendung von künstlicher Intelligenz (KI) in Deutschland voranzutreiben. Bei TMS applied AI #1 konnten die Masterstudenten das KI-Labor der UnternehmerTUM in Garching bei München nutzen und auf das Wissen von Experten bei der Entwicklung von KI-Technologien zurückgreifen. Zum Abschluss des Piloten bot Google unseren TMS aAI #1 Teams eine Bühne, um ihre Prototypen zu präsentieren. Der Think-Preis ging an Team „Pickeru“, das mit Hilfe von künstlicher Intelligenz automatisch jeden Artikel beim Einkaufen identifiziert, der in den Warenkorb gelegt wird. Team „EmoConn“ gewann den Make-Preis mit der Erfassung von Emotionen mit Hilfe von Echtzeit-Gesichtsanalysen, um so z.B. YouTubern live-Feedback auf ihre Videos geben zu können. Unter Verwendung von künstlicher Intelligenz leitet das Team „Predict.it“ Funktionen aus einer CAD-Datei ab, um die Produktionszeit auf Basis von Regression und Industriestandards zu berechnen. Das motivierte Zweierteam gewann den Start-Preis.

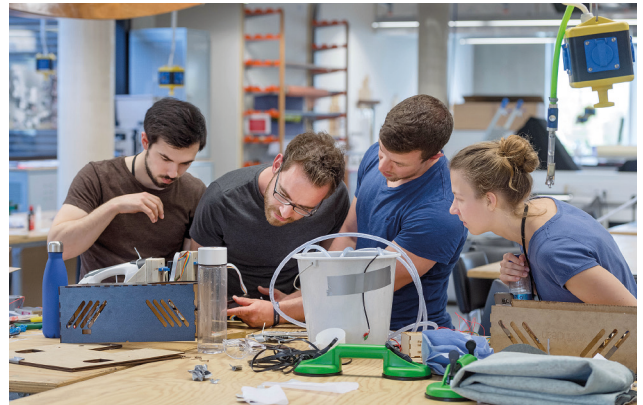
Staffelübergabe am LPL – TMS Kernteam skaliert

Nach Abschluss ihrer Promotion übergibt Annette Böhmer mit einem lachenden und einem tränenden Auge die Leitung von TMS an der TUM an Jan Behrenbeck. Als Manage&More Stipendiat an der UnternehmerTUM hat Jan bereits das erste TMS mitgegründet. Zukünftig beschäftigt er sich in seiner Doktorarbeit unter anderem mit „hands-on“-Lehre.

Die Skalierung und Einbindung weiterer Universitäten sowie Lehrstühle ist in vollem Gange, um TMS auch weiterhin als innovativstes Lehrformat der TUM beizubehalten.

Schlagwörter

Interdisziplinarität, Hands-On, Agile Entwicklung, Makeathon, MakerSpace



Über 400 Besucher nahmen am DemoDay von TMS #7 bei Microsoft teil und bestaunten die im MakerSpace umgesetzten Prototypen der Teams

Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Annette Böhmer
 annette.boehmer@tum.de, Tel. 0176 78913914
 Jan Behrenbeck, M.Sc.
 jan.behrenbeck@tum.de, Tel. 089 289-15126

Weitere Informationen

www.thinkmakestart.com
www.mw.tum.de/lpl/

Bionik meets Agile Produktentwicklung: Entwicklung einer Bananenschälmaschine



Dr.-Ing. Helena Hashemi Farzaneh

Studierenden-Team entwickelt Konzept für eine Bananenschälmaschine.

Motivation

Die Verwertung von nicht verkauften Lebensmitteln stellt Supermarktketten vor große Herausforderungen. Die Entsorgung dieser Lebensmittel stellt eine häufig kritisierte Ressourcenverschwendung dar. Ein gutes Beispiel sind Bananen – hunderte Tonnen Bananen bleiben jährlich unverkauft und müssen entsorgt werden. Um Bananen sinnvoller verwerten zu können, müssen im industriellen Maßstab Fruchtfleisch und Schale getrennt werden. Dies ist technisch eine Herausforderung – die unterschiedliche Konsistenz reifer Bananen und die variierende Schalendicke erschwert eine automatisierte Trennung.

