

5 Jahre  
culture of  
excellence

TUM



# LPL

**2017-2022**  
**Fünf Jahre**



**LPL**



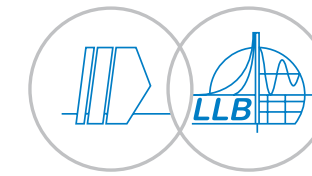


# Fünf Jahre LPL

Liebe Freunde des Lehrstuhls für Produktentwicklung und Leichtbau,

**„Einen neuen Lehrstuhl aufzubauen dauert ungefähr fünf Jahre.“**

Dieser Satz fiel häufig in den Anfangszeiten des LPL. Jetzt nach fünf Jahren sind wir tatsächlich am Ziel angelangt. Der heutige Lehrstuhl, hervorgegangen aus dem ehemaligen Lehrstuhl für Produktentwicklung und dem Lehrstuhl für Leichtbau, hat seine Identität und seine Mission gefunden. Die ersten Doktoranden reichen ihre Dissertationsschriften ein und bereiten sich auf die mündliche Prüfung vor. Wichtige Projekte wurden erfolgreich abgeschlossen – und dienen als Ideenquelle für zukunftsweisende Folgeprojekte.



Das Besondere am LPL ist die Verbindung zweier oft noch getrennter Welten: die der allgemein gültigen Ansätze und Methoden zur Produktentwicklung, auch mathematisch und abstrakt, mit der Welt der konkreten technischen Umsetzung, immer wieder auch im konstruktionstechnischen Detail. Beide werden symbolisiert durch die zwei unvollständigen, aber sich ergänzenden Kreise in unserem Lehrstuhllogo. Die dauernde Überprüfung und Wiederherstellung ihrer Verbindung sind zentrale Aufgaben des LPL. Sie sind wichtig im Umgang mit Komplexität, um große, übergreifende Ansätze zur Lösung der Probleme unserer Zeit praktikabel und umsetzbar zu gestalten.

Unsere Ansätze werden angewendet z. B. in der Robotik, Medizintechnik, Fahrzeugtechnik und Luft- und Raumfahrttechnik. Über einige Ergebnisse aus unseren Projekten wurde bereits in den LPL News berichtet. Wir definieren uns allerdings nicht über bestimmte Branchen, sondern über die Werkzeuge, die zur **Lösungsgestaltung** entwickelt und eingesetzt werden, mit besonderem Schwerpunkt auf Computational Design. Dabei legen wir großen Wert auf die Konsistenz zwischen Theorie und industrieller Praxis, Methode und Produkt sowie Forschung und Lehre.

In diesem Sinne leben wir seit fünf Jahren **Design and optimization of complex technical systems**. Davon möchten wir Ihnen mit dieser Sonderausgabe einen Eindruck vermitteln.

Wir wünschen Ihnen, liebe Freunde des LPL, viel Spaß beim Lesen und freuen uns auf die weitere Zusammenarbeit!

*Markus Zimmermann*

Markus Zimmermann

*Markus Mörtl*

Markus Mörtl



## Strubatex

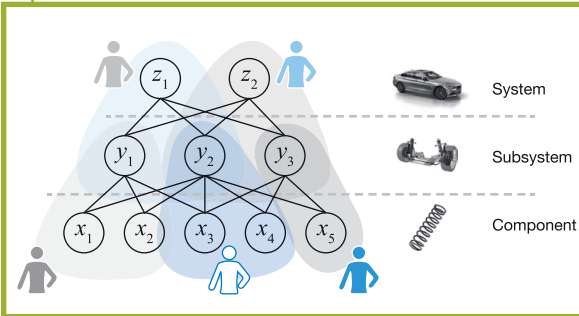
### Prozessübergreifende Nutzung von Strukturermüdungsdaten

Die Tests und Simulationen, die das Ermüdungsverhalten der Gesamtstruktur stark beeinflussen, werden umfangreich betrachtet. Um Zeit und Kosten vor allem durch den Wegfall von aufwändigen Strukturversuchen einzusparen, soll die Aussagekraft erhöht und die Testpyramide somit nach oben hin verengt werden. Die Ideen reichen bis zu einem kompletten Verzicht auf den Gesamtstrukturtest.

Projektförderer



Projektdauer 2018-2021

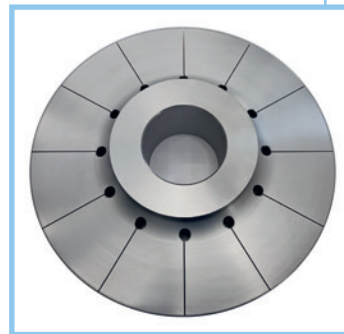


## DESIM

### Simulation verteilter Entwicklungsprozesse

Wie beeinflussen Produktentwicklungsprozesse Entwicklungsdauer und -ergebnis? Über eine Agentensimulation wurde das Schwarmverhalten mehrerer Entwickler und dessen Auswirkung auf die technische Zielerreichung analysiert. Die Synchronisationshäufigkeit getrennter Teilnehmer und die Art der Formulierung quantitativer Anforderungen können dabei quantitativ abgeschätzt werden.

Projektdauer 2018-2021



## MuFlash

### Prototyp einer Hochleistungs-Drehanode

Ein Prototyp des Röntgentargets wurde hinsichtlich verschiedener physikalischer und technischer Parameter entworfen und gefertigt. Dafür wurden bereits existierende sowie neue Auslegungstechniken wie Numerische Optimierung und Lösungsraum-optimierung analysiert, verbessert und angewendet. Die Stabilität bei hohen Drehzahlen wurde durch Simulieren und Testen überprüft.

Projektförderer **DFG**

Projektdauer 2019-2022

## SysDeNoR

### Solution Space Engineering für Schwingungsreduzierung

Die Schwingungen der Stampfer, die auf Baustellen zur Bodenverdichtung verwendet werden, stellen im Betrieb eine große dynamische Belastung für den Bediener dar. In einem 4-stufigen Verfahren wurden Lösungen zur Schwingungsreduzierung identifiziert.

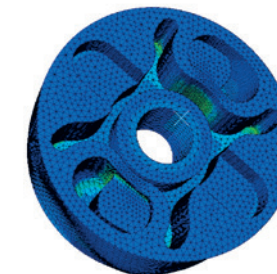
Projektförderer



Projektdauer 2019-2022



© Wacker Neuson

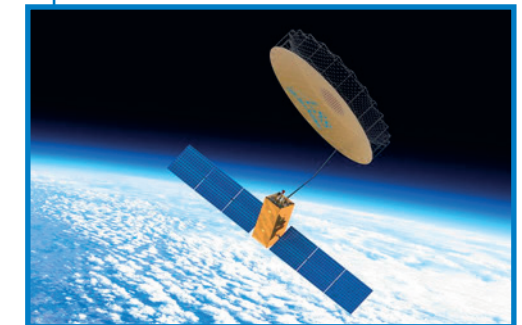


## DRAC

### Deployable Reflector Antenna for Cubesat Missions

Der LPL hat zusammen mit den Experten der Large Space Structures (LSS) GmbH einen ausfahrbaren Ausleger für kleine Satelliten, sogenannte CubeSats, entwickelt. Dabei stand ein lösungsneutraler Prozess im Vordergrund, der zu einer Vielzahl neuer Ideen führte. Der finale Prototyp wurde in der lehrstuhleigenen Werkstatt gefertigt und erfolgreich getestet.

Projektdauer 2020-2021



© LSS GmbH

# Projekte





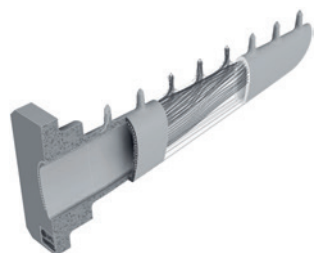
## OptProLaS

### Bauteiloptimierung unter Berücksichtigung der Prozesseinflüsse beim Laser-Strahlschmelzen

Im Projekt wurde ein Vorgehen entwickelt, 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.

Projektförderer  **KME**

Projektdauer 2020-2022



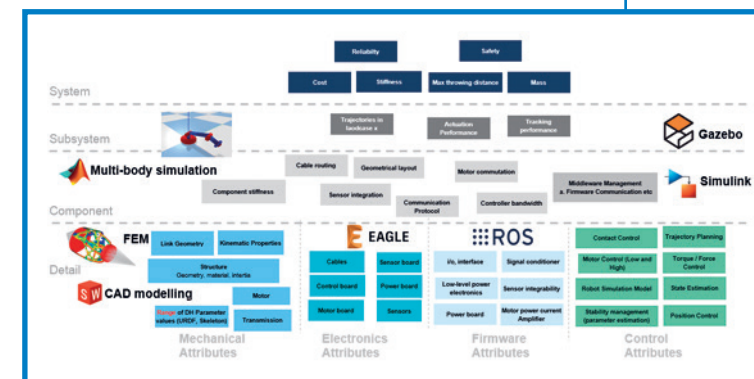
## LCL Robots

### Low Cost Lightweight Robots on Demand

Im Rahmen des Projektes wird ein Top-Down-Prozess für den automatisierten Entwurf von modularen Robotern mit integrierter Topologieoptimierung, für ihre Anbindung und alternative Komponenten entwickelt.

Projektförderer  Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie

Projektdauer 2021-2023



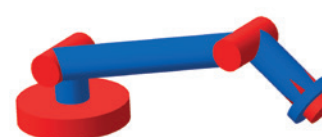
## DSL4RAS

### Systemarchitektur und modulares Design roboterartiger Systeme mittels multidimensionaler Kennfelder

Im Projekt werden domänenspezifische Sprachen zur interdisziplinären systematischen Auslegung von roboterartigen Systemen entwickelt. Die Systemarchitektur wird top-down entwickelt und Komponenten werden mit besonderem Fokus auf Robotergetriebe ausgelegt. Multidimensionale Kennlinien werden der Entwicklung zugänglich gemacht und modulare Produktfamilien ausgelegt.

Projektförderer  **DFG**

Projektdauer 2021-2024



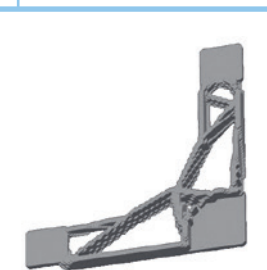
## PROVING

### Designoptimierung und -validierung für die additive Fertigung von Metallen

Im Rahmen des Projektes werden optimierungs-basierte Produktentwicklungsprozesse untersucht, welche sowohl eine Steigerung der Performance als auch eine Möglichkeit der Zertifizierung garantieren sollen. Hierfür werden nach einer umfangreichen Materialcharakterisierung Bauteile neu gestaltet. Unter Berücksichtigung und Weiterentwicklung von DfAM-Ansätzen werden Leichtbaustrukturen mittels Topologie-Optimierung entworfen und bis zur Serienreife begleitet. Eine für die Zertifizierung relevante Nachweisführung bildet zusätzlich einen Teil des Projektes, wobei der Fokus auf virtuellen, simulationsgestützten Nachweismethoden liegt.

Projektförderer  Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

Projektdauer 2021-2025



PROVING



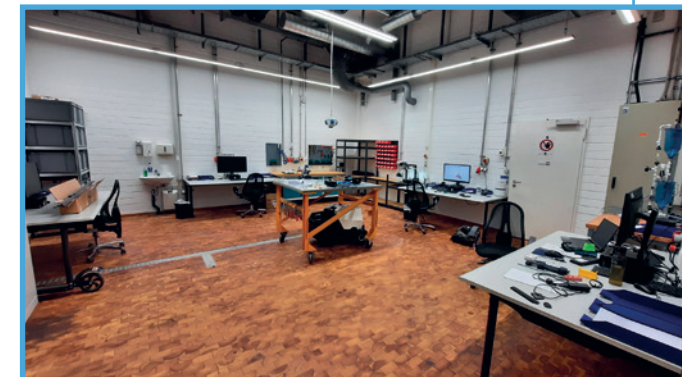
**Neu: Kreativraum**



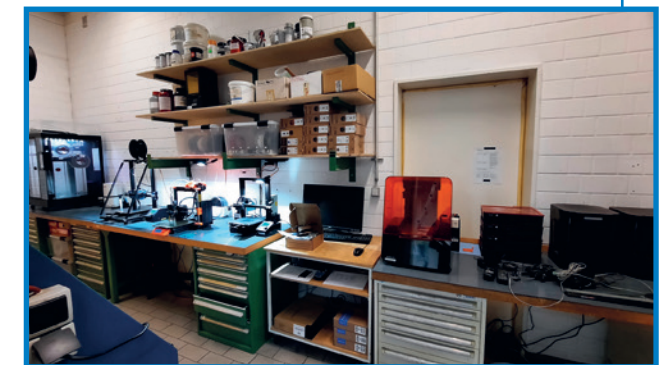
**Aufgelöst:  
die alte Holzwerkstatt**



**Neues Test-Labor mit 3 Arbeitsplätzen**



**Neues Prototypen-Labor mit  
9 Arbeitsplätzen**



**Neuer 3D-Druck-Raum**

## Werkstatt 2 I



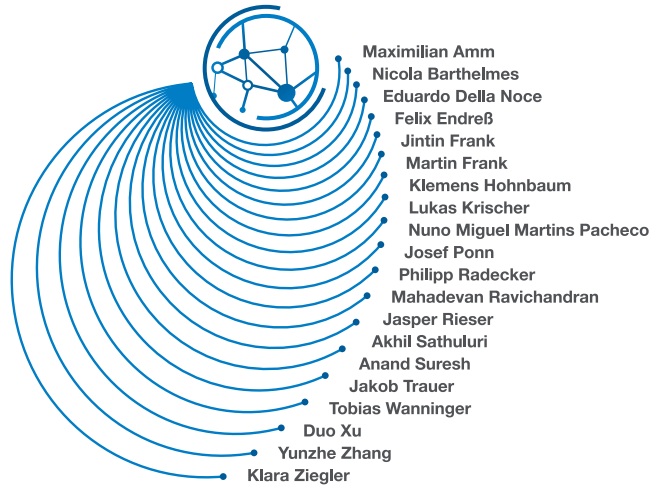
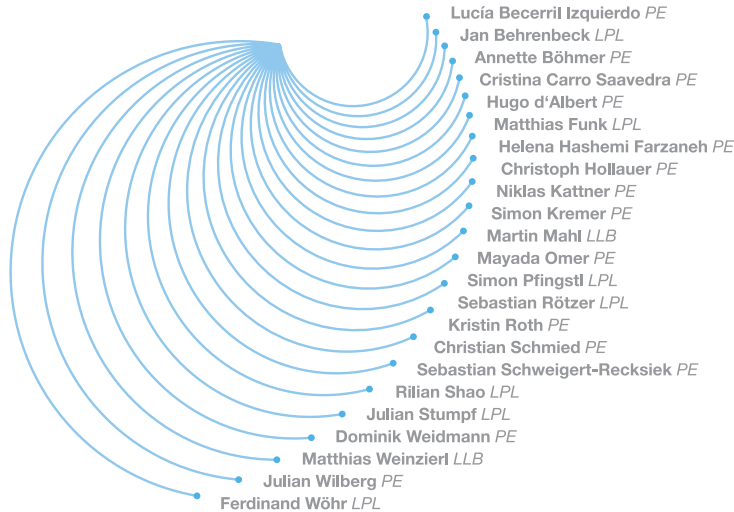


LPL 2018

LPL 2022

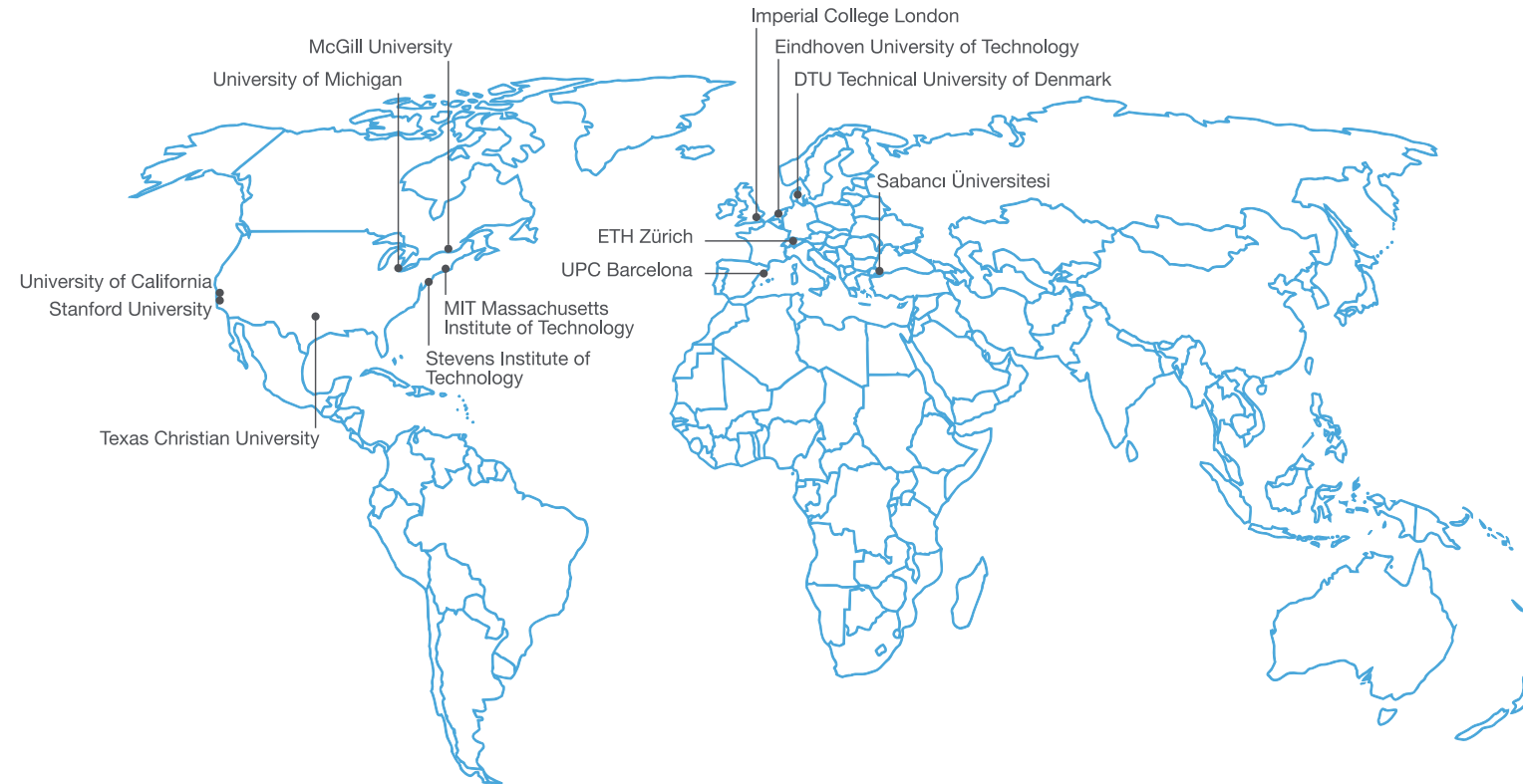






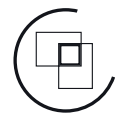
## Der LPL in Zahlen

## Internationale Partneruniversitäten





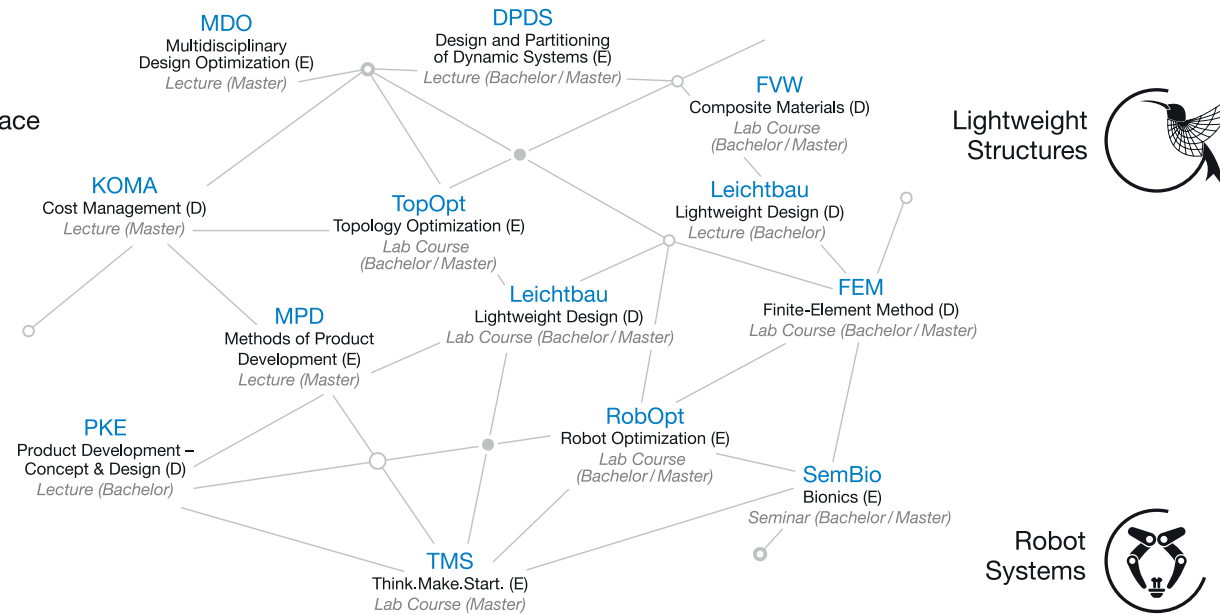
# Lehre



Solution Space Engineering



Methods & Processes



Lightweight Structures



Robot Systems



Die Lehrelandkarte gibt einen Überblick, wie die unterschiedlichen Lehrveranstaltungen sich in die verschiedenen Themengebiete der Forschungsgruppen eingliedern und wie eng sie auch miteinander verwoben sind, um eine Brücke zwischen Forschung und Lehre aufzubauen.

## Lehrelandkarte



# Vorlesungen

## Leichtbau

Im Mittelpunkt dieser Modulveranstaltung stehen Konstruktionselemente, Bauweisen und Werkstoffe des Leichtbaus. Es werden die mathematischen Theorien der Statik und Dynamik von Linientragwerken (Stäbe, Balken) und Flächentragwerken (Scheiben, Platten) vorgestellt und analytische Lösungen der ihnen zugrundeliegenden Differentialgleichungen für einfache Problemstellungen hergeleitet.

## MPD

### Methods of Product Development

Das Hauptziel der Vorlesung ist die Vermittlung von Arbeits- und Problemlösungsmethoden für die erfolgreiche Entwicklung von Produkten. Ausgehend von verschiedenen Vorgehensmodellen (z.B. V-Modell, Münchner Vorgehensmodell) liegt der Schwerpunkt der Vorlesung auf der Aufgabenklärung, der Lösungsfindung (intuitiv und systematisch) sowie der Bewertung von Alternativen und der Auswahl von Lösungen. Darüber hinaus werden moderne Ansätze der technischen Produktentwicklung vorgestellt, wie z.B. Agile Development und Solution Space Engineering.

## KOMA

### Kostenmanagement

Ziel ist die Vermittlung von Wissen und Methoden zum Produktkostenmanagement in der Produktentwicklung. Basierend auf dem Vorgehen des Target Costing und der Wertanalyse werden Methoden der Kostenzielermittlung und -spaltung sowie der Kostenverfolgung vermittelt. Dazu notwendige Grundlagen der BWL sowie Gesetzmäßigkeiten der Produktkosten sind wichtige Elemente der Veranstaltung. Hinweise zum Erkennen und Realisieren von Kostensenkungspotentialen am Produkt und im Produkterstellungsprozess werden vermittelt.

## PKE

### Produktentwicklung – Konzepte und Entwurf

Das Modul lehrt einen systematischen Ansatz zur Lösung technischer Probleme. Ausgangspunkt ist eine technische Problemformulierung. Um eine technische Lösung zu entwickeln, wird das Vorgehen anhand des „Münchner Produktkonkretisierungsmodells“ vermittelt.

## MDO

### Multidisciplinary Design Optimization

Diese Vorlesung bietet einen Überblick über gängige Optimierungsverfahren. Wesentliche Eigenschaften von Optimierungsalgorithmen, ihre Vor- und Nachteile in verschiedenen praktischen Fällen werden sowohl aus mathematischer als auch aus ingenieurwissenschaftlicher Sicht diskutiert. Anhand von Industriebeispielen wird die zunehmende Relevanz der multidisziplinären Designoptimierung in aktuellen Designprozessen aufgezeigt.

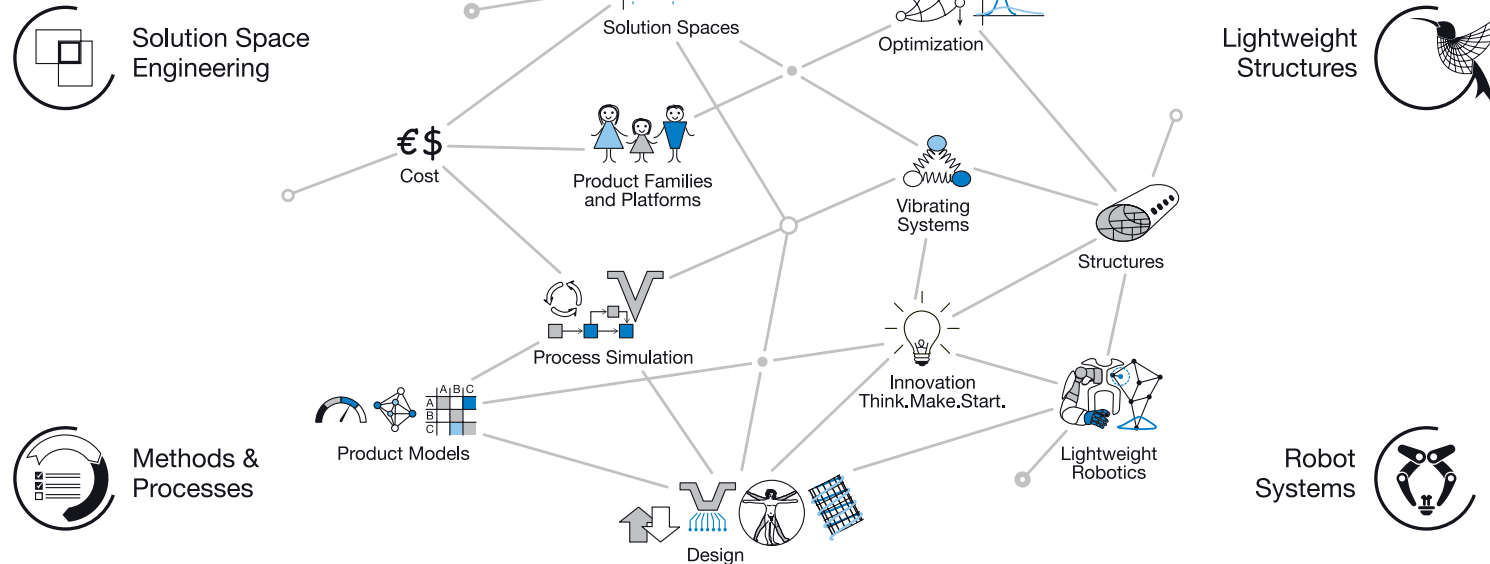
## Hochschulpraktika

Der LPL bietet eine Reihe an Hochschulpraktika und Ergänzungsfächern an. Hierzu gehören Praktika in Faserverbund, Leichtbau, FEM und Topologieoptimierung ebenso wie das Projektseminar ExoskeleTUM und das Bionikseminar.

# Forschungslandkarte

Die Forschungslandkarte gibt einen Überblick über unsere breite Themenspanne und zeigt die Vernetzung zwischen den Themen.

2022



2018



2019



# Veranstaltungen



## Design Process SIG Workshop Series

Die Design Process SIG (Special Interest Group) befasst sich mit der Rolle, die Produkt- und Prozessmodelle bei der Verbesserung von Entwicklungsprozessen für komplexe technische Produkte spielen können. Gemeinsam mit Kilian Gericke (Universität Rostock) und Claudia Eckert (The Open University) wurde ein Workshop über die Auswirkungen methodischer Entwicklungen auf zukünftige Designprozesse organisiert und am LPL in Garching veranstaltet.



## Münchner Leichtbauseminar

Seit 2003 laden die Technische Universität, die Universität der Bundeswehr und die Hochschule München jährlich alle Leichtbauinteressierten zum Münchner Leichtbauseminar ein. Ziel ist es, Experten:innen aus Forschung und Industrie zusammenzubringen, um neue Entwicklungen und Anwendungsmöglichkeiten zu diskutieren.



## LPL Academy

2020 wurde die LPL Academy gegründet. Durch dieses Angebot soll eine praxisorientierte und industrienähe Vermittlung von Forschungsergebnissen an ingenieurtätige Unternehmen sämtlicher Größen ermöglicht werden. Das Seminar **Kostenmanagement in der Produktentwicklung** wurde im Rahmen der LPL Academy durchgeführt.



# Ausgewählte Publikationen

- **Variant Value Management (VVM): Über Interdependenzbetrachtungen zur wert- und komplexitätsoptimalen Produktfamilie.** Luft, Schmied, Schöberl, Wartzack, Zimmermann, Fottner, Mörtl 2022. VDI Wissensforum 2022.
- **Topology Optimization of Periodically Arranged Components Using Shared Design Domains.** Rieser, Zimmermann 2022. In: Structural and Multidisciplinary Optimization.
- **Design of an Autonomous Trash-Picking Service Robot Focussed on Human-Robot Interaction.** Vazhapilli Sureshbabu, Martins Pacheco, Durán Noy, Zimmermann 2022. International Design Conference – DESIGN 2022.
- **Cost Optimization of Product Families Using Solution Spaces: Application to Early-Stage Electric Vehicle Design.** Rötzer, Berger, Zimmermann 2022. International Design Conference – DESIGN 2022.
- **On Integrating Prior Knowledge into Gaussian Processes for Prognostic Health Monitoring.** Pfingstl, Zimmermann 2022. In: Mechanical Systems and Signal Processing.
- **Einführung eines digitalen Zwillings in die technische Produktentwicklung.** Schweigert-Recksiek, Trauer, Wilberg, Stöhr, Mahlau, Saygin, Spreitzer, Engel, Mörtl, Zimmermann 2022.
- **Formulating Engineering Systems Requirements.** Zimmermann, de Weck 2022. In: Handbook of Engineering Systems Design. Springer International Publishing.
- **A Model for the Dynamic Friction Behaviour of Rubber-like Materials.** Shao, Wahle, Zimmermann 2021. In: Tribology International.
- **Improving Production Efficiency with a Digital Twin Based on Anomaly Detection.** Trauer, Pfingstl, Finsterer, Zimmermann, 2021. In: Sustainability.
- **Decomposition and Optimization of Linear Structures Using Meta Models.** Krischer, Zimmermann 2021. In: Structural and Multidisciplinary Optimization.
- **A Lightweight Transradial Hand Prosthesis with a Variable Position Thumb and Thermoregulation.** Vazhapilli Sureshbabu, Rass, Zimmermann 2020. 19th International Conference on Advanced Robotics ICAR.

- **Optimizing Component Solution Spaces for Systems Design.** Daub, Duddeck, Zimmermann 2020. In: Structural and Multidisciplinary Optimization.
- **A Role-Activity-Product Model to Simulate Distributed Design Processes.** Wöhr, Königs, Ring, Zimmermann 2020. 22nd International Dependency and Structure Modeling Conference DSM.
- **Cost Optimization of Product Families Using Solution Spaces.** Rötzer, Thoma, Zimmermann 2020. International Design Conference – DESIGN 2020.
- **Simulation of Gradient-Based Individual Design Behaviour in Distributed Development Processes.** Wöhr, Stanglmeier, Königs, Zimmermann 2020. International Design Conference – DESIGN 2020.
- **What is a Digital Twin? – Definitions and Insights from an Industrial Case Study in Technical Product Development.** Trauer, Schweigert-Recksiek, Engel, Spreitzer, Zimmermann 2020. International Design Conference – DESIGN 2020.
- **Modular Topology Optimization of a Humanoid Arm.** Krischer, Vazhapilli Sureshbabu, Zimmermann 2020. 3rd International Conference on Control and Robots ICCR.
- **Kostengünstig Entwickeln und Konstruieren** Ehrlenspiel, Kiewert, Lindemann, Mörtl 2020. Springer Vieweg.
- **On the Design of Large Systems Subject to Uncertainty.** Zimmermann, Königs, Niemeyer, Fender, Zeherbauer, Vitale, Wahle 2017. In: Journal of Engineering Design.

## Aufnahme in die WiGeP



Wissenschaftliche Gesellschaft  
für Produktentwicklung WiGeP  
Berliner Kreis & WGMK



# Projektpartner

## Industriepartner



## Hochschulpartner



## Startups und Initiativen



# Forschungsgruppe 1

## Methoden und Prozesse

Diese Forschungsgruppe konzentriert sich auf das Verständnis, die Unterstützung und die Verbesserung der zugrundeliegenden Prozesse von Produktentwicklungsprojekten. Um zu diesem Ziel beizutragen, umfasst ihre Forschung sowohl generische Vorgehensmodelle als auch spezifische Methoden und Werkzeuge.

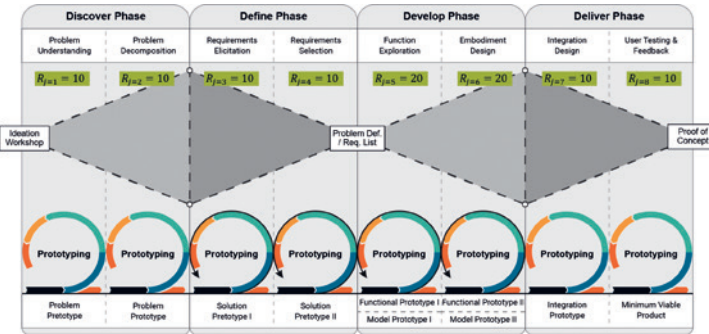
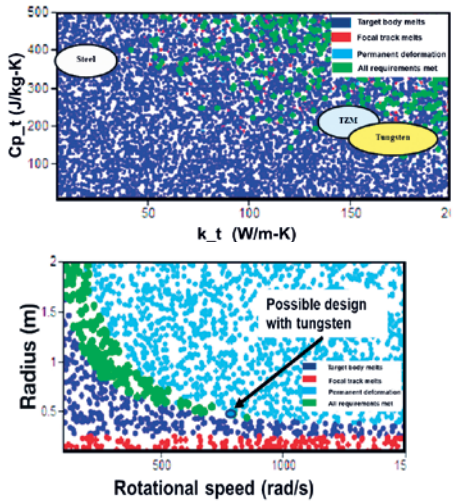
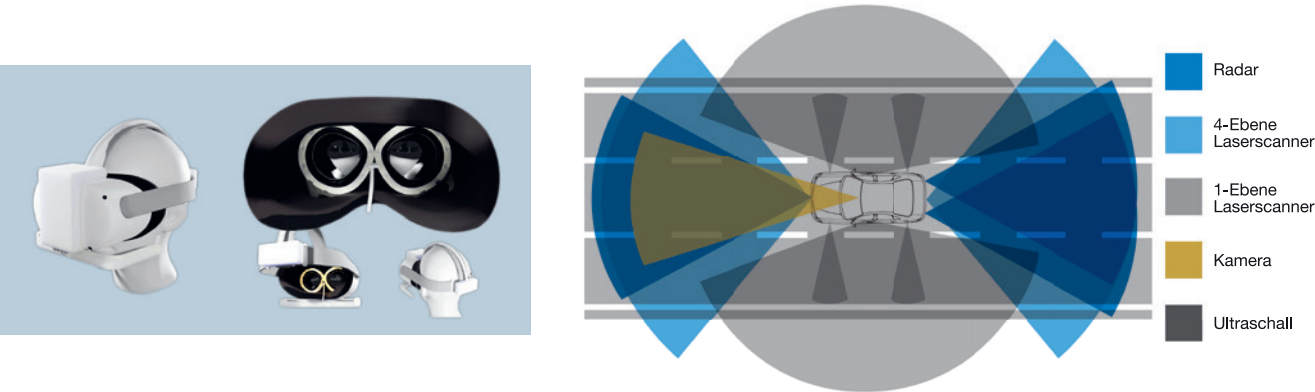
Das Team bearbeitet sechs laufende Projekte und hat zwei weitere Projekte in den letzten zwei Jahren abgeschlossen. Zu den bemerkenswerten Beiträgen gehören der Entwurf einer Entwicklungsmethodik für Design Sprints im Automotive Kontext eines Industriepartners, ein Prototyp des Röntgentargets für die Mikrostrahlentherapie, eine Toolbox zur Implementierung von agilen Arbeitsweisen mit der KME sowie ein tanzender Roboter mit dem Projekt Tangibility mit dem Imperial College.

### Laufende Projekte

- STEAM – Nutzungskonzepte von Fahrzeugen zum Personen- sowie Gütertransport
- LCL Robots – Low Cost Lightweight Robots on Demand
- MuFlash – Entwicklung einer Hochleistungs-Drehanode zur Krebsbehandlung
- ProVes – Prozessentwicklung einer CFK Felge mit Versagenssensorik
- SePos – Sensor Positionierung für die Umfelderkennung von Automatisierten Fahrzeugen
- Digitaler Zwilling – Konzeptionierung Digitaler Zwillinge für die technische Produktentwicklung

### Ausgewählte Veröffentlichungen

- Trauer, Schweigert-Recksiek, Engel, Spreitzer, Zimmermann: What is a Digital Twin? – Definitions and Insights from an Industrial Case Study in Technical Product Development. International Design Conference – DESIGN 2020, 2020.
- Martins Pacheco, Vazhapilli Sureshbabu, Nürnberger, Durán Noy, Zimmermann: A Fuzzy Front-end Product Development Framework for Start-ups. Proceedings of the Design Society: Design in Motion, Cambridge University Press, 2021.
- Barthelmes, Sicklinger, Zimmermann: The Impact of the Camera Setup on the Visibility Rate of Traffic Lights. IEEE International Conference on Multisensor Fusion and Integration, 2022.



Nicola Barthelmes



Jakob Trauer



Mahadevan Ravichandran



Klemens Hohnbaum



Nuno Miguel Martins Pacheco

# Forschungsgruppe 2

## Solution Space Engineering

Der Schwerpunkt der Forschungsgruppe liegt in der verteilten Entwicklung technischer Systeme. Vernetzte Auslegung, auf Englisch Solution Space Engineering, zielt darauf ab, die Entwicklungseffizienz zu verbessern und die Systemkomplexität zu beherrschen, die durch die große Anzahl von Komponenten und Entwicklungsteams verursacht wird. Die Grundidee besteht darin, Anforderungen quantitativ von der Systemebene auf Subsystemebene oder Komponentenebene herunterzubrechen, um Leitlinien für das Design zu bieten.

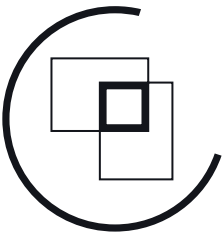
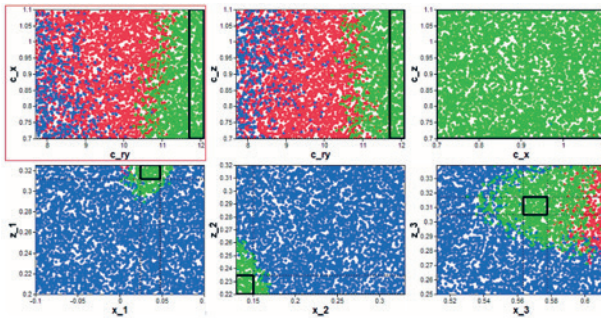
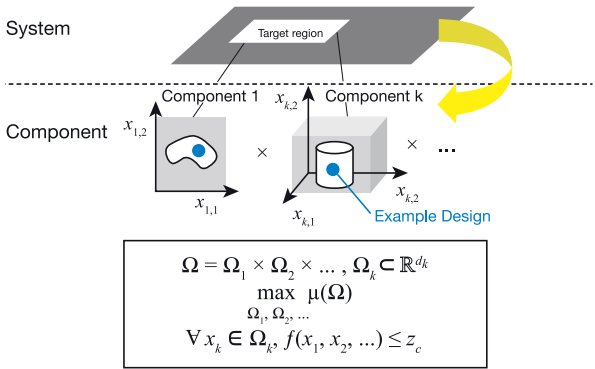
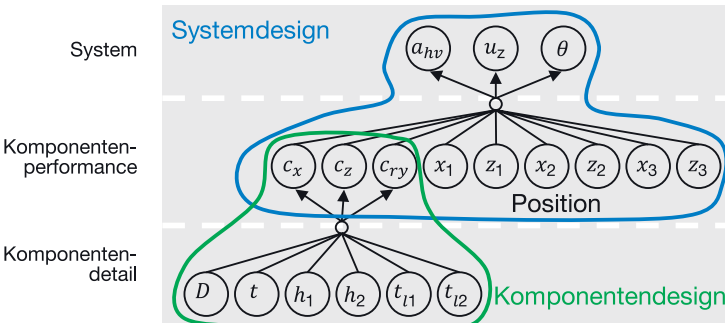
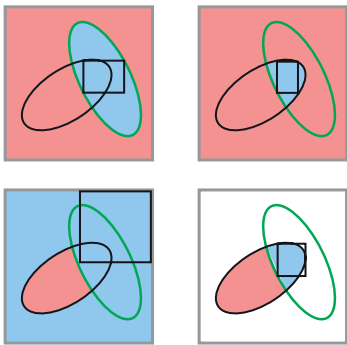
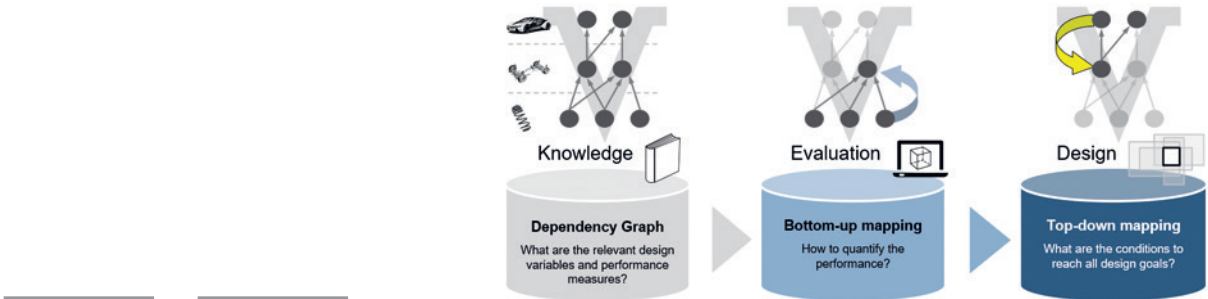
In den Projekten der Forschungsgruppe werden quantitative Systemauslegungsmethoden angewendet und weiterentwickelt. Bisherige Anwendungsgebiete sind beispielsweise die Auslegung von Motorlagern, schwingenden Systemen, Produktfamilien elektrischer Fahrzeuge und roboterartigen Systemen. In der Grundlagenforschung beschäftigt sich die Gruppe mit Lösungsraumoptimierung und Gestaltung von Auslegungsprozessen.

### Laufende Projekte

- DSL4RAS – Systemarchitektur und modulares Design roboterartiger Systeme
- DFG Solution Spaces – Optimierung hochdimensionaler Lösungsräume
- PLUTO – Optimierung von Satellitenthermomangement
- PIEZO – Entwicklung neuartiger Antriebssysteme

### Ausgewählte Veröffentlichungen

- Rötzer, Berger, Zimmermann: Cost Optimization of Product Families Using Solution Spaces: Application to Early-Stage Electric Vehicle Design. Proceedings of the Design Society 2. DOI: 10.1017/pds.2022.60.
- Stumpf, Córdor López, Naumann, Zimmermann: Systems Design Using Solution-Compensation Spaces with Built-In Tolerance Applied to Powertrain Integration. Proceedings of the Design Society 2, DOI: 10.1017/pds.2022.202.
- Xu, Häußler, Zimmermann: Computing Component Requirements for Multiple Connected Transfer Paths of Structural Borne Noise. The 2022 Leuven Conference on Noise and Vibration Engineering.



Philipp Radecker



Eduardo Della Noce



Klara Ziegler



Duo Xu



# Forschungsgruppe 3

## Leichtbau

Die Forschungsgruppe beschäftigt sich mit der Auslegung, Simulation und Optimierung von mechanischen Strukturen im Bereich des Maschinenbaus, insbesondere im Bereich der Luft- und Raumfahrt. Verschiedene Berechnungs- und multidisziplinäre Optimierungstechniken werden untersucht, um das Systemverhalten realistisch zu simulieren und eine optimale Struktur unter Berücksichtigung der gegebenen Anforderungen zu entwerfen. So wurde zum Beispiel im Projekt LCL Robots eine Systemanforderung auf Komponentenebene heruntergebrochen, um eine Topologieoptimierung von Strukturbauteilen effizient durchzuführen.

Leichtbau wird in den Projekten PROVING und VibrInCo durch verschiedenste Optimierungsansätze erreicht. Optimierung in der Fluidmechanik wird im Projekt PrintYourLab angewandt. Zu den abgeschlossenen Projekten gehören das optimierte Bauteil zur Verbesserung des Laser-Strahlschmelzverfahrens vom Projekt OptProLas sowie die Robotersegmente von DIVA.

### Laufende Projekte

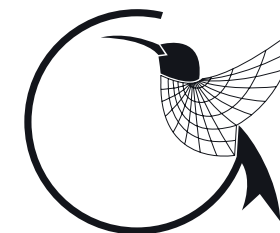
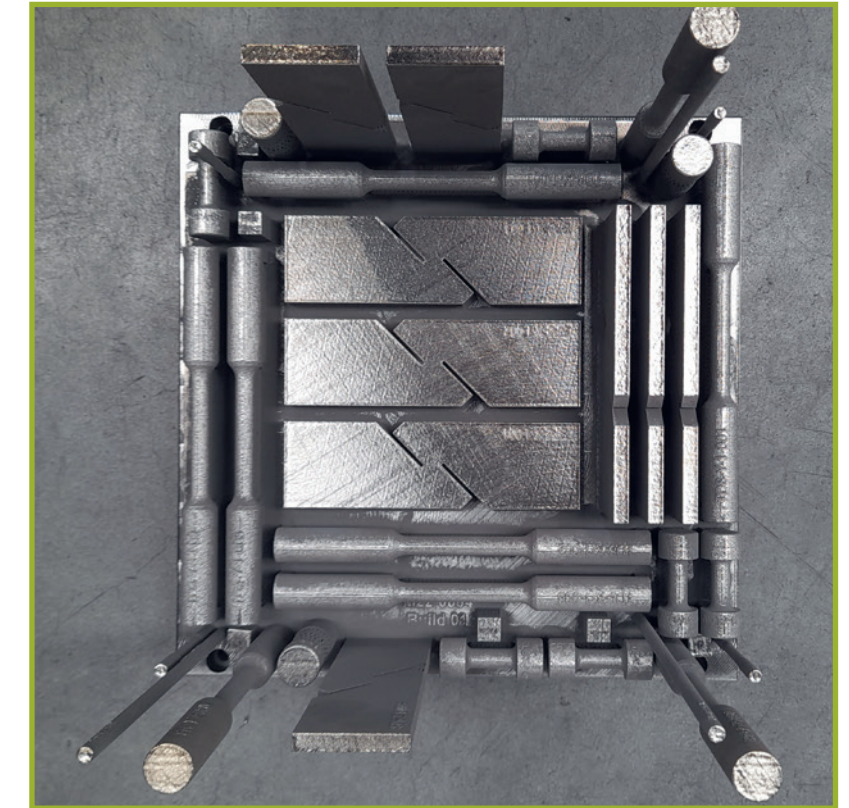
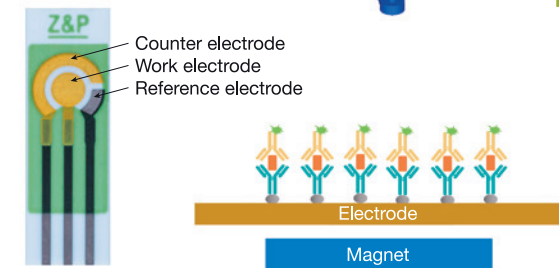
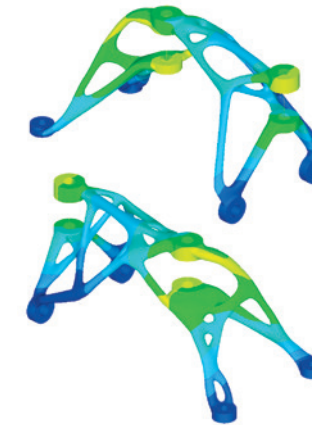
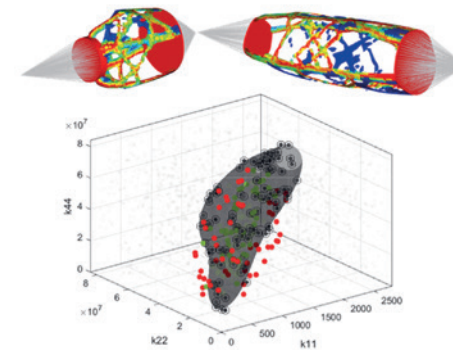
DIVA – Intuitive Gestaltung im Gegensatz zum V-Modell und dessen Analyse  
 LCL Robots – Low Cost Lightweight Robots on Demand  
 PROVING – Design Optimization and Validation for Metal Additive Manufacturing  
 PrintYourLab – Optimierung der Strömung in Sensoren zur Wasseranalyse  
 VibrInCo – Zerlegung schwingender Strukturen und Systemanforderungen

### Ausgewählte Veröffentlichungen

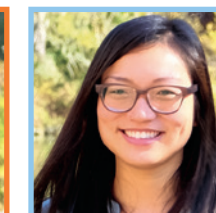
Krischer, Vazhapilli Sureshbabu, Zimmermann: Active-Learning Combined with Topology Optimization for Top-Down Design of Multi-Component Systems. Proceedings of the Design Society 2. DOI: 10.1017/pds.2022.165.

Rieser, Zimmermann: Topology Optimization of Periodically Arranged Components Using Shared Design Domains. Structural and Multidisciplinary Optimization, 2022.

Pfingstl, Zimmermann: On Integrating Prior Knowledge into Gaussian Processes for Prognostic Health Monitoring. Mechanical Systems and Signal Processing, 2022.



Jasper Rieser



Jintin Frank



Tobias Wanninger



Felix Endreß



# Forschungsgruppe 4

## Robot Systems

Die Forschungsgruppe Robot Systems entwickelt menschenzentrierte Roboter mit optimierten mechanischen, elektronischen und steuerungsspezifischen Systemen für die Wissenschaft und die Industrie. Hierbei liegt besonderer Augenmerk auf der Top-Down-Entwicklung, also der strikt von Anforderungen abgeleiteten Auslegung mit möglichst wenig Rückgriff auf vorhandene Designs. Das Team bearbeitet drei laufende Projekte und hat zwei weitere Projekte in den letzten zwei Jahren abgeschlossen.

Zu den bemerkenswerten Beiträgen gehören der automatische Entwurf von Roboterarmen, wie er im Projekt LCL Robots gezeigt wurde, die Erforschung des Systemdesigns von Robotern im DIVA-Projekt und ein gemeinsames Projekt mit der KME über tragbare Robotik. Zu den abgeschlossenen Projekten gehören die Handprothese, der humanoide Roboter Roboy 3.0, ein tanzender Roboter mit dem Projekt Tangibility – zusammen mit dem Imperial College of London – und verformbare Scharniere für Weltraumanwendungen mit LSS.

### Laufende Projekte

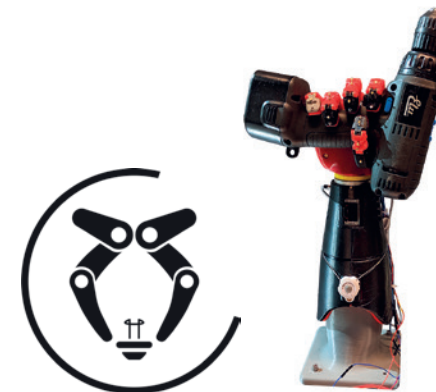
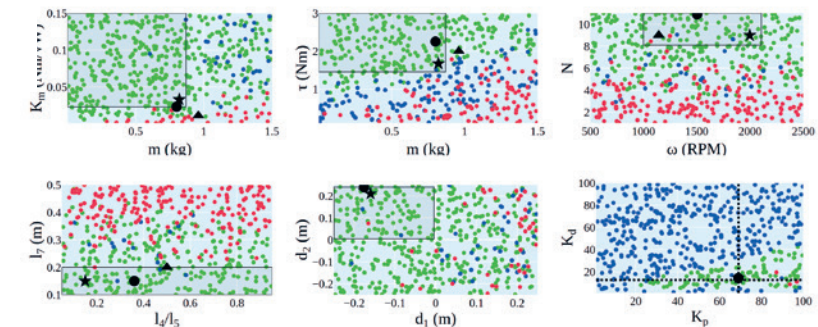
LCL Robots – Low Cost Lightweight Robots on Demand  
KME ExoTool  
DIVA – Systemauslegung in der Robotik

### Ausgewählte Veröffentlichungen

Sureshbabu, Martins Pacheco, Durán Noy, Zimmermann: Design of an Autonomous Trash-Picking Service Robot Focused on Human-Robot Interaction. Proceedings of the Design Society, Cambridge University Press, 2022.

Sathuluri, Vazhapilli Sureshbabu, Zimmermann: Robust Co-design of Robots via Cascaded Optimization. International Conference on Robotics and Automation, 2022.

Krischer, Vazhapilli Sureshbabu, Zimmermann: Active-Learning Combined with Topology Optimization for Top-Down Design of Multi-Component Systems. Proceedings of the Design Society 2. DOI: 10.1017/pds.2022.165.



Anand Suresh



Akhil Sathuluri

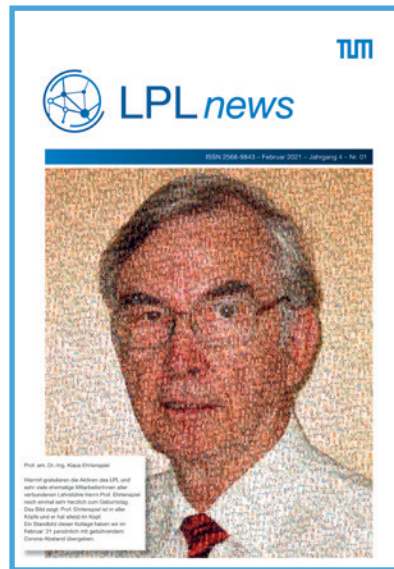


Maximilian Amm



Yunzhe Zhang





# LPLnews

Die LPLnews erscheinen halbjährlich und berichten von neuen Projekten, Veranstaltungen und Forschungsergebnissen.





# Aussichten

## Wie geht es weiter?

Den vielen neuartigen Herausforderungen unserer Zeit können wir mit vielen neuartigen technischen Möglichkeiten begegnen.

Unser Beitrag zur Gestaltung einer mensch-zentrierten Zukunft liegt in der Erforschung und Nutzbarmachung von Entwicklungswerkzeugen, die uns befähigen, die Herausforderungen mit den Möglichkeiten zu verknüpfen. Bekanntes und Bewährtes gilt es dabei geschickt mit neuartigen Ansätzen zu kombinieren, um scheinbare Gewissheiten zu umgehen. Wie können wir Entwicklungsschritte und -prozesse formalisieren und automatisieren, um noch unbekannte Bereiche des Raums der Möglichkeiten zu erschließen? Wo liegen die Grenzen der physikalischen und technischen Machbarkeit?

Diese und noch andere Fragen werden uns die nächsten fünf Jahre beschäftigen. Gemeinsam mit unseren Partnern aus Industrie und Forschung werden wir intensiv an den Antworten arbeiten.





---

Der strenge Blick des Methodikers auf die verschachtelte technische Realität: Dieses Bild hätte vielleicht Pablo Picasso von Produktentwicklung und Leichtbau gemalt. Tatsächlich erschaffen wurde es vom Bildgenerator *nightcafe* mit Algorithmen der Künstlichen Intelligenz. Die dafür erforderliche Texteingabe war “product development and lightweight design Picasso style”.





**Der Lehrstuhl für Produktentwicklung  
und Leichtbau wünscht Ihnen  
frohe Weihnachtsfeiertage und  
einen guten Start ins Jahr 2023!**







**... auf die nächsten fünf Jahre!**

**Lehrstuhl für Produktentwicklung und Leichtbau**  
Technische Universität München  
TUM School of Engineering and Design  
Prof. Dr. Markus Zimmermann  
Boltzmannstr. 15  
D – 85748 Garching bei München  
[www.mec.ed.tum.de/lpl/](http://www.mec.ed.tum.de/lpl/)



**Homepage LPL**



**LinkedIn**