



LPL *news*

ISSN 2568-9843 – September 2020 – Jahrgang 3 – Nr. 02

Liebe Freundinnen und Freunde des Lehrstuhls für Produktentwicklung und Leichtbau,

auch in Zeiten von Corona läuft der Lehrstuhlbetrieb unvermindert weiter. Daher freuen wir uns, dass wir Ihnen auch mit dieser Ausgabe von einem ereignisreichen ersten Halbjahr 2020 berichten können. Darunter sind **Projektstarts** in den Bereichen Additive Manufacturing und Leichtbaurobotik sowie **Projektabschlüsse** zu Themen wie agile Entwicklung in KMUs oder Prototyping autonomer Fahrzeugkonzepte. Spannende **Einblicke in aktuelle Forschungsergebnisse** können wir geben zur kostenoptimalen Auslegung von Produktfamilien und zur Simulation von Entwicklungsprozessen. Mit unserer neu eingerichteten **LPLAcademy** erhalten Industriepartner künftig die Gelegenheit, sich in Trainings gezielt fortzubilden oder einfach in Arbeitskreisen Austausch und Netzwerke zu pflegen.

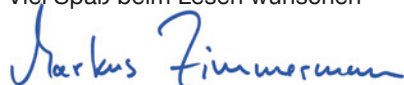
Das **Lehrportfolio** des Lehrstuhls entwickelt sich weiter. Das bereits bewährte Lehrformat Think.Make.Start. wurde nun zusätzlich auch als industriennahe Variante Think.Make.Start. Enterprise angeboten. Dazu planen wir für das Wintersemester 2020/21 sechs neue Seminare und Praktika mit besonderem Fokus auf hands-on-Erfahrung.


Besonders freuen wir uns, unsere neue **Forschungslandkarte** zu präsentieren. Sie dokumentiert das Ergebnis unseres thematischen Konvergenzprozesses nach der Neugründung des LPL als Sammlung von Interessen und Erfahrungsfeldern. Einige Themen der beiden Vorgängerlehrstühle sind nicht mehr dabei. Dennoch sind die Wurzeln des LPL klar erkennbar. Immer öfter finden Forschende, die zu einzelnen Themen der Landkarte aktiv sind, Überlappungen oder Berührungspunkte mit Kollegen. Die Forschungslandkarte wird somit immer mehr ein vernetztes und kohärentes Gebilde mit wunderbaren Synergien zwischen Produktentwicklung und Leichtbau.

Leider konnten wir nicht, wie in der vorherigen Ausgabe angekündigt, die **Geburtstage von Klaus Ehrlenspiel und Horst Baier** anlässlich ihrer runden Geburtstage gemeinsam feiern. Wir hoffen jedoch, beide Geburtstage baldmöglichst nachfeiern zu können.

Zum Abschluss möchten wir noch auf die aktuelle **Erfolgsgeschichte der TMS-Alumna und Gründerin Eleonore Eisath** hinweisen, deren Erfolg wir gerne auch ein kleines bisschen unserer Lehrveranstaltung zurechnen möchten.

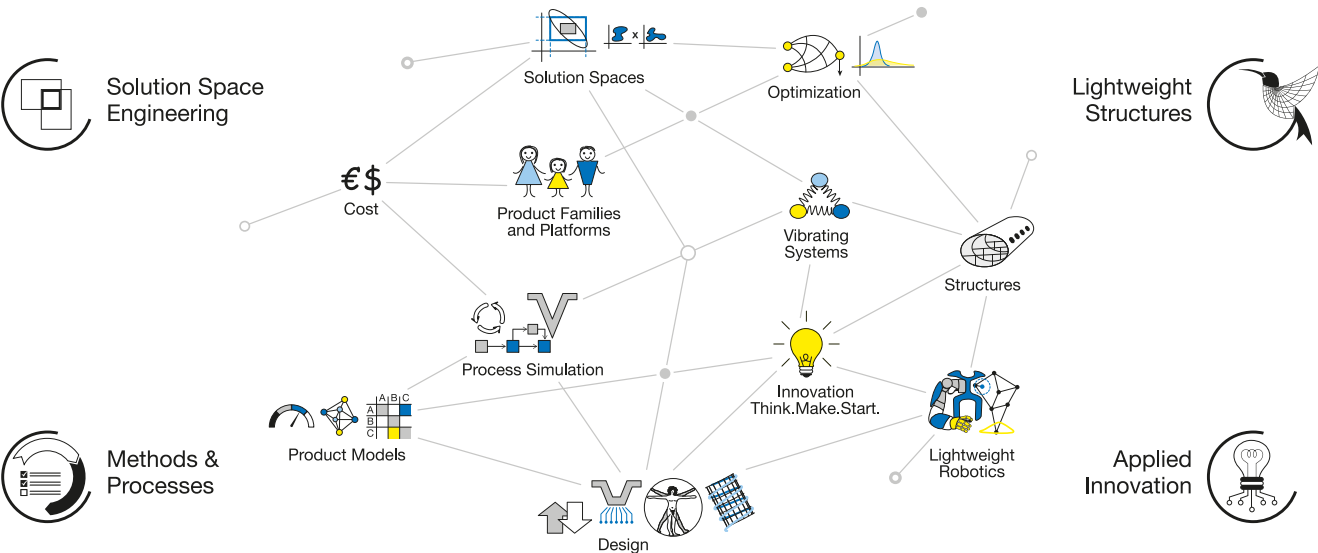
Viel Spaß beim Lesen wünschen


Markus Zimmermann


Markus Mörtl



Neue Forschungslandkarte

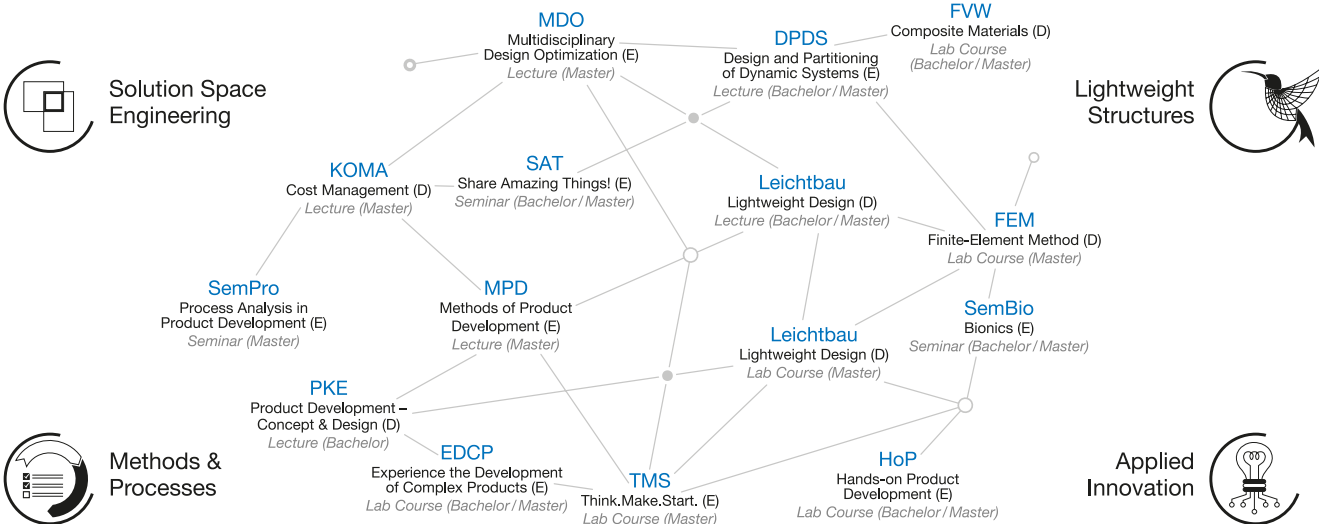


Die neue Forschungslandkarte des LPL, angeordnet nach Nähe zu den vier Forschungsgruppen. Tragende Säule ist das Thema **Design** im Sinne von **Gestaltung technischer Systeme**.