Herangehensweise

Der Lehrstuhl für Produktentwicklung und Leichtbau entwickelt mit einem Team aus Studierenden Konzepte für eine Bananenschälmaschine. Dabei liegt der Schwerpunkt auf einer agilen Arbeitsweise und dem Test von mehreren Prototypen. Um innovative Lösungsansätze zu

entwickeln, werden Methoden der Bionik angewendet. Die Natur stellt eine ideale Inspirationsquelle dar: Sie bietet unzählige mögliche Vorbilder für eine Lösung des Bananenschäl-Problems – zum Beispiel die Schnäbel, Zähne und Klauen von frucht-fressenden Tieren. Aus Forschungssicht bietet dieses Projekt u.a. die Möglichkeit, die Anwendung von Bionik in einem agilen Produktentwicklungsprozess zu evaluieren. Die Mitglieder des Studierenden-Teams agieren daher als Experten für unterschiedliche Themenbereiche, wie zum Beispiel agiles Projektmanagement, Prototyping, Bionik und nachhaltiges Design.

Schlagwörter

Bionik, Agile Produktentwicklung, Teams

Ansprechpartner

Dr.-Ing. Helena Hashemi Farzaneh
 helena.hashemi@tum.de, Tel. 089 289-15154

Weitere Informationen

www.mw.tum.de/lpl/

Successful EuroTech collaboration with the Technical University of Denmark (DTU) on engineering design and data science

Julian Wilberg, Sebastiano Piccolo

How can data support and improve engineering design? Finding the answer(s) to this question was the goal of a three-year collaboration with the Engineering Systems Division at the Technical University of Denmark (DTU). This fruitful cooperation included research visits, student exchanges, joint publications, and four workshops. The first workshop took place in Munich in September 2016 and for the most recent one, the research team met in Copenhagen in February 2018.

Companies produce large volumes of data in a variety of ways. For example, an increasing number of technical products are constantly connected to the internet and sensor capture and transmit use phase data, such as errors. In addition to product data, digital data traces are also produced during the development process and project execution as an output of peoples' work. This may include emails, project files, or activity logs. As such, the environment of engineering companies is changing. The availability of large and diverse data sources offers unprecedented possibilities to improve products, business models, and processes. However, even though data is often praised as a guarantor for additional value or turnover, experience indicates that data does not come without cost. A key challenge, for instance, is to extract value from data in a form that is suitable for obtaining insights on which to ground decisions. Undoubtedly, data offers great potential to support engineering design, yet, engineering companies require additional support in order to overcome the related challenges and to obtain the maximum value from data.



Participants of the fourth research workshop in Copenhagen in February 2018 (from left to right: Jakob Trauer, Sebastiano Piccolo, Julian Wilberg, Professor Udo Lindemann, and Professor Anja Maier)

Bridging engineering design and data science

With the goal of using data to provide value to engineering design, Professor Anja Maier, Head of the Engineering Systems Division at the Department of Management Engineering at DTU and Professor Udo Lindemann, former Chair of the Institute of Product Development at TUM, jointly initiated the collaboration under the EuroTech Universities Alliance – a strategic partnership of four leading European universities of science & technology. The collaboration involved two PhD students, Sebastiano Piccolo (DTU) and Julian Wilberg (TUM). Over the course of three years, four workshops took place in Copenhagen and Munich to discuss research findings and future directions. The collaboration bridges Engineering Design and Data Science and makes two main contributions: Firstly, it addresses engineering companies' needs by providing them with a process model to develop and implement a strategy for use phase data. Secondly, it leverages Data Science to exploit the various data archived by companies in order to improve products and processes. The collaboration has been one in a more than a decade-long lasting series of research collaborations between the professors and has provided important inputs for current and future research directions of the two labs.

Two PhD dissertations

The collaboration under the EuroTech Alliance partnership has been an integral part during the research forming the PhD dissertations of Sebastiano Piccolo and Julian Wilberg. The joint workshops served as sounding boards to share, discuss and advance findings, enriching both researchers. Sebastiano Piccolo's research focuses on the analysis and modelling of engineering systems to improve the design process and to provide insight for managing engineering projects. The research uses different data sources including non-technical data (e.g. emails) produced during a large development project. Julian Wilberg's research supports companies in developing a use phase data strategy that allows a systematic exploitation of products' use phase data. The main contribution of his research is a process model that guides companies through the steps required for the development of a use phase data strategy.

Scientific dissemination

Scientific achievements of the collaboration include two conference papers. The first paper, presented at DE-SIGN 2018, shows the relationship between engineering changes and peoples' sentiments through analysing 50,000+ emails exchanged during a large-scale project. The paper shows that when changes occur, sentiments tend to become more negative and when changes are implemented successfully, sentiments are more positive.

Additionally, the paper shows an application of how to leverage a non-technical data source (emails) to monitor and diagnose the health status of a project.

The second paper, currently in preparation, combines emails, an activity log, and a document log to understand the completion time of tasks in relation to the multi-layered, structural complexity of the project. In order to help experts provide better estimates, the goal of the paper is to understand which factors experts should consider when they make time estimates for the project. The second paper builds upon the research work of Jakob

Trauer who is currently writing his master's thesis at the DTU as an exchange student from the TUM.

Schlagwörter

Data Science and Engineering, EuroTech Alliance

Ansprechpartner

Julian Wilberg, M.Sc.

wilberg@pl.mw.tum.de, Tel. 089 289-15143

Vorlesung: Multidisciplinary Design Optimization

Lukas Krischer

Zum Sommersemester 2018 wurde die Lehrveranstaltung Multidisciplinary Design Optimization neugestaltet. Neu aufgenommen wurde das Thema der Vernetzten Auslegung zur Auflösung von Zielkonflikten im Entwicklungsprozess.

Im ersten Teil der Vorlesung werden die grundlegenden Begrifflichkeiten und Merkmale von klassischen Optimierungsproblemen anhand von einfachen analytischen Beispielen vorgestellt. Den Studierenden wird eine erste Idee vermittelt, wie alltägliche Ingenieursprobleme in eine einheitliche mathematische Form übertragen werden können. Zum Lösen von Optimierungsaufgaben werden aus der Vielzahl an existierenden Algorithmen die Wichtigsten vorgestellt und ihre Funktionsweise und auch Limitationen diskutiert und aufgezeigt. Bei dem Übergang zu interdisziplinären Problemstellungen treten nun auch klassische Produktentwicklungsthemen, wie der Umgang mit Komplexität und die Beschaffung von Informationen in einem nicht-statischen Entwicklungsprozess auf. Klassische Bottom-Up und Top-Down

Ansätze werden zur Systemreduktion und -zerlegung eingeführt und Unsicherheiten im Entwicklungsprozess über stochastische Ansätze und Robustheitsanalysen berücksichtigt. Gegenüber den klassischen Ansätzen der Multidisziplinären Optimierung wird auch der Einsatz von sogenannten Lösungsräumen zum Lösen von hochkomplexen und vernetzten Problemstellungen vorgestellt. Hierbei werden einzelne Anforderungen an das Produkt entkoppelt und nicht wie üblich bezüglich eines gewissen Designs minimiert, sondern mit Hinsicht auf einen gesamten Lösungsbereich maximiert.

Das erlernte Wissen kann am Ende des Semesters in Computerübungen anhand praktischer Beispiele angewandt und vertieft werden.

Schlagwörter

Multidisziplinäre Optimierung, Vernetzte Auslegung

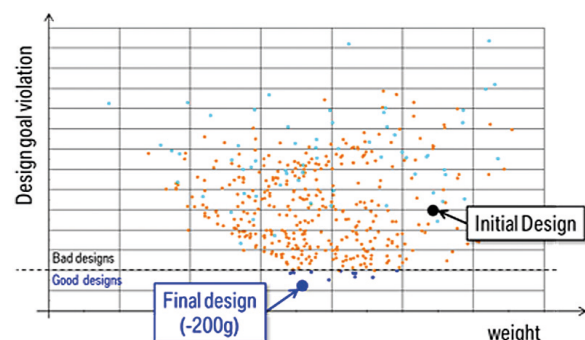
Ansprechpartner

Lukas Krischer, M.Sc.

lukas.krischer@tum.de, Tel. 089 289-15143

Table of Contents

1. Introduction
2. Fundamentals of Optimization
- 3. Design Space Exploration**
4. Basic Mathematics
5. Optimization Algorithms
6. Many Objectives and Disciplines
- 7. Solution Space Optimization**
- 8. Systems Design and Decomposition**
9. Summary and Conclusion



Pareto-Front eines Motorträgers

Neues Forschungsprojekt Strubatex

Simon Pfingstl

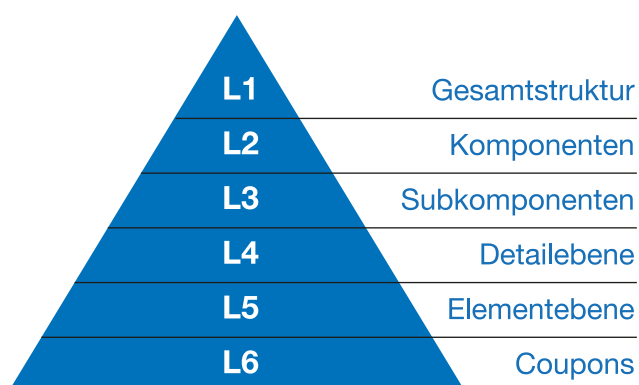
Anfang dieses Jahres begann das vierjährige Projekt STRUBATEX am Lehrstuhl für Produktentwicklung und Leichtbau. Es befasst sich mit der prozessübergreifenden Nutzung von Strukturermüdungsdaten aus Auslegung, Test und Betrieb zur Steigerung der Effizienz in Entwicklungsprogrammen. Das Projekt wird im Rahmen des nationalen Luftfahrtforschungsprogramms V vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie gefördert.

Herausforderungen

Bei der Entwicklung und Auslegung von Flugzeugstrukturen sind verschiedene Aspekte wie z.B. Schwingungsverhalten, Steifigkeit, sowie statische Festigkeit als auch Ermüdungsfestigkeit zu untersuchen, die jeweils bestimmte Anforderungen erfüllen müssen. Dabei werden die Ergebnisse mithilfe von Tests validiert, worin vor allem die Ermüdungsbewertung aufgrund der großen Datenmenge umfangreich und schwierig auszuwerten ist.

Zielsetzung

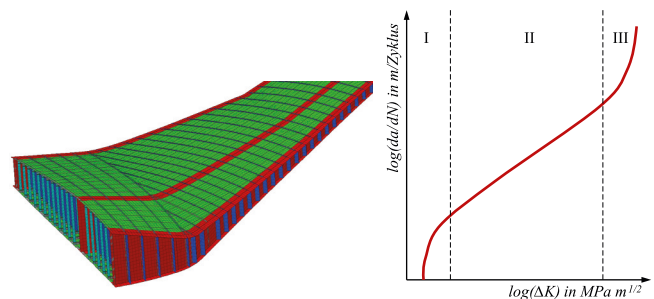
Umfangreich und wesentlich sollen diejenigen Tests und Simulationen betrachtet werden, die das Ermüdungsverhalten der Gesamtstruktur stark beeinflussen. Dabei soll die Aussagekraft erhöht werden, um Zeit und Kosten insbesondere durch den Wegfall von aufwändigen Strukturversuchen einzusparen. Somit soll die unten dargestellte Testpyramide nach oben hin verschmälert werden. Die Vorstellungen reichen bis hin zu einem kompletten Verzicht des Gesamtstrukturtests.



Testpyramide komplementär zu einer Simulationspyramide

Ansatz

Durch gezielte Berücksichtigung von beispielsweise Umwelteinwirkungen wie Korrosion und Temperatur bei der Skalierung auf eine höhere Bauteilebene, können Ermüdungswerte eines Labortests auf real angewandte Strukturen extrapoliert werden. Weiter müssen die mehrachsige Beanspruchung und die Streuung der Kennwerte bei der Extrapolation berücksichtigt werden. Stimmen die virtuellen Simulationen auf jeder Ebene der Testpyramide mit den physischen Versuchen überein, kann durch sorgfältige Skalierung der Gesamtstrukturtest entfallen. Über geeignetes Datenhandling sollen zusätzlich die Entwicklungsprogramme und das gesamte vorgestellte Verfahren effizienter werden.



Durch virtuelle Tests mittels FEM beispielsweise an der Tragflügelwurzel können Gesamtstrukturversuche entfallen. Rechts ist „Paris law“ dargestellt, über welches der Rissfortschritt pro Lastzyklus ermittelt werden kann.

Kooperation

Die Koordination und somit auch die Projektleitung liegt bei dem Analyse- und Testdienstleistungsunternehmen iABG. Als wissenschaftlicher Partner ist neben dem Lehrstuhl für Produktentwicklung und Leichtbau das Bauhaus Luftfahrt e.V. beteiligt.

Schlagwörter

Ermüdungsberechnung, Flugzeugstrukturen, Big Data

Ansprechpartner

Simon Pfingstl, M.Sc.

simon.pfingstl@tum.de, Tel. 089 289-15141

Neuerscheinungen des Lehrstuhls

Daniel Kammerl: Modellbasierte Planung von Produkt-Service-Systemen

Aufgrund der Digitalisierung befindet sich die Industrie in einem Wandel von der Massenproduktion hin zur Individualisierung. Deshalb bieten Unternehmen Produkt-Service-Systeme an. Deren nutzungs- und nachhaltigkeitsorientierte Planung wird durch den Lösungsansatz, bestehend aus Vorgehen und PSS-Modell, unterstützt. Dadurch werden Entscheidungen verbessert und die auftretende Komplexität verringert. Der Ansatz wurde in akademischen und industriellen Fallstudien angewendet und evaluiert.

Kammerl, D.: Modellbasierte Planung von Produkt-Service-Systemen. München: Dr. Hut 2017 (Reihe Produktentwicklung).

Christopher Münzberg: Krisen in der Produktentwicklung und ihre operative Bewältigung

Technische Krisen gefährden Menschenleben und Unternehmen. Im Forschungsbereich der Produktentwicklung wurden Krisen und ihre Bewältigung bisher nicht systematisch untersucht. Um diese Forschungslücke zu schließen und Entwickler bei der Krisenbewältigung methodisch zu unterstützen, wird mithilfe einer Literaturrecherche und empirischen Studien eine Wissensbasis erarbeitet. Auf dieser aufbauend werden ein Vorgehensmodell und Prinzipien zur Bewältigung von Krisen entwickelt. In vier Evaluationsstudien werden diese bewertet und die Anwendbarkeit und der Mehrwert belegt.

Münzberg, C. H. W.: Krisen in der Produktentwicklung und ihre operative Bewältigung. München: TUM, Diss. 2018.

Nepomuk Heimberger: Strukturbasierte Koordinationsplanung in komplexen Entwicklungsprojekten

Die steigende Komplexität in Entwicklungsprojekten stellt die Koordination der Entwicklungsarbeit vor wachsende Herausforderungen. Diese Arbeit bildet ein erweitertes Verständnis über Abhängigkeiten in Entwicklungsprojekten und beschreibt einen rechnergestützten Ansatz zur strukturbasierten Koordinationsplanung. Der daten-

getriebene Ansatz unterstützt Projektmanager dabei, Koordinationsbedarfe in der Detaillierungsphase systematisch zu identifizieren und gezielt Koordinationsmaßnahmen zu definieren.

Heimberger, N.: Strukturbasierte Koordinationsplanung in komplexen Entwicklungsprojekten. München: TUM, Diss. 2017.

Alexander Lang: Im Spannungsfeld zwischen Risiken und Chancen – eine Methode zur Ableitung von Handlungsempfehlungen zur Öffnung der Produktentwicklung

Vielfältige produkt- und prozessbezogene Abhängigkeiten in komplexen Produktentwicklungen führen dazu, dass sich technische Änderungen häufig unerwartet in der Produktstruktur ausbreiten. Die in dieser Dissertation entwickelte und in industriellen Fallstudien erprobte Methodik nutzt Data Mining Verfahren, um auf Basis historischer Änderungsdaten unbekannte Abhängigkeiten in der Produktstruktur zu identifizieren, zu modellieren und zu analysieren – und somit Änderungen in komplexen technischen Systemen zukünftig besser managen zu können.

Lang, A.: Im Spannungsfeld zwischen Risiken und Chancen. München: TUM, Diss. 2017.

Matthias Weinzierl: Design and optimization of high speed rotating CFRP disks with regard to their vibration behavior

CFRP disks with a diameter of up to 1 m and rotational speeds aimed for up to 500 Hz are studied for their vibration behavior. Membrane stiffening caused by centrifugal forces is quantified. An improved design is achieved by numerical design optimization methods, which additionally take into account strength and manufacturing constraints. The computed results are validated by experimental testing. The maximum rotational speed could be increased by 25 %.

Weinzierl, M.: Design and optimization of high speed rotating CFRP disks with regard to their vibration behavior. München: TUM, Diss. 2018.

Ausgewählte Veröffentlichungen

Entwicklungsprozesse

Hollauer, Christoph; Langner, Michael; Lindemann, Udo (2018): **Supporting tailoring of complex product development processes: An approach based on structural modelling and analysis.** In: 15th International Design Conference, May, 21-24, 2018: Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture, University of Zagreb, Croatia; The Design Society, Glasgow, UK (Design Conference Proceedings), S. 769-780.

Goevert, Kristin; Lindner, Manuel; Lindemann, Udo (2018): **Survey on agile methods and processes in physical product development.** In: ISPIIM Innovation Forum: The Innovation Game: Base Hits, Not Home Runs. Boston, USA.

Wilberg, Julian; Lau, Kathleen; Nützel, Thomas; Hollauer, Christoph; Omer, Mayada (2018): **Development of a catalogue supporting idea generation for internet of things use cases.** In: 15th International Design Conference, May, 21-24, 2018: Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture, University of Zagreb, Croatia; The Design Society, Glasgow, UK (Design Conference Proceedings), S. 1453-1464.

Hollauer, Christoph; Shalumov, Boris; Wilberg, Julian; Omer, Mayada (2018): **Graph databases for exploiting use phase data in product-service-system development: A methodology to support implementation.** In: 15th International Design Conference, May, 21-24, 2018: Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture, University of Zagreb, Croatia; The Design Society, Glasgow, UK (Design Conference Proceedings), S. 1571-1582.

Goevert, Kristin; Lindemann, Udo (2018): **Further development of an agile technique toolbox for mechatronic product development.** In: 15th International Design Conference, May, 21-24, 2018: Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture, University of Zagreb, Croatia; The Design Society, Glasgow, UK (Design Conference Proceedings), S. 2015-2026.

Systems Engineering

Basirati, Mohammad R.; Zou, Minjie; Bauer, Harald; Kattner, Niklas; Reinhart, Gunther; Lindemann, Udo et al. (2018): **Towards systematic inconsistency identifica-**

tion for product service systems. In: 15th International Design Conference, May, 21-24, 2018: Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture, University of Zagreb, Croatia; The Design Society, Glasgow, UK (Design Conference Proceedings), S. 2811-2820.

Schweigert-Recksiek, Sebastian; Lindemann, Udo (2018): **Improvement opportunities for the collaboration of design and simulation departments – an interview study.** In: 15th International Design Conference, May, 21-24, 2018: Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture, University of Zagreb, Croatia; The Design Society, Glasgow, UK (Design Conference Proceedings), S. 905-916.

Becerril, Lucía; Lindemann, Udo (2018): **Simulation-supported participative processes improvement in engineering design.** In: 15th International Design Conference, May, 21-24, 2018: Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture, University of Zagreb, Croatia; The Design Society, Glasgow, UK (Design Conference Proceedings), S. 725-734

Vogt, Mark; Duddeck, Fabian; Wahle, Martin; Zimmermann, Markus (2018): **Optimizing tolerance to uncertainty in systems design with early- and late-decision variables.** In: IMA Journal of Management Mathematics.

Innovation & Kreativität

Böhmer, Annette Isabel; Lindemann, Udo (2018): **Mastering execution: Four generations of Think. Make.Start. at a corporation.** In: 15th International Design Conference, May, 21-24, 2018: Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture, University of Zagreb, Croatia; The Design Society, Glasgow, UK (Design Conference Proceedings), S. 545-556.

Leichtbau

Achleitner, Johannes; Rohde-Brandenburger, Kai; Reinisch, Joseph; Hornung, Mirko (2018): **Numerische Optimierung am Beispiel formvariabler Flügelstrukturen.** In: Seminarreihe Hochleistungsstrukturen im Leichtbau. TUM. Garching bei München.

Neue Mitarbeiter am LPL



Simon Pfingstl, M.Sc.

Am 15. März 2018 begrüßte der neugegründete Lehrstuhl für Produktentwicklung und Leichtbau Simon Pfingstl als wissenschaftlichen Mitarbeiter.

Herr Pfingstl studierte den Bachelorstudiengang Fahrzeugtechnik an der Hochschule München und spezialisierte sich dabei im Bereich Strukturmechanik. Nach seinem

Industriepraktikum bei der BMW Group und einem Auslandsaufenthalt an der California Polytechnic State University schrieb er seine Bachelorarbeit bei Airbus Innovations über die Strukturoptimierung einer Hub-schrauberblatt-Steuertüte.

Im Masterstudiengang Computational Engineering vertiefte Herr Pfingstl sich vor allem in die Ermüdungsberechnung und untersuchte als wissenschaftliche Hilfskraft nicht gaußnormalverteilte Zeitschriebe. In seiner Masterarbeit beschäftigte er sich mit der Modellierung von interlaminaren Versagensebenen bei Faserverbundstrukturen aus der Luftfahrt infolge von Low-Velocity-Impacts.

Herr Pfingstl wird in seiner Zeit am Lehrstuhl für Produktentwicklung und Leichtbau neuartige Methoden der Ermüdungs- und Lebensdauervorhersage von Luftfahrtstrukturen entwickeln.



Sebastian Rötzer, M.Sc.

Sebastian Rötzer gehört seit dem 15. April 2018 dem Team des Lehrstuhls für Produktentwicklung und Leichtbau als wissenschaftlicher Mitarbeiter an.

Herr Rötzer studierte Maschinenwesen sowohl im Bachelor-, als auch Masterstudium an der TUM. Die Schwerpunkte seiner Ausbildung lagen zum einen im

Bereich Simulation und zum anderen im Bereich Produktentwicklung. So schrieb er seine Semesterarbeit im Rahmen eines studentischen Konstruktionsprojekts über Lean Methoden im Innovations-prozess am Lehrstuhl für Produktentwicklung und seine Masterarbeit über die gekoppelte, multiphysikalische Simulation von Wärmetauschern am Lehrstuhl für Numerische Mechanik. Darüber hinaus sammelte er praktische Erfahrungen in den Bereichen Simulation und Versuch bei der Firma AGCO/Fendt in Marktoberdorf. Sein Auslandssemester absolvierte er an der Universidad Politécnica de Madrid mit den Fächerschwerpunkten Produktentwicklung und Concurrent Engineering in einem internationalen Umfeld.



Rilian Shao, M.Sc.

Am 19. Februar 2018 begrüßte der Lehrstuhl für Produktentwicklung und Leichtbau Rilian Shao als externen Doktoranden. Er ist gleichzeitig bei der BMW AG im Bereich Grundausslegung Fahrdynamik tätig. Er absolvierte seinen Masterstudiengang Maschinenbau am Karlsruher Institut für Technologie mit den Schwer-

punkten Kraftfahrzeugtechnik und Mechatronik. In seiner Masterarbeit bei der BMW AG beschäftigte er sich mit der Entwicklung eines Optimierungsalgorithmus für Fahrdynamikauslegung bei Zielkonflikten. An der Zhejiang University in China absolvierte er seinen Bachelor mit Auszeichnung im Maschinenbau mit dem Schwerpunkt Fahrzeugtechnik. In seiner Bachelorarbeit untersuchte er die Wirkung eines Schalldämpfers im Verbrennungsmotor durch CFD (Computational Fluid Dynamics)-Simulationen und Experimente.

Praktische Erfahrungen konnte Herr Shao während seiner Praktika bei der BMW AG und bei einem anderen mittelständischen Unternehmen sowie während seiner Tätigkeiten als wissenschaftliche Hilfskraft an verschiedenen Lehrstühlen sammeln.



Duo Xu, M.Sc.

Seit dem 21. Mai 2018 ist Duo Xu am Lehrstuhl für Produktentwicklung und Leichtbau als wissenschaftlicher Mitarbeiter tätig. Seinen Bachelor im Fahrzeugtechnik absolvierte er am Beijing Institute of Technology. Im letzten Jahr seines Bachelorstudiums studierte er als Austauschstudent an der TUM, wo er auch seine

Bachelorarbeit im Bereich numerischer Interpolation schrieb. Ab 2015 studierte er im Master an der TUM Fahrzeug- und Motorentechnik. In seiner Semester- und Masterarbeit beschäftigte er sich mit Reduktionsmethoden für nichtlineare FE-Modelle. Neben seinem Studium konnte Herr Xu durch die Tätigkeit als wissenschaftliche Hilfskraft am Lehrstuhl für Angewandte Mechanik und Werkstudent bei der TWT GmbH Erfahrungen auf dem Gebiet numerischer Simulation sammeln. Während seines Praktikums bei der BMW AG unterstützte er den FE-Modellaufbau von Fahrzeugkomponenten des Frontend-Moduls und die Durchführung von FE-Analysen.



Matthias Funk, M.Sc.

Seit dem 26. März 2018 ist Matthias Funk am Lehrstuhl für Produktentwicklung und Leichtbau als externer Doktorand tätig. Er studierte im Master an der TUM Fahrzeug- und Motorentechnik mit den Schwerpunkten Fahrzeugtechnik und systematische Produktentwicklung. In seiner Bachelorarbeit beschäftigte er sich mit der

Modellierung und Simulation einer elektromechanischen Lenkung zur echtzeitfähigen Ermittlung der Spurstangenkräfte. Seine Semesterarbeit absolvierte er am Lehrstuhl für Produktentwicklung zum Thema Entscheidungsunterstützung in der Plattformdefinition. In seiner Masterarbeit beschäftigte sich Herr Funk mit der Sensitivitätsschätzung zur Quantifizierung von Unsicherheiten in der Fahrdynamiksimulation. Im Anschluss an sein Studium sammelte er zwei Jahre berufliche Erfahrung in der fahrdynamischen Grundauslegung bei der BMW AG. Hier beschäftigte er sich vor allem mit der Simulation von Fahrwerksregelsystemen. Ende 2017 trat Herr Funk seine neue Stelle im BMW Doktorandenprogramm an und ist seit März dieses Jahres auch Teil des LPLs.



Jasper Rieser, M.Sc.

Zum 1. Juli 2018 hat Jasper Rieser seine Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Produktentwicklung und Leichtbau aufgenommen. Herr Rieser studierte Maschinenwesen an der TUM mit inhaltlichem Schwerpunkt auf numerischer Mechanik. Im Rahmen seiner Bachelorarbeit und Semesterarbeit

beschäftigte er sich mit Fragestellungen aus der Biomechanik und numerischen Kontaktmechanik. Seine Masterarbeit zur Simulation von bruchmechanischen Vorgängen schrieb er am Department of Engineering der University of Cambridge in Kooperation mit dem Lehrstuhl für Numerische Mechanik. Nach Abschluss des Studiums arbeitete Herr Rieser beim Windenergieanlagenhersteller Senvion. Als Entwicklungsingenieur war er im Bereich mechanischer Verstellsysteme für Rotorblätter tätig. Anschließend wechselte er zum Institut für Flugsystemtechnik des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt in Braunschweig. Dort arbeitete er innerhalb der Arbeitsgruppe Rotordynamik mit am Aufbau einer Simulationsumgebung für die Aeromechanik von Hubschraubern.



**Jan Behrenbeck,
M.Sc.**

Am 1. Juni 2018 begrüßte der Lehrstuhl für Produktentwicklung und Leichtbau Jan Behrenbeck als wissenschaftlichen Mitarbeiter, der sich verstärkt um die Weiterentwicklung von TMS und TMS next kümmern wird. Der geborene Rheinländer studierte im Bachelor Allgemeine Ingenieurwissenschaften an der Technischen Universität München. Bereits in seiner Bachelorarbeit zum

Thema Hands-On Learning befasste er sich mit den Themen Lernen und Lehren. Angeregt durch Erfahrungen an der Stanford University und der Technischen Universität München gründete er als Vertreter der UnternehmerTUM gemeinsam mit Doktoranden der TUM das interdisziplinäre Lehrformat Think.Make.Start. und konzipierte das Zeidler MINT-Maker Stipendienprogramm, welches Studierenden Zugang zur Prototypenwerkstatt Makerspace ermöglicht. In seinem Master befasste Herr Behrenbeck sich anschließend mit dem Thema Lernen aus technischer Sicht, fokussierte sich im Bereich Neuro Engineering und schrieb seine Masterarbeit über Brain-Computer Interfaces. Parallel zum technischen Studium an der TUM nahm er am unternehmerischen Qualifizierungsprogramm Manage-&More der UnternehmerTUM teil. In seiner Freizeit ist Herr Behrenbeck begeisterter Musiker und Handwerker.

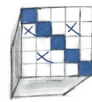
Veranstaltungskalender

22.–27. Juli 2018

13th World Congress in Computational Mechanics (WCCMXIII)

Der „13th World Congress in Computational Mechanics (WCCMXIII)“ findet vom 22.–27. Juli 2018 in New York statt. Die Session „1315 Computational Mechanics in Complex Product Development“ soll dabei neue Verbindungen zwischen den bisher eher getrennten wissenschaftlichen Bereichen ermöglichen.

Weitere Informationen dazu finden Sie unter:
www.wccm2018.org



15.–17. Oktober 2018

20th International Dependency and Structure Modelling (DSM) Conference

Die „International DSM Conference“ findet dieses Jahr vom 15.–17. Oktober 2018 in Triest statt.

Mehr Informationen finden Sie unter:
www.dsm-conference.org

Impressum

Die *lpl news* werden herausgegeben vom:

Lehrstuhl für Produktentwicklung und Leichtbau

Technische Universität München
Prof. Dr. Markus Zimmermann
Boltzmannstr. 15
D – 85748 Garching bei München
Tel. 089 289-15151
www.mw.tum.de/lpl/

Verantw. i.S.d.P.

Prof. Dr. Markus Zimmermann
zimmermann@tum.de

Redaktion

Kristin Gövert, M.Sc.
kristin.goevert@tum.de
Tel. 089 289-15136

Gestaltung

Eva Körner

ISSN 2568-9843