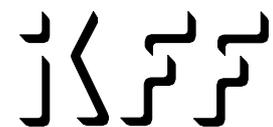


**Universität Stuttgart**

## **Jahresbericht IKFF 2020**

Institut für Konstruktion und  
Fertigung in der Feinwerktechnik



Herausgeber und Verlag:  
Institut für Konstruktion und Fertigung in der Feinwerktechnik  
Pfaffenwaldring 9  
70569 Stuttgart

Tel.: 0711 685-66401  
Fax: 0711 685-56402

Prof. Dr.-Ing. Bernd Gundelsweiler  
Institut für Konstruktion und Fertigung in der Feinwerktechnik, Februar 2021

<b>1</b>	<b>DAS INSTITUT .....</b>	<b>1</b>
1.1	Mitarbeiter .....	1
1.2	Jahresrückblick.....	2
1.3	Wissenschaftliche Arbeitsgebiete.....	5
<b>2</b>	<b>LEHRVERANSTALTUNGEN .....</b>	<b>8</b>
2.1	Vorlesungen und Übungen für das Bachelorstudium .....	8
2.2	Vorlesungen und Übungen für das Bachelor- und Masterstudium .....	8
2.3	Prüfungen.....	10
2.4	Praktika .....	11
2.5	Exkursion .....	13
2.6	Projektarbeiten .....	13
2.7	Seminar Feinwerktechnik (WS 2019/2020 und SS 2020) .....	14
<b>3</b>	<b>WISSENSCHAFTLICHE ARBEITEN, BACHELOR-, STUDIEN- UND MASTERARBEITEN .....</b>	<b>16</b>
3.1	Dissertationen .....	16
3.2	Masterarbeiten am IKFF (WS 2019/2020 und SS 2020).....	16
3.3	Bachelorarbeiten am IKFF (WS 2019/2020 und SS 2020).....	16
3.4	Studienarbeiten am IKFF (WS 2019/2020 und SS 2020).....	17
<b>4</b>	<b>FORSCHUNGS- UND ARBEITSGEBIETE AM IKFF.....</b>	<b>18</b>
4.1	Präzisionsgerätetechnik .....	18
4.2	Spritzgießen .....	22
<b>5</b>	<b>ÖFFENTLICHKEITSARBEIT .....</b>	<b>24</b>
5.1	Veröffentlichungen .....	24
5.2	Gremienarbeit.....	24
5.3	Tag der Wissenschaft.....	25
<b>6</b>	<b>KONGRESSE, TAGUNGEN UND MESSEN.....</b>	<b>27</b>
<b>7</b>	<b>WERKSTATTBERICHT .....</b>	<b>28</b>
<b>8</b>	<b>ANHANG - Ausgewählte Veröffentlichung .....</b>	<b>29</b>

# 1 DAS INSTITUT

## 1.1 Mitarbeiter

### **Institutsleitung:**

Prof. Dr.-Ing. Bernd Gundelsweiler

### **Emeritus:**

Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schinköthe

### **Sekretariat:**

Ulrike Ortner

Kornelia Wanner

### **Unbefristeter wissenschaftlicher Mitarbeiter:**

Akademischer Oberrat: Dipl.-Ing. Eberhard Burkard

### **Befristete wissenschaftliche Mitarbeiter:**

M. Sc. Milan Fitzlaff

Dipl.-Ing. Judith Henzler (Elternzeit)

M. Sc. Clara Holfelder (ab 01.08.2020)

M. Sc. Marco Hutter

M. Sc. Thomas Litwin

M. Sc. Manuel Mauch

M. Sc. Marcel Mittag

M. Sc. Frank Schiele

Dipl.-Ing. Maximilian Schönherr

M. Sc. Simon Strohmeyr

### **Modellbau und Versuchswerkstatt:**

Ralf Berwanger (bis 30.06.2020)

Mario Fietz (ab 01.11.2020)

Stefan Schneider

**Wissenschaftliche Hilfskräfte:**

Allmendinger, Jan

Engel, Jonas

Fleischmann, Patrick

Gromig, Oskar

Khoury, Gibram

Klingels, Torben,

Mayer, Jakob,

Schneller, Lukas

Wunderle, Richard,

Ziegler, Maximilian

**1.2 Jahresrückblick****Unser Institut**

Das Jahr 2020 war ein besonderes Jahr und stellte durch die Coronapandemie eine große Herausforderung für das ganze Team des IKFF dar. Mit enormen Anstrengungen und gegenseitiger Rücksichtnahme konnten die Aufgaben in der Online-Lehre, der Forschung und den laufenden Projekten gemeistert werden. An dieser Stelle möchte ich allen Mitarbeiter\*innen ganz herzlich danken!