Inhalt

Vorwort	1
Neue Forschungslandkarte	2
Neue Lehrveranstaltungen ab Wintersemester 2020 / 21	3
LPLAcademy – Das neue Weiterbildungsformat des Lehrstuhls für Produktentwicklung und Leichtbau ist da!	4
Lehre in Zeiten Coronas – Chance durch digitales Sommersemester 2020 am LPL erfolgreich in Fortschritt verwandelt	5
Urbane Mobilität – Autonomous Moving Spaces Wizard-of-Oz Prototype	6
Think.Make.Start. Enterprise – Connecting Academia and Industry	6
TMS Success Story – Beworm is using waxworms to recycle plastic	7
Think.Make.Start. soll im Rahmen der Exzellenzstrategie der TUM gefördert und weiter ausgebaut werden!	7
Abschluss KMEagil – Einführung agiler Methoden in kleinen und mittelständischen Unternehmen	8
Projektstart OptProLaS – Bauteiloptimierung unter Berücksichtigung der Prozesseinflüsse beim Laser-Strahlschmelzen	9
Benchmarking of Process Modeling Tools – Workshop an der Universität Rostock	9
Cost-optimization of Product Families Using Solution Space Engineering	10
Röntgenröhren der nächsten Generation, entwickelt mit Lösungsräumen	11
DIVA – The LPL Robot Family	12
Simulation of Development Processes	13
Structural Health Monitoring – Detektionszonen für Ermüdungsrisse	14
Neue Mitarbeiterin am LPL	15
Ausgewählte Veröffentlichungen	15
Neuerscheinungen des Lehrstuhls	16
Veranstaltungskalender	16
Impressum	16

Neue Lehrveranstaltungen ab Wintersemester 2020/21



Neue Lehrelandkarte mit Forschungsgruppen

Jan Behrenbeck, Jintin Frank, Ludwig Krämer, Ferdinand Wöhr

Zum Wintersemester 2020/2021 wird das Lehrportfolio des LPL um sechs neue Lehrveranstaltungen erweitert. In diesem Artikel wollen wir die Konzepte kurz vorstellen.

Seminar: Process Analysis

Das semesterbegleitende Seminar soll den Studierenden einen Einblick in die Forschungsgebiete des Lehrstuhls in den Bereichen Produktentwicklung und Innovation bieten. Die datengetriebene Analyse und Quantifizierung von Prozessen und Modellen liegen dabei im Fokus. In der ersten Hälfte des Semesters werden den Studierenden verschiedene Forschungsfelder vorgestellt. Dabei werden auch Aspekte der wissenschaftlichen Arbeit diskutiert. Die Teilnehmenden müssen dann ein Thema wählen und wissenschaftlich aufarbeiten. Anschließend werden die Themen im Plenum präsentiert. Ausgerichtet wird dieses Seminar gemeinschaftlich von den Forschungsgruppen „Produkte und Prozesse“ und „Innovation in der Praxis“.

Seminar: Bionik

In diesem Seminar werden bionische Ansätze für technische Probleme vermittelt und angewendet. Für komplexe Probleme reichen oft konventionelle Lösungsansätze nicht aus. Ansätze aus der Natur können hier zu optimalen Lösungen führen. In der ersten Hälfte des Semesters werden den Teilnehmenden Grundlagen und Anwendung der Bionik von Experten vorgestellt. An einem Blocktermin werden aktuelle technische Probleme vorgestellt, an denen die Studierenden in Gruppen bionische Ansätze erarbeiten sollen. Durch Betreuung

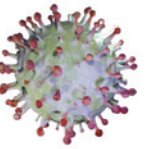
und Beratung der Gruppen sollen mittels Kreativitätstechniken aus der Produktentwicklung Lösungskonzepte erstellt werden. Am Ende der Veranstaltung werden alle Konzepte in einem Vortrag präsentiert werden. Einzelne Prototypen können als Präsentationsmaterial durch 3D Druck erstellt werden.

Seminar: Share Amazing Things

Dieses Seminar greift die ursprüngliche Bedeutung des universitären Studierens auf und eröffnet den Teilnehmern und Teilnehmerinnen einen Raum, sich selbst gewählte Themen eigenständig zu erarbeiten, diese im Kontext zu reflektieren und in der Gemeinschaft zu diskutieren. Zu Beginn des Semesters wählen die Teilnehmenden dazu ein Thema aus, das sie sich selbstständig erarbeiten und anschließend begeistert im Plenum präsentieren müssen. Es werden gemeinschaftlich Bewertungskriterien erarbeitet, anhand derer die Beiträge gegenseitig diskutiert werden. Zuletzt positionieren sich die Studierenden zu einem der präsentierten Themen in Form eines Essays. Dabei erhalten sie methodische und wissenschaftliche Hilfestellung durch Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen des Lehrstuhls.

Praktikum: Hands-On Produktentwicklung

Das Ziel des semesterbegleitenden Praktikums ist die prototypische Umsetzung und Verfestung von Produktideen. Dabei werden die Teilnehmenden von Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen des Lehrstuhls und Experten aus der Industrie beraten. Die Studierenden lernen, Entwicklungsmethoden kontextabhängig gezielt zu wählen und anzuwenden. Je nach Projektkomplexität können die Teilnehmenden alleine oder in Kleingruppen arbeiten. Der Fokus liegt



auf dem frühen Testen von Hypothesen durch den Bau von Prototypen und deren Verfestung mit potentiellen Nutzern. Technische Aspekte sowie die Nutzerinteraktion stehen dabei im Vordergrund. Auf die Autonomie und Stärkung der Selbstständigkeit sowie Selbstwirksamkeit wird besonderer Wert gelegt. Die Studierenden gestalten die Inhalte mit und wählen die Themen und Methoden aus, die für ihre Projekte besonders relevant sind.

Praktikum: Experience the Design of Complex Products (EDCP)

Diese Lehrveranstaltung bietet den Studierenden die Möglichkeit, bereits früh in ihrem Studium komplexe Entwicklungsprozesse hautnah miterleben. In Form von mehreren Rollenspielen soll die Entwicklung ausgewählter Produktmodelle nachgestellt werden. Im Zuge dessen nehmen die Studierenden verschiedene Rollen ein (Projektleiter/-in, Entwicklungsingenieur/-in, Controller/-in, usw.) und versuchen gemeinsam ein Produkt (Modellauto bzw. Drohne) zu entwickeln, das vorgegebene Anforderungen erfüllen muss (Geschwindigkeit, Reichweite, Flughöhe usw.). Am Ende wird das Produkt zusammengebaut und die Anforderungen werden in Tests überprüft.

Praktikum: Faserverbundwerkstoffe

In diesem Praktikum entwickeln die Teilnehmenden in Kleingruppen ein eigenes Faserverbundbauteil ihrer Wahl. Das neue Produkt wird konzipiert, berechnet, gefertigt und final in einem Bauteilversuch getestet. Die Ausprägung der Umsetzungen resultiert aus den Ansprüchen der Teilnehmergruppen bezüglich Strukturbauteilen, Freizeit- und Sportgeräten oder Leistungsfähigkeiten von Materialkombinationen/Hybride. Die Studierenden stellen das Konzeptbauteil vor, welches sie für besonders interessant halten. An mehreren Praktikumsterminen arbeiten die Teilnehmenden eigenständig an ihren Faserverbundbauteilen und wählen ein sinnvolles Fertigungsverfahren aus. Die Prototypen werden am Lehrstuhl mit modernen Messtechniken getestet und die Ergebnisse diskutiert sowie bewertet.

Ansprechpartner

Jan Behrenbeck, M.Sc.
jan.behrenbeck@tum.de, Tel. 089 289-15134

LPL Academy – Das neue Weiterbildungsformat des Lehrstuhls für Produktentwicklung und Leichtbau ist da!

Jakob Trauer

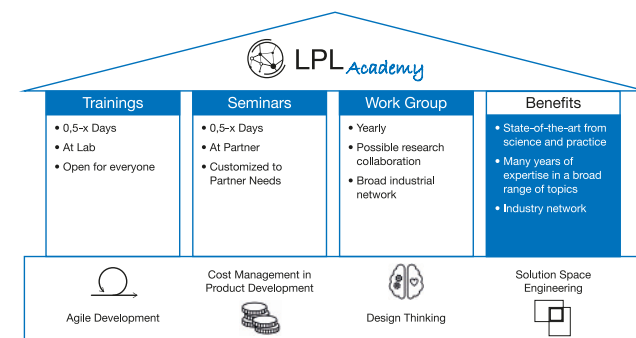
Seit diesem Jahr steht ein Weiterbildungsprogramm für interessierte Unternehmen und Industrievertreter zur Verfügung – die LPL Academy.

Format

Das Angebot gliedert sich in drei Elemente – Schulungen, Seminare und Arbeitskreise. Erstere finden am Lehrstuhl statt. In halb- bis mehrtägigen Veranstaltungen werden Ihnen hier praxisnah die aktuellen Grundlagen des jeweiligen Themas vermittelt. Seminare hingegen finden für Sie und Ihre Kolleginnen und Kollegen bei Ihnen im Unternehmen statt. Hier haben Sie die Chance, die Inhalte zielgerichtet auf Ihre Bedürfnisse anpassen zu lassen und an einem konkreten Anwendungsproblem aus Ihrem Alltag anzuwenden. Arbeitskreise wiederum sind kostenlose Angebote unserer Forschungsgruppen zum lockeren Austausch zwischen Industrie und Wissenschaft zu ausgewählten Themen.

Themen

Momentan werden folgende Themen angeboten: Agile Produktentwicklung, Kostenmanagement, Design Thinking sowie Solution Space Engineering.



Angebot der neuen LPL Academy

Ansprechpartner

Jakob Trauer, M.Sc.
jakob.trauer@tum.de, Tel. 089 289-16175

Christian Schmied

Digitalisierung der Lehre am LPL: Durch den Lock-Down in der Corona-Zeit ergab sich die Notwendigkeit und gleichzeitig die Chance, alle Lehrveranstaltungen digital anzubieten. Die Chance haben wir ergriffen und mit der Digitalisierung der Lehrveranstaltungen einen Mehrwert für unsere Studierenden geschaffen.

Startschuss am 25. März 2020: Mauern oder Windmühlen

Zur Vorbereitung auf die notwendigen Veränderungen wurden durch den Lehresprecher Jan Behrenbeck in einer Rundmail an alle Verantwortlichen für Lehre die Lehrebeteiligten am LPL mit dem treffenden Zitat motiviert: „Wenn der Wind der Veränderung weht, bauen die einen Mauern und die anderen Windmühlen“. In kürzester Zeit haben wir alle Hörsaal-Vorlesungen des Sommersemesters auf neue digitale Formate umgestellt und mit Kostenmanagement in der Produktentwicklung selbst eine Vorlesung aus dem Wintersemester als neues digitales Zusatzangebot für unsere Studierenden anbieten können. Der Wind der Veränderung hat somit einen zusätzlichen Schub für die Zukunft der Lehre gebracht.

Digitale Lehrveranstaltungen und Lehrformate

Pünktlich zum Semesterbeginn am 21. April 2020 konnten fünf vollständig digitale Lehrveranstaltungen angeboten und abgehalten werden:

- Kostenmanagement in der Produktentwicklung (VL+UE)
- Leichtbau (VL+UE)
- Multidisciplinary Design Optimization (VL+UE)
- Produktentwicklung: Konzepte und Entwurf (VL+UE)
- Finite Elemente Praktikum (Block im Juli)

Die neuen Lehrformate reichten von Videos mit und ohne Sprecher im Bild, digitalen Gruppenübungen, Webmeetings als Sprechstunden, als auch konventionellen PDF-Vorlesungsfolien mit Digitalaufzeichnungen bis hin zu Live-Onlineveranstaltungen über Zoom.

Positive Nebeneffekte

Auch durch die Prüfungen aus dem Wintersemester, die noch vor dem Lockdown in Präsenz auf Papier abgehalten werden konnten, ergab sich die Gelegenheit, digitale Korrekturen und digitale Prüfungseinsichten einzuführen. Für Kostenmanagement in der Produktentwicklung vom 6. März 2020 z.B. hatten wir alle Prüfungen DSGVO konform eingescannt und waren damit bereits auf eine digitale Korrektur vorbereitet. Auch für die Prüfungseinsicht konnten neue Wege gegangen werden, die wir ebenfalls unseren Studierenden vollständig digital per E-Mail und Webmeeting anbieten und trotz Lockdown rechtzeitig innerhalb der gegebenen Fristen abschließen konnten.

Schwierigkeiten und Herausforderungen

Natürlich gab es auch Schwierigkeiten zu überwinden, die vor allem von der Auswahl, Beschaffung, Einarbeitung und Kompatibilitätsproblemen von Soft- und Hardware bis hin zu personellem Mehraufwand reichten. Nicht ausreichend gelöst ist auch die Herausforderung des digitalen Prüfens.

Rückmeldungen der Studierenden

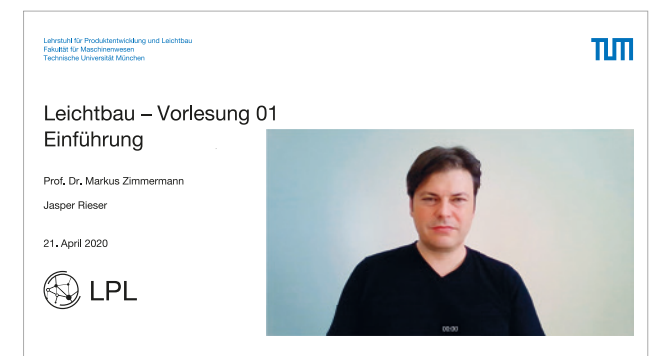
Der Zusatzaufwand und das Engagement aller Beteiligten für die digitale Lehre hat sich in jedem Fall gelohnt. Auch wenn einige Studierende und Dozierende den direkten Austausch von den gewohnten Präsenzveranstaltungen vermissen, wurden mit vielen positiven Rückmeldungen von den Studierenden die gute Qualität, Organisation und Engagement des Lehrstuhls hervorgehoben. Zum Beispiel wurde Kostenmanagement in der Produktentwicklung mit dem besten Ergebnis der letzten Jahre evaluiert.

Selbst Industrievorträge digital

Im Zuge einer Anfrage für das nächste Semester wurde uns bereits von unserem Forschungspartner der Firma Voith, Herrn Thomas Luft, der nächste Praxis-/Industrievortrag für die Vorlesung Kostenmanagement in der Produktentwicklung im Digitalformat zugesagt.

Ausblick: was bleibt?

Was von der digitalen Lehre nach der Corona-Zeit bleiben wird, ist jetzt noch nicht absehbar. Als großer Gewinn können aber schon jetzt die Erfahrung mit den neuen Formaten und das mögliche Zusatzangebot digitaler Formate neben dem Präsenzformat gesehen werden. Unsere Studierenden gewinnen sicher durch die neuen Digitalformate allein schon über größere zeitliche und örtliche Flexibilität der digitalen Lehre, und ganz nebenbei wird damit auch ein Beitrag zur Barrierefreiheit geleistet.



Screenshot des ersten Testvideos von Prof. Zimmermann als Motivation

Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Christian Schmied
christian.schmied@pl.mw.tum.de, Tel. 089 289-15125

Urbane Mobilität – Autonomous Moving Spaces Wizard-of-Oz Prototype

Nuno Miguel Martins Pacheco

Der LPL hat, zusammen mit der BMW Group, der MakerSpace GmbH sowie der Stanglmeier GmbH und unterstützt von einem vierköpfigen, interdisziplinären Studierenden-Team, ein Raumnutzungskonzept für autonome Fahrzeuge entwickelt und als Wizard-of-Oz Prototyp umgesetzt.

Mithilfe einer Kombination aus Design Thinking und einer eigens entwickelten Prototyping-Methodik wurde unter Anleitung des LPL ein Sport-Konzept für Berufspendler (Pendelweg in Summe länger als 40min) entwickelt. Dabei vereint das Konzept „Moving Spaces“ fahrdynamische Kräfte mit der Virtual Reality Technologie. Ein Trainer in der virtuellen Welt leitet den Nutzer bei einem gesundheitsförderlichen kardiovaskulären Ganzkörper-Training an. Durch die Reise in der VR Welt hat der Nutzer das Gefühl, er würde an sein Ziel gebeamt. Er nimmt keinen Zeitverlust wahr, da er seine Zeit während des Arbeitswegs für seine Bedürfnisse nutzt. Mithilfe des Prototypen werden nun Nutzertests durchgeführt, um weiteres Wissen über die Eignung des Konzepts zu

erhalten. Parallel wird das Konzept durch eine Office Anwendung erweitert. Ein Folgeprojekt im Rahmen von M-Cube wird erarbeitet.



Moving Spaces – VR Sports Concept Wizard-of-Oz Prototype
(© Annette Böhmer / BMW Group)

[Ansprechpartner](#)

Nuno Miguel Martins Pacheco, M.Sc.
martins.pacheco@tum.de, Tel. 089 289-15121

Think.Make.Start. Enterprise – Connecting Academia and Industry

Nuno Miguel Martins Pacheco

Zusammen mit der BMW Group hat der LPL mit der Unterstützung von interdisziplinären Studierenden-Teams Herausforderungen in der Industrie identifiziert und gelöst.

Der LPL möchte mit seinem innovativen Format TMSE das unternehmerische Verhalten und die interdisziplinäre Zusammenarbeit stärken. Gemeinsam mit unseren Partnern helfen wir, Herausforderungen mit Hilfe einer Prototyping-Methodik in einem innovativen Ansatz zu identifizieren und zu lösen.

- (1) **Observation:** Identifizierung von Herausforderungen in der Organisation und Einteilung in relevante Interessengruppen
- (2) **Sprint:** Lösen der Probleme und Entwicklung von ersten Konzepten in enger Zusammenarbeit mit Mitarbeitern unserer Partnerunternehmen
- (3) **Development:** Validierung und Verfeinerung des Lösungskonzepts

Das Format ist darauf ausgerichtet, die Innovationskultur anzuregen und die Kreativität der Mitarbeiter zu fördern.

Dabei unterstützen wir unsere Partner, Herausforderungen zu erkennen und zu lösen. Alle Projekte aus dem ersten TMSE Format werden weiterhin verfolgt.



Team Working at the Partner Facilities (© Annette Böhmer / BMW Group)

[Ansprechpartner](#)

Nuno Miguel Martins Pacheco, M.Sc.
martins.pacheco@tum.de, Tel. 089 289-15121

“We want to solve one of the biggest environmental problems” TMS Success Story - Beworm is using waxworms to recycle plastic

Jan Behrenbeck (© TUM Alumni & Career)

Since 1950 people have produced around 8.3 billion tons of plastic, which now pollute the planet. With plastic-eating organisms, nature offers a solution to the problem. With their help, TMS Alumna Eleonore Eisath intends to start a recycling revolution.

Eleonore came to Munich in 2017 to start a masters degree in Industrial Design. While researching for her first university project, she accidentally came across the exciting topic of biotic decomposition. Together with an interdisciplinary team of students and as part of the TUM course Think.Make.Start, Eleonore developed her first vision for a biotic recycling system into a marketable product idea in just ten days. “After this course, I knew that I also wanted to write my master’s thesis on this topic”, says Eleonore Eisath. By today she has finished her master and also won the Biomimetic Idea Challenge awarded by the TUM Bionics Group. Right now she and her team at Beworm are working hard to optimize and scale the process and revolutionize the plastic industry (www.beworm.org).



Eleonore Eisath conducting first tests with waxworms during TMS#8 in 2018

Do you want to know more about Eleonore and her innovation path? You can read the full story at: <http://www.150.alumni.tum.de/eleonore-eisath/>

[Contact](#)

Jan Behrenbeck, M.Sc.
jan.behrenbeck@tum.de, Tel. 089 289-15134

Think.Make.Start. soll im Rahmen der Exzellenzstrategie der TUM gefördert und weiter ausgebaut werden!

Jan Behrenbeck

In Kooperation mit TUM Forte wurde eine zentrale Förderung des Formats TMS im Rahmen der Exzellenzstrategie der TUM erwirkt. Ab 2021 sollen bis zu vier Veranstaltungen pro Jahr stattfinden und weitere Lehrstühle und Disziplinen in die Ausrichtung eingebunden werden.

Strategie

Das Lehrformat Think.Make.Start. hat sich seit der ersten Durchführung im Jahre 2015 an der TUM zu einem Leuchtturm für interdisziplinäre Lehre und unternehmerische Sensibilisierung entwickelt. Durch eine zentrale Förderung des TUM-Präsidiums im Rahmen der Exzellenzstrategie soll das Format in den kommenden Jahren öfter angeboten werden und einem breiteren Teilnehmerkreis zur Verfügung stehen. Im Zuge der Skalierung sollen neue TUM-Standorte, Zielgruppen und Disziplinen erschlossen und eingebunden werden. Ziel ist es, die Innovationskraft der TUM und ihrer Absolventen zu fördern.

Organisatorische Änderungen

Die administrative Koordination des Formats sowie die Organisation der einzelnen Events wird bis 2022 vom LPL an TUM Forte übergeben. Dazu wird eine neue Stelle im TMS-Projektmanagement eingerichtet. Der LPL wird auf akademischer Seite die inhaltliche Weiterentwicklung des Formats und die Leitung innerhalb einzelner Events übernehmen. Zusätzlich wird ein Pool an Lehrenden von verschiedenen Fakultäten aufgebaut, die je nach Event in Lehre-Teams zusammengestellt werden, um die Studierenden zu betreuen. Das nächste Event findet voraussichtlich Anfang September 2020 in Garching statt.

THINK. MAKE. START.

[Contact](#)

Jan Behrenbeck, M.Sc.
jan.behrenbeck@tum.de, Tel. 089 289-15134

Abschluss KMEagil – Einführung agiler Methoden in kleinen und mittelständischen Unternehmen

Jakob Trauer, Sebastian Schweigert-Recksiek

Im Juli 2020 wurde das Forschungsprojekt KMEagil erfolgreich abgeschlossen. Seit 2017 wurden in diesem Projekt Werkzeuge und Methodiken zur Unterstützung der Einführung agiler Methoden in kleinen und mittelständischen Unternehmen entwickelt. Die Ergebnisse wurden nun in einem professionellen Webleitfaden den Mitgliedern des vbm bayme zur Verfügung gestellt.

Ausgangssituation des Projekts

Agile Entwicklung ist in der Softwareentwicklung bereits zum Standard geworden. In der Hardwareentwicklung stehen jedoch viele Unternehmen noch vor großen Herausforderungen, die erhofften Potenziale agiler Entwicklung in ihrem Projektkontext umzusetzen. Um diese Hürde zu überwinden müssen die richtigen Methoden ausgewählt und auf den jeweiligen Kontext angepasst werden. Ziel des Projekts war es, kleine und mittelständische Unternehmen der M+E-Industrie dabei zu unterstützen, agile Methoden erfolgreich und wettbewerbsfähig einzusetzen. Gefördert wurde das Projekt dabei von der KME – Kompetenzzentrum Mittelstand GmbH.

Ergebnisse

Die Ergebnisse gliedern sich hierbei in vier Bausteine:

1. Ist-Agilität: Ein Bewertungsschema zur Untersuchung der bereits im Unternehmen gelebten Agilität. Hierdurch können Bereiche ermittelt werden, in denen man noch agiler werden kann.
2. Agilitätskompass: Ein Werkzeug, mit dem die unternehmensspezifischen Rahmenbedingungen hinsichtlich der Einführung agiler Methoden untersucht werden können.
3. Baukasten agiler Methoden: Eine strukturierte Sammlung über 100 bekannter Methoden und Vorgehensweisen.
4. Implementierungsunterstützung: Eine Methodik zur systematischen Auswahl, Adaption und Einsatzplanung agiler Methoden.

Die Ergebnisse wurden hierbei in enger Zusammenarbeit mit den beteiligten Industriepartnern entwickelt. Insbesondere die Kooperationen mit zwei Unternehmen, in je halbjährigen Pilotprojekten, gewährleisteten Industrienahe und Praxistauglichkeit der Ergebnisse.

Online-Leitfaden und Forschungsbericht

Sämtliche Ergebnisse sind in einen Online-Leitfaden (<http://agile.baymevbm.de/>) sowie einen umfassenden Forschungsbericht eingeflossen. Beide Elemente stehen den Mitgliedsunternehmen des vbm bayme zur freien Verfügung.

Die Abbildung stellt die Kernelemente dar. Im Bereich Vorbereitung finden Sie (von links nach rechts) den Forschungsbericht und Hintergrundinformationen, das Ist-Agilitäts-Werkzeug sowie den Agilitätskompass. Um dann zu den Methodenbeschreibungen zu kommen, können Sie sich entweder durch ein Fragenschema leiten lassen, sich in einem interaktiven Projektablauf einen spezifischen Aufgabenbereich auswählen oder direkt eine Vorgehensweise oder Methode über den Selektor auswählen.



Auszug aus dem Online-Leitfaden

Danksagung

An dieser Stelle möchten wir gerne noch der KME, im speziellen Dr. Georg Liedl und Claudia Hoffmann für die Unterstützung in diesem Projekt danken. Außerdem danken wir allen beteiligten Unternehmen, die mit ihren Erfahrungen einen entscheidenden Beitrag zur Qualität der Ergebnisse liefern.

Zu guter Letzt danken wir noch unseren, inzwischen ehemaligen, Kolleginnen und Kollegen Dr.-Ing. Kristin Gövert, Dr.-Ing. Christoph Hollauer und Lucia Becerril für die stets konstruktive Zusammenarbeit.

Ansprechpartner

Jakob Trauer, M.Sc.
jakob.trauer@tum.de, Tel. 089 289-16175

Weitere Informationen

<https://www.mw.tum.de/lpl/forschung/projekte/kmeagil/>
<https://agile.baymevbm.de/>

Projektstart OptProLaS – Bauteiloptimierung unter Berücksichtigung der Prozesseinflüsse beim Laser-Strahlschmelzen

Jasper Rieser, Jakob Trauer

Mitte Juni 2020 fand erfolgreich das digitale Kick-Off Treffen des Projekts OptProLaS statt. Finanziert wird das Projekt von der KME – Kompetenzzentrum Mittelstand GmbH. Bearbeitet wird es zu gleichen Teilen von den Lehrstühlen LPL und iwB. Insbesondere über die rege Teilnahme unserer Industriepartner haben wir uns sehr gefreut.

Motivation und Ziel des Forschungsprojekts

Additive Fertigungsverfahren sind durch die nahezu unbegrenzten Gestaltungsmöglichkeiten für viele Unternehmen attraktiv. Jedoch bereiten Themen wie Maßhaltigkeit und auch die Prozesssicherheit Probleme. Ziel dieses Forschungsvorhabens ist die Entwicklung eines Vorgehens, das die Simulation des additiven Fertigungsprozesses mit der Konstruktion der Bauteile wirksam verknüpft und die Potenziale der Additiven Fertigung im Vergleich zu klassischen Herstellungsverfahren aufzeigt.

Erfolgreicher Projektstart in digitalem Format

Den Auftakt bildete jüngst das Projekt-Kick-Off im Juni 2020 als erstes von insgesamt vier Meilensteintreffen

mit den Industriepartnern EOS Electro Optical Systems GmbH, FIT AG, MTU Aero Engines AG, STÖGER AUTOMATION GmbH und Vectoflow GmbH. Hierbei wurden das Projekt sowie erste Ergebnisse vorgestellt und mit den Projektpartnern diskutiert.



Jasper Rieser und Dominik Götz beim digitalen Kick-Off

Ansprechpartner

Jasper Rieser, M.Sc.
jasper.rieser@tum.de, Tel. 089 289-15155

Benchmarking of Process Modeling Tools – Workshop an der Universität Rostock

Jakob Trauer

Im Februar nahmen zwei Mitarbeiter des Lehrstuhls am „Benchmarking of Process Modeling Tools“-Workshop der Design Society teil. Die Ergebnisse fließen ein in einen Workshop auf der Konferenz DESIGN 2020.

Am 03. und 04. Februar 2020 nahmen Ferdinand Wöhr und Jakob Trauer am „Benchmarking of Process Modeling Tools“-Workshop der Design Society teil. Der Workshop wurde von Prof. Kilian Gericke und Prof. Claudia Eckert organisiert und fand an der Universität Rostock statt. Ziel dieses Treffens war es, eine Plattform für das Benchmarking von Prozessmodellierungsansätzen zu entwickeln. Zu diesem Zweck wurden am ersten Tag verschiedenste Impulsvorträge aus Wissenschaft und Industrie gehalten. Zum Abschluss des ersten Tags fand ein Besuch der Firma Nordex Energy GmbH statt. Am zweiten Tag wurde das Problem diskursiv bearbeitet. Eine Gruppe befasste sich mit typischen Einsatzzwecken von Prozessmodellierungsansätzen, die andere mit Kriterien

zur Bewertung dieser Ansätze. Bis heute stehen die Teilnehmenden noch in regem Austausch. Angestrebtes Ergebnis wird ein Online-Leitfaden zur Auswahl geeigneter Modellierungsansätze sein. Hierzu findet auch noch ein Workshop auf der Konferenz DESIGN 2020 statt.



Ferdinand Wöhr (links) und Jakob Trauer beim Besuch der Firma Nordex

Ansprechpartner

Jakob Trauer, M.Sc.
jakob.trauer@tum.de, Tel. 089 289-16175

Cost-optimization of Product Families Using Solution Space Engineering

Sebastian Rötzer

With cost-optimization in product family design using solution space engineering (PFD-SSE), the LPL presents an approach to manage high variety and complexity in product family design. PFD-SSE minimizes the cost of a given product family with respect to the technical constraints, robustness, and expert knowledge.

Motivation

During the collaboration with a consulting company specialized in modular platform development, we observed that many companies struggle to cope with the variety in their complex product portfolios. The question of an optimal standardization rate arises more and more. We face this challenge with a quantitative approach, which guides the user directly through the design of a product family. A product family of five water hose boxes illustrates the approach. The hose boxes differ from each other according to their requirements (e.g. length of the water hose) and their sales volumina. They all consist of three components: the reel, the housing, and a spring to pull back the water hose.

Results

Figure 1 shows the result of PFD-SSE analyzing different cost scenarios. The total cost of the family is plotted over the total number of components used for all five product variants of the family. We can see that the optimal standardization rate changes with respect to the cost scenario, i.e. assuming high effects on economy of scales in our cost model leads to higher standardization rates in the optimistic scenario and lower total costs in contrast to a realistic or pessimistic scenario.

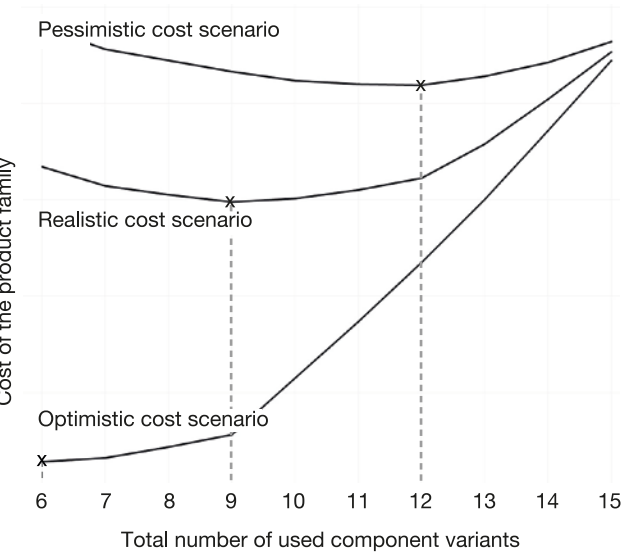


Figure 1: Cost-optimal standardization rates according to Rötzer et al. (2020)

The realistic scenario consists of nine components in total: two reels, two housings, and five springs. Although technically a higher standardization rate would be possible (six components), it is not favorable from a cost perspective. Figure 2 provides concrete design variable values of the reel component for the realistic scenario.

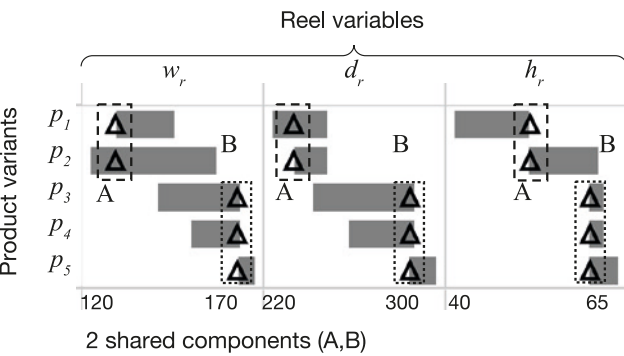


Figure 2: Cost-optimized design variable values for the reel component (realistic scenario) according to Rötzer et al. (2020)

Method

PFD-SSE has two major ingredients: Solution Space Engineering (SSE) and a numerical optimization algorithm. SSE assures that all technical requirements are met by scanning the design space for each product variant for solutions that meet all requirements (solution spaces). Overlapping solution spaces indicate potential for commonality by standardization between different products in a family. The numerical optimization chooses the cost-optimal commonality pattern considering all technical solutions with respect to a cost model.

Summary

PFD-SSE supports product family design with concrete numerical values. Within all solutions that fulfill all requirements, it chooses the cost optimal. By changing expected sales volumes and effects by economy of scales, the user is able to generate different scenarios. It solves simultaneously a configuration problem and several component optimizations problems.

Ansprechpartner

Sebastian Rötzer, M.Sc.
roetzer@pl.mw.tum.de, Tel. 089 289-15157

Weitere Informationen

Rötzer, Sebastian, Thoma, Dominik, Zimmermann, Markus (2020). **Cost Optimization of Product Families Using Solution Spaces**. 16th International Design Conference (DESIGN 2020), Cavtat, Croatia. (open access)

Röntgenröhren der nächsten Generation, entwickelt mit Lösungsräumen

Sebastian Rötzer

In einem Verbundprojekt mit mehreren Forschungspartnern aus den Bereichen Medizin, Physik, Elektrotechnik und Maschinenbau entwickeln wir die nächste Generation von Röntgenröhren. Diese zeichnet sich durch eine höhere Energiedichte und bessere Brillanz der Röntgenstrahlung aus. Damit ergeben sich neue Möglichkeiten bei der Behandlung von Krebspatienten.

Hintergrund

Innerhalb des Verbundprojekts, das von der DFG gefördert wird, entwickelt der LPL das rotierende Targetrad, auf das ein Elektronenstrahl fokussiert wird, wodurch im Brennpunkt die Emission von Röntgenstrahlung angeregt wird. Der Elektronenstrahl wird dabei durch ein Material mit hoher Ordnungszahl abgebremst. Durch das Abbremsen entsteht Röntgenstrahlung. Das Besondere an dieser Röntgenröhre ist die erhöhte Energiedichte und Brillanz der emittierten Röntgenstrahlung im Vergleich zu konventionellen Röhren. Die Strahlung wird derart gefiltert, dass zwischen bestrahltem Gewebe immer unbestrahltes liegt. Damit kann sich das Gewebe schneller regenerieren. Durch die hohe lokale Dosis werden Tumorzellen gleichzeitig stärker bestrahlt.

Herausforderungen

Abbildung 1 zeigt den prinzipiellen Aufbau des zu entwickelnden Targetrads. Das Targetrad ist gewissermaßen das Herzstück der Röntgenröhre, da die Elektronen hier in Röntgenstrahlung umgewandelt werden. Neben Röntgenstrahlung erzeugt der auftretende Elektronenstrahl einen starken Temperaturanstieg im Targetrad. Dadurch treten im Targetrad sehr hohe thermische Belastungen auf. Um den höheren Energieeintrag kompensieren zu können, werden die Elektronen sehr stark beschleunigt.

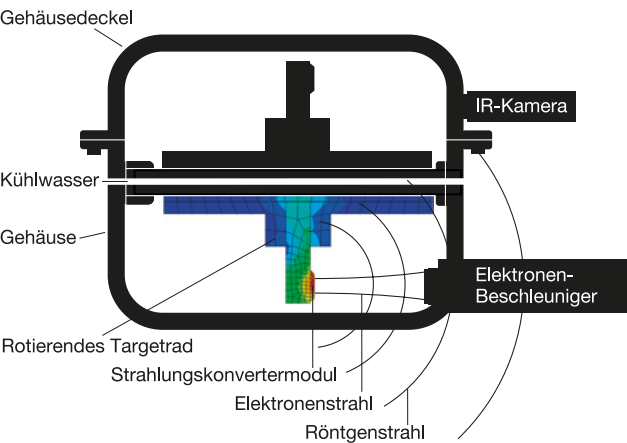


Abb. 1: Skizze des Targetrads mit Peripheriekomponenten

Dadurch dringen diese tiefer ins Material ein und verteilen die eingebrachte Energie (in Form von Wärme) nicht nur an der Oberfläche, sondern auch im Material. Gleichzeitig muss sich das Targetrad sehr schnell drehen, damit sich dieser Energieeintrag gleichmäßig verteilt. Dadurch ergeben sich konkurrierende Anforderungen an das Targetrad.

Solution Space Engineering

Um Designs zu finden, die alle Anforderungen erfüllen, und den Entscheidungsprozess für die Projektteilnehmer transparent zu gestalten, haben wir uns für Solution Space Engineering (SSE) als Auslegungsmethode in der frühen Phase entschieden. Ein spezielles Tool zur Bestimmung von Lösungsräumen scannt den Designraum nach Designs, die alle Anforderungen erfüllen, und färbt diese grün ein.

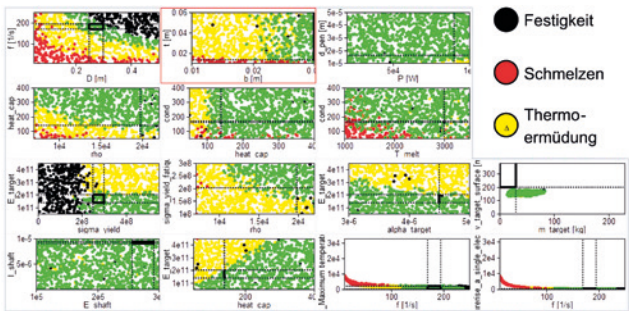


Abb. 2: Lösungsräume für die Auslegung des Targetrads in der frühen Phase

Abbildung 2 zeigt das Ergebnis. In den einzelnen Diagrammen sind die relevanten Designvariablen des Targetrads dargestellt. Dazu gehören: Durchmesser, Dicke und Materialparameter des Targetrads, genauso wie operationelle Variablen wie Winkelgeschwindigkeit oder Eindringtiefe des Elektronenstrahls. Die Anforderungen an das Targetrad sind Reserven gegen mechanisches Versagen (Festigkeit), Schmelzen und Versagen aufgrund von Thermoermüdung. Durch SSE konnte ein Lösungsraum identifiziert werden, der alle Anforderungen erfüllt. Die gewonnenen Erkenntnisse dienen als Grundlage für die weitere, detaillierte Auslegung des Targetrads. Das Ableiten von Intervallen statt Punktlösungen ermöglicht Flexibilität für nachgelagerte Entwicklungsentscheidungen und liefert Orientierungswerte für FEM-Simulationen.

Ansprechpartner

Sebastian Rötzer, M.Sc.
roetzer@pl.mw.tum.de, Tel. 089 289-15157

DIVA – The LPL Robot Family

Lukas Krischer, Anand Suresh

The DIVA project is a flagship project from the lab, aimed at uniting the lab's diverse competencies on a single demonstrable platform, a humanoid robotic arm. The idea is to take different design philosophies of humanoid robots (such as classical or musculo-skeletal humanoids) and deploy them in two distinct formats, one that is experienced based named "D-ROB" and the other utilizing the expertise at the lab, which is completely Top-Down driven design, dubbed "V-ROB". This together is collectively called DIVA. Here we discuss some of the preliminary results from DIVA II, the musculoskeletal version of the DIVA project.

Description

The DIVA approach works towards automatic design of robots by adopting a top-down, user requirements driven approach to the problem. To realize this, the project involves one half of the robot adopting the experience-based, bottom-up approach and comparing it to the top-down approach developed by the Lab. The experience-based part is termed "D-ROB" for experienced based design of a robot while the top-down approach is named "V-ROB" for V-Modelling inspired design.

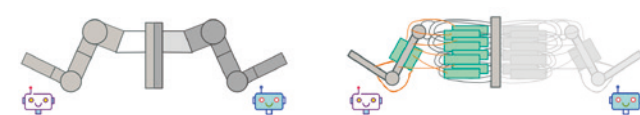


Figure 1: The robot development platforms DIVA I (left) and DIVA II (right). Left and right arms will be designed bottom-up and top-down, respectively.

Project Update

For the cable-driven DIVA II platform a first iteration of the design was carried out. Of utmost importance was an optimal structural design of the upper arm and forearm with respect to stiffness requirements.

The development process was divided into 3 steps:

- 1) Derivation of representative load cases
- 2) Requirement decomposition
- 3) Component design

The arm is required to deform less than 1 mm at the tip while holding a weight of 1 kg in any position. From that, 5 load cases that correspond to worst case positions of the robot arm were derived to investigate the elastic behavior of the structure.

For the decoupling procedure, a physical surrogate model with Bernoulli beams was set up to predict the deformation of the yet unknown detailed structure. Based on the decoupled requirements, two separate topology optimizations of the upper and lower arm were conducted.

Preliminary Results

The V-ROB II robot arm segments were successfully optimized. The final structures can be seen in figure 2.

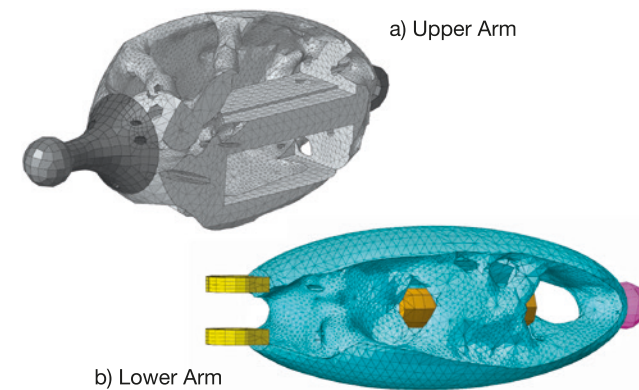


Figure 2: Topology Optimization Results of the a) Upper and b) Lower Arm made of ABS.

For the upper arm a weight reduction of 64,3% could be achieved, which brings a total mass of 1.05 kg. The lower arm reduced the initial weight by 32.4%, which results in a total weight of 1.13 kg.

Outlook

The current investigation was limited to ABS since the LPL can print it directly in the workshop for further testing and exploration. In the future the modular approach is to be used to also investigate different materials, such as INCONEL, and other combinations. Also, more load cases will be added in the structural analyses, such as dynamic effects of the systems are to be also considered. Lastly, parallel to DIVA II, the first prototype of the DIVA I platform is being completed, which enables a comparison between different concepts of humanoid robots.

Contact

Anand Suresh, Ph.D
anand.suresh@tum.de, Tel. 089 289-15143

More Information

<https://www.mw.tum.de/lpl/forschung/projekte/diva/>

Simulation of Development Processes

Ferdinand Wöhr

In addition to optimizing technical systems, the Laboratory for Product Development and Lightweight Design explores how organizations and design processes can be improved. Modern technologies originating from the field of Social Science offer a new way to study product design processes in detail and motivate agent-based modeling.

Modelling Complex Design Processes

Understanding and improving design processes is essential for many companies to continuously generate high quality products while keeping development costs down. Yet, a high rate of complexity due to distributed design teams, parallel development activities and multi-disciplinary dependencies oftentimes leads to great challenges. Modelling and simulation can be an effective tool to deal with this kind of complexity on a fast and reliable basis.

From Equation-Based to Agent-Based

Previous research activities at the Laboratory for Product Development and Lightweight Design focused on System Dynamics, a simulation approach developed in the 1950s by Jay W. Forrester (see example model in figure below).

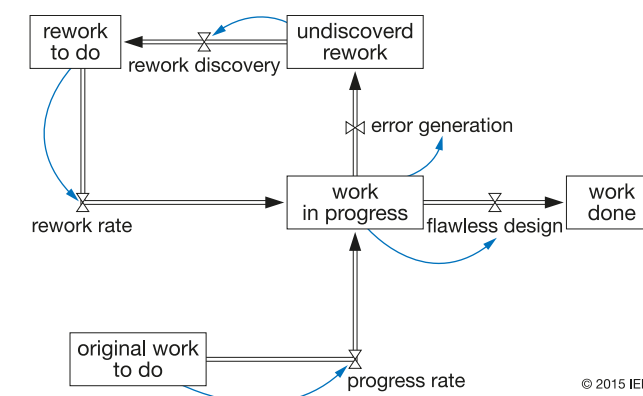


Figure 1: System Dynamics Model (© Kasperek et. al)

In System Dynamics design processes are modelled as a certain number of state variables (e.g. work in progress). The relation between the state variables is described by differential equations, which are evaluated while running a dynamic simulation (equation-based). This modelling approach allows the investigation of a complex design process on an aggregated scale. However, in many cases it is quite challenging to describe the mathematical relation between the state variables in advance. A new modelling technique first used to study social phenomena

like racial segregation allows a different kind of analysis. In this case the behaviour and interaction of individual engineers is described on a very detailed level and the emergent system behaviour is analyzed on an aggregated scale (e.g. development time). This rigorous bottom-up modelling approach is called agent-based and depends on the autonomous decision strategy of the individual actors.

Proposed Model and First Results

In collaboration with the BMW Group we develop an agent-based simulation model, which includes multiple actors who are responsible for different design variables of a technical system. In order to reach their design goals the individual actors can either change the value of their design variables or formulate requirements (see figure).

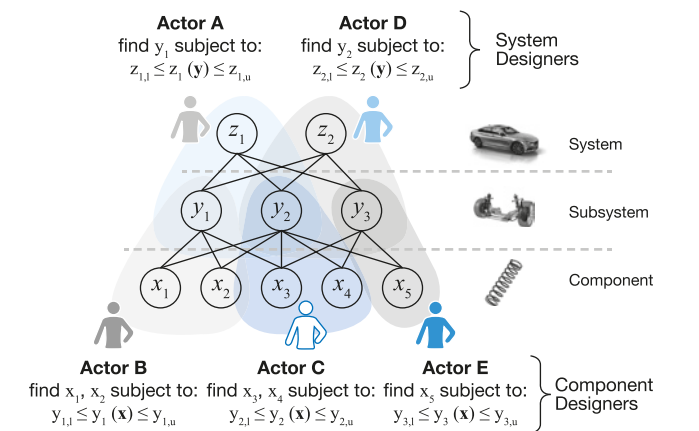


Figure 2: Agent-Based Model

The model uses a time-discrete simulation algorithm including deterministic and stochastic elements to describe human design behaviour. Multi-scale model validation through empirical data provided by industry and experimental data provided by academia ensures sufficient reliability. First results indicate plausible effects related to certain process parameters (e.g. interaction ratio) and technical system properties.

Future Research

After validation the model will be applied to different use cases (driving dynamics, crash structures, powertrain systems, etc) in order to study the model behaviour in different scenarios.

Contact

Ferdinand Wöhr, M.Sc.
ferdinand.woehr@tum.de, Tel. 0170 1801486

Structural Health Monitoring – Detektionszonen für Ermüdungsrisse

Simon Pfingstl

In Kooperation mit der iABG und dem Bauhaus Luftfahrt erforscht der LPL Methoden, Strukturen zu überwachen. Häufig werden für eine Strukturüberwachung (Structural Health Monitoring, SHM) Dehnungssensoren wie z.B. Fibre Bragg Gratings oder Dehnungsmessstreifen (DMS) eingesetzt. Allerdings ist bislang unbekannt, wo diese Sensoren optimal positioniert werden sollten, um Ermüdungsrisse vor dem Bauteilversagen zu detektieren. Dies führt häufig zu einer großen Anzahl an applizierten Sensoren. Am LPL wurde nun eine Methode entwickelt, Detektionszonen zu ermitteln, wodurch eine Struktur mit einer minimalen Anzahl an Sensoren überwacht werden kann. Zusätzlich wurde zusammen mit der iABG die Methode mithilfe eines Ermüdungsversuchs validiert.

Lösungsansatz

Zunächst werden mittels einer Ermüdungsberechnung alle Stellen ausfindig gemacht, an denen ein Ermüdungsriss auftreten kann. Um die Anzahl der Stellen zu reduzieren, kann über eine probabilistische Betrachtung der Wöhlerlinie ein Ranking erstellt werden. Somit brauchen lediglich die Stellen berücksichtigt werden, bei denen ein Auftreten eines Risses wahrscheinlich ist. An der untersuchten Demonstratorstruktur, die einen Ausschnitt einer Flügelunterseite repräsentiert, konnten mithilfe des Vorgehens vier relevante Stellen (5o, 6o, 5i und 6i) ausfindig gemacht werden. Ein Maß für die Kritikalität eines Risses ist die Risszähigkeit. Erreicht diese einen kritischen Wert (Materialkonstante) führt der Riss zu einem Bauteilversagen. Mithilfe eines anhand von FEM Ergebnissen trainierten Neuronalen Netzes kann untersucht werden, welche Kombinationen an Risslängen a gerade noch zu keinem Bauteilversagen führen.

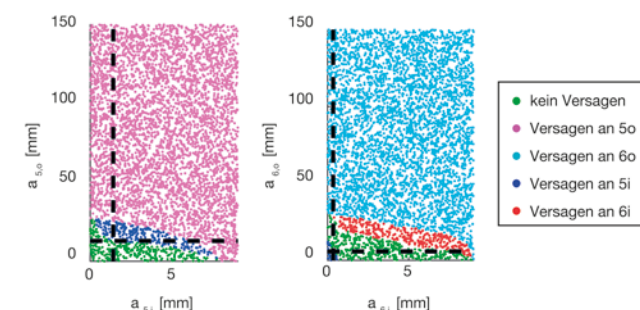


Abb. 1: Exploration von möglichen Kombinationen an Risslängen. Das Fadenkreuz stellte eine Kombination dar, bei dem das Bauteil gerade noch nicht versagt.

Nun können die Änderungen des Dehnungsfeldes, die durch die unterschiedlichen Kombinationen der Risslängen verursacht werden, berechnet werden. An den Stellen, wo die Struktur für jede Kombination eine Dehnungsänderung von z.B. 10% erfährt, können die

möglicherweise auftretenden Risse detektiert werden. Zusätzlich kann die Messrichtung optimiert werden, sodass die Detektionszonen maximiert werden. Abbildung 2 zeigt die berechneten Detektionszonen sowie die applizierten DMS.

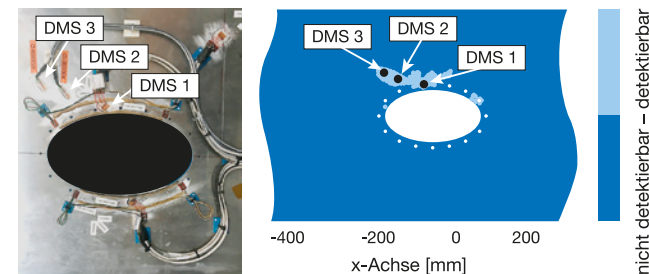


Abb. 2: Applizierte Sensoren auf der Rückseite des Prüflings (links), berechnete Detektionszonen in 130° Richtung (rechts)

Ergebnisse

Die Berechnungen zeigen, dass ein Sensor nicht zwangsläufig nah an der Anfangsrissstelle appliziert werden muss. Dies ist häufig nicht möglich, da dort die hohe Beanspruchung auch eine Ermüdung des Sensors bewirken würde. Zusätzlich konnte gezeigt werden, dass in diesem Fall ein einziger Sensor für die Überwachung der Struktur ausreichend ist. Darüber hinaus bestätigte der Versuch, dass die nach der Methode applizierten DMS den Riss vor dem Auftreten eines ersten Durchrisses detektieren konnten. Andere Sensoren, wie z.B. DMS 1 in 0° Richtung, konnten dies erst währenddessen.

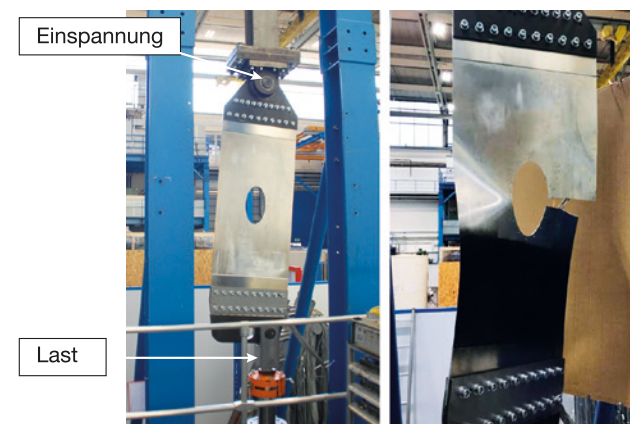


Abb. 3: Aufbau des Ermüdungsversuchs (links), versagter Prüfling (rechts)

Ansprechpartner

Simon Pfingstl, M.Sc.

simon.pfingstl@tum.de, Tel. 089 289-15142

Weitere Informationen

Der frei zugängliche Artikel in der Zeitschrift Sensors kann über folgenden Link erreicht werden: <https://www.mdpi.com/1424-8220/20/9/2568>

Neue Mitarbeiterin am LPL



Nicola Zimmermann, M.Sc.

Frau Zimmermann studierte im Bachelor Ingenieurwissenschaften an der Munich School of Engineering mit einer Vertiefung in Richtung Maschinenbau.

Ausgewählte Veröffentlichungen

Daub, Marco; Duddeck, Fabian; Zimmermann, Markus (2020): **Optimizing Component Solution Spaces for Systems Design**. In: Structural and Multidisciplinary Optimization.

Pfingstl, Simon; Steiner, Martin; Tusch, Olaf; Zimmermann, Markus (2020): **Crack Detection Zones: Computation and Validation**. In: Sensors (20(9)).

Schweigert-Recksiek, Sebastian; Lindemann, Udo (2020): **Choosing the Right Measures to Improve Collaboration between Design and Simulation Departments**. 16th International Design Conference (DESIGN 2020), Cavtat, Croatia.

Hansen, Camilla Arndt; Jensen, Lasse Skovgaard; Özkil, Ali Gürçan; Martins Pacheco, Nuno Miguel (2020): **Fostering Prototyping Mindsets in Novice Designers with the prototyping Planner**. 16th International Design Conference (DESIGN 2020), Cavtat, Croatia.

Schöberl, Maximilian; Rebentisch, Eric; Trauer, Jakob; Mörtl, Markus; Fottner, Johannes (2020): **Evaluating MBSE Potential using Product and Development Characteristics – A Statistical Investigation**. 16th International Design Conference (DESIGN 2020), Cavtat, Croatia.

Schweigert-Recksiek, Sebastian; Trauer, Jakob; Engel, Carsten; Spreitzer, Karsten; Zimmermann, Markus (2020):

In der Bachelorarbeit befasste sie sich mit dem Lösen eines inversen Problems zur Bestimmung von Materialparametern. Nebenher sammelte sie praktische Erfahrung als Werkstudentin bei der BMW AG. Dort war sie unter anderem beteiligt an der Entwicklung von analytischen Verifizierungsbeispielen in der Vibroakustik sowie an der Implementierung einer Sensitivitätsanalyse. Im Anschluss folgte das Masterstudium allgemeines Maschinenwesen, ebenfalls an der TUM. Dabei belegte sie viele Module im Bereich Strukturdynamik und Numerik. In der Semesterarbeit programmierte sie einen Vorkonditionierer zum parallelen Lösen von großen Problemen und in der Masterarbeit untersuchte sie den Einfluss von Material und Modellunsicherheiten auf die abgestrahlte Schallleistung eines vibroakustischen Systems.

Conception of a Digital Twin in Mechanical Engineering – A Case Study in Technical Product Development. 16th International Design Conference (DESIGN 2020), Cavtat, Croatia.

Sureshbabu, Anand Vazhapilli; Rass, David; Zimmermann, Markus (2019): **A Lightweight Transradial Hand Prosthesis with a Variable Position Thumb and Thermo-regulation**. 2019 IEEE 19th International Conference on Advanced Robotics (ICAR), Belo Horizonte, Brazil.

Trauer, Jakob; Schweigert-Recksiek, Sebastian; Gövert, Kristin; Mörtl, Markus; Lindemann, Udo (2020): **Combining Agile Approaches and Risk Management for Mechatronic Product Development – A Case Study**. 16th International Design Conference (DESIGN 2020), Cavtat, Croatia.

Trauer, Jakob; Schweigert-Recksiek, Sebastian; Engel, Carsten; Spreitzer, Karsten; Zimmermann, Markus (2020): **What is a Digital Twin? – Definitions and Insights from an Industrial Case Study in Technical Product Development**. 16th International Design Conference (DESIGN 2020), Cavtat, Croatia.

Wöhr, Ferdinand; Stanglmeier, Max; Königs, Simon; Zimmermann, Markus (2020): **Simulation of Gradient-Based Individual Design Behaviour in Distributed Development Processes**. 16th International Design Conference (DESIGN 2020), Cavtat, Croatia.

Neuerscheinungen des Lehrstuhls

Wilberg, Julian Malte Maximilian: From data to value: facilitating strategy development for connected products

An increasing number of companies are offering physical, connected products and related services, which create new opportunities by transmitting use phase data. At the same time, new organisational challenges are occurring. The developed process model and supporting methods provide companies with guidance for developing a

suitable use phase data strategy in a structured way. The approach enables companies to be more target-oriented when identifying relevant use cases and exploiting use phase data. Three evaluation cases assess the applicability, usability, and usefulness of the approach.

Wilberg, J.: From data to value: facilitating strategy development for connected products. München: TUM, Diss 2020.

Veranstaltungskalender



15. September 2020
DEMODOY TMS #11
ONLINE
www.thinkmakestart.com



13. – 15. Oktober 2020
22th International Dependency and Structure Modelling (DSM) Conference
ONLINE
www.dsm-conference.org



26. – 29. Oktober 2020
DESIGN 2020 – 16th International Design Conference
ONLINE
www.designconference.org



17. November 2020
Münchner Leichtbauseminar
Garching b. München
<https://www.mw.tum.de/lpl/lehrstuhl/leichtbauseminar/>



16. – 20. August 2021
23rd International Conference on Engineering Design 2021
Gothenburg, Schweden
<https://iced.designsociety.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

www.mw.tum.de/lpl/

Illustration Coronavirus: © Rayyar / CC BY-SA

Verantw. i.S.d.P.

Prof. Dr. Markus Zimmermann
zimmermann@tum.de

Redaktion und Layout

Julian Stumpf, M.Sc.
julian.stumpf@tum.de
Eva Körner
koerner@pl.mw.tum.de

ISSN 2568-9843