**Personalia**

Im Jahre 2020 konnte eine neue Mitarbeiterin für die Präzisionsgerätetechnik und das Studiengangmanagement Maschinenbau gewonnen werden. Frau Holfelder hat sich sehr schnell eingearbeitet und hat die Betreuung der Studierenden im Bachelor- und Masterstudium Maschinenbau übernommen. In unserer Musterwerkstatt hat unser langjähriger Kollege Herr Berwanger seinen wohlverdienten Ruhestand angetreten und wir konnten Herrn Fietz für die Nachfolge begeistern.

**Aktivitäten in der Lehre**

Die Anfängerzahlen im Maschinenbau sind in 2020 in den maschinenbaulichen Bachelor- und Masterstudiengängen weniger stark nachgefragt. Aktivitäten zur Erhöhung der Anfängerstudierendenzahl wurden durch die Verstärkung des Außenauftrittes und persönliche Betreuung stark ausgeweitet. Die Lehrangebote sind bis auf zwingend erforderliche Praktika und Prüfungen ausschließlich online angeboten worden. Zusammenfassend konnte der Semesterbetrieb im Sommer- und Wintersemester gut gemeistert werden.

Der Masterstudiengang Maschinenbau / Mikrotechnik, Gerätetechnik und Technische Optik (Studiendekan Prof. Gundelsweiler und Studiengangmanager Herr Burkard vom IKFF) hat ca. 10 ... 15 Anfänger pro Jahr. Zuspruch zu unserem Master gibt es vor allem von außen, aus anderen Universitäten, Hochschulen bzw. aus Dualen Hochschulen. Die Studierendenzahl liegt damit etwas unter der langfristigen Zielstellung von 25 Immatrikulationen pro Jahr.

In der Konstruktionslehre Feinwerktechnik hatten wir im Wintersemester ca. 40 Studierende. Die Bachelor-Lehrveranstaltungen konzentrierten sich nach wie vor auf die

Fächer Konstruktionslehre Feinwerktechnik III und IV im dritten und vierten Semester als Wahlmöglichkeit für die beiden Bachelor-Studiengänge Maschinenbau sowie Fahrzeug- und Motorentechnik.

Im Spezialisierungsfach dominieren die Masterstudierenden. Derzeit begannen 63 Studierende im Fach „Gerätekonstruktion und -fertigung in der Feinwerktechnik“ als Pflicht- oder Kernfach. 59 Studierende starteten im Kernfach „Aktorik“. Das Fach „Praxis des Spritzgießens in der Gerätetechnik: Verfahren, Prozesskette, Simulation“ belegten 6 Studierende, die „Praktische FEM-Simulation mit ANSYS und Maxwell“ belegten 27 Studierende. Im vergangenen Jahr hatten wir zudem mit erneut 14 Studien-, Bachelor- und Masterarbeiten wieder einen sehr hohen Zuspruch in diesem Bereich. Hinzu kommen noch sechs Projektarbeiten.

Die Lehrveranstaltungen des Masterstudiums konzentrieren sich auf die beiden Schwerpunkte Gerätekonstruktion als methodisch orientierte Linie und feinwerktechnische Aktorik als konkret forschungs- und entwicklungsorientierte Linie, ergänzt durch die Lehrveranstaltungen „Praxis des Spritzgießens“ und „Praktische FEM-Simulation mit ANSYS und Maxwell“.

Die Vorlesung „Gerätekonstruktion und -fertigung in der Feinwerktechnik“ behandelt Grundlagen der Entwicklung und Konstruktion feinwerktechnischer Geräte bzw. Systeme. Den Schwerpunkt bilden Themenkreise wie zuverlässigkeits- und sicherheitsgerechte Konstruktion, Genauigkeit, Fehlverhalten und Toleranzrechnung in der Präzisionsgerätetechnik, Lärminderung in der Gerätetechnik sowie Beziehungen zwischen Gerät und Umwelt. Eingeschlossen in die Lehrveranstaltung sind drei praktische Bestandteile, zur Einführung in die Koordinatenmesstechnik, zur Zuverlässigkeit und zur Geräuschemessung und Lärminderung.

Die Vorlesung „Aktorik in der Gerätetechnik - Konstruktion, Berechnung und Anwendung mechatronischer Komponenten“ beleuchtet dagegen ausgewählte Aspekte der Entwicklung und Konstruktion mechatronischer Komponenten und Systeme der Feinwerktechnik. Behandelt werden feinwerktechnische Antriebssysteme unterschiedlichster Wirkprinzipien. Den Schwerpunkt bilden elektromagnetische und elektrodynamische Stelltechnik, piezoelektrische und magnetostruktive Stelltechnik, Magnettechnik und -technologie sowie Beispiele zur Realisierung mechatronischer Lösungen mit magnetischen Formgedächtnislegierungen in der Feinwerktechnik.

Hinzu kommen die Lehrveranstaltungen „Praktische FEM-Simulation mit ANSYS und Maxwell“ und „Praxis des Spritzgießens in der Gerätetechnik: Verfahren, Prozesskette, Simulation“, die einen guten Anklang finden.

Die Spezialisierungsfachpraktika Ultraschallantriebe, Lineardirektantriebe, Schrittmotoren, Gleichstrommotoren, Koordinatenmesstechnik, FEM-Berechnung mit ANSYS sowie Maxwell, Spritzgießen inklusive Spritzgieß-Simulation mit Moldflow sind in die

Lehrveranstaltungen einbezogen. Mit diesen insgesamt sieben Praktika existiert ein solides Angebot zum praktischen Arbeiten für die Studierenden.

Die Absolventen fanden auch 2020 problemlos ihren Einstieg in die Industrie.

### **Aktivitäten in der Forschung**

Die Entwicklung alternativer Antriebssysteme für die Feinwerktechnik auf der Basis elektrodynamischer Kraftwirkung (elektrodynamische Linearmotoren) bzw. von Festkörpereffekten steht nach wie vor im Mittelpunkt des Arbeitsgebiets **Aktorik**.

Als Schwerpunkt in der Nutzung elektrodynamischer Antriebsprinzipien standen 2020 Arbeiten zum Entwurf und zur Optimierung von anwendungsspezifischen Lineardirektantrieben, Smart Actuators, induktiver Energieübertragung, PCB-Spulen, elektrodynamischen Fächerkühlern sowie die Weiterführung der Aktivitäten zu magnetischen Formgedächtnislegierungen an. Die Forschungen zur Entwicklung von neuartigen mehrdimensionalen piezoelektrischen Antrieben werden weitergeführt. Generell bilden dabei neben der Motorentwicklung und durchgängigen Motorberechnung bzw. -simulation, die Realisierung von Ansteuerung und Regelung über eine dSPACE-Entwicklungsumgebung einen Schwerpunkt. Für die Simulation steht eine leistungsfähige Workstation zur Verfügung, um die Berechnungszeit der 3-D FEM-Berechnungen deutlich zu verkürzen. Für die Verifikation und Validierung der Aktoren wurden für die Messtechnik ein 2 ½ D Laser-Doppler-Vibrometer angeschafft und zwei Prüfstände für Kraft- und Drehmomentmessungen ausgebaut. Beide Antriebslinien ergänzen und befruchten sich gegenseitig. Von der Universitätsleitung wurde ein Forschungstransferprojekt gefördert, um ein neues Aktorkonzept zu verifizieren. Das zugehörige Patent wurde Anfang 2021 erteilt.

Das Thema **Spritzgießtechnologie** in der Feinwerktechnik bildet einen weiteren Stützpfeiler des Instituts. Nach wie vor werden am IKFF die Entformungskräfte beim Spritzgießen in Abhängigkeit von Oberflächenrauheit und Beschichtung sowie vom eingesetzten Kunststoff untersucht und spezielle Werkstoffe und Beschichtungen für Firmen getestet. Die Arbeiten zur Nutzung der Induktionserwärmung für das Spritzgießen mit externer oder interner Induktoranordnung wurden fortgeführt und weiter ausgebaut. Ergebnisse dazu sind mehrfach veröffentlicht. Das BMBF geförderte Projekt Ultrapress I wurde mit großem Erfolg für die Herstellung von Bipolarplatten für Brennstoffzellen abgeschlossen. Ein Folgeförderantrag für Ultrapress II wurde erstellt.

Hinzu kamen neben oder innerhalb dieser Forschungsarbeiten auch Industrieprojekte.

### 1.3 Wissenschaftliche Arbeitsgebiete

Im Institut werden zusammengefasst folgende Forschungsschwerpunkte bearbeitet:

Im Arbeitsgebiet **Aktorik** stehen feinwerktechnische Direktantriebe, vorzugsweise für lineare Antriebsbewegungen, im Mittelpunkt. Einen Schwerpunkt bilden elektrodynamische Linearantriebe, deren Berechnung, Optimierung und Simulation. Mögliche integrierte sensorische Eigenschaften der Aktoren mit Ansteuerung und Regelung werden analysiert. Zusätzlich wurden die Aktivitäten auch auf die Entwicklung von magnetischen Schwebeführungen für Linearantriebe und einstellbare ferromagnetische Kreise erweitert. Induktive Energieübertragung und optimierte Spulensysteme auf Leiterplattenbasis inkl. Fächerkühlern werden ausgelegt und in die Antriebe integriert. Neben den elektrodynamischen Systemen bilden piezoelektrische Antriebe einen zweiten Arbeitsschwerpunkt.

Im Arbeitsgebiet **Präzisionsspritzguss** steht die Abformung von Präzisionsbauteilen mit sehr feinen, genauen Strukturen durch Spritzgießen im Vordergrund. Dabei wird neben der Bauteilkonstruktion und dem Formenbau insbesondere der Formfüllvorgang sowohl theoretisch simuliert als auch praktisch an zwei Spritzgießautomaten untersucht. Maßnahmen zur Verbesserung des Füllvorgangs, wie die variotherme Prozessführung durch induktive Formtemperierung, sowie die Erfassung von Entformungskräften bilden gegenwärtig die Arbeitsschwerpunkte. Erste Ansätze bei der direkten Erwärmung von elektrisch leitfähigen Materialien und neuartige Möglichkeiten in der Gestaltung der Spritzgussform werden aktuell untersucht.

Im Arbeitsgebiet **optische und mechanische Sensorik** stehen die Smart Actuators im Mittelpunkt. Interne sensorische Eigenschaften der Aktoren werden zur Positionsbestimmung bzw. Wegsignalerfassung in Elektromagneten oder elektrodynamischen Linearmotoren angewendet. Durch die Rückführung der Signale werden in den Steuergeräten intelligente Zusatzfunktionen im Zuge dieser Digitalisierung ermöglicht.

Übergreifend bildet produktbezogene **Konstruktionsmethodik** in der Feinwerktechnik ein viertes Arbeitsgebiet. Schwerpunkte sind hier die konstruktive Gestaltung, generatives Design, die Berechnung von Systemen und die Simulation mit FEM. Dazu zählen auch Magnetfeldberechnungen sowie thermische Berechnungen für Linearantriebe, die FEM-Analyse von piezoelektrischen Antrieben und Formfüllsimulationen für den Kunststoffspritzguss.

Auch das Arbeitsgebiet **Zuverlässigkeit feinwerktechnischer Antriebe** lässt sich in dieses Tätigkeitsfeld einordnen. Hier arbeitete das Institut auf dem Gebiet der Zuverlässigkeit von elektromechanischen/mechatronischen Systemen am Beispiel feinwerktechnischer Antriebe/Aktorik. Dies betrifft sowohl die elektromechanischen als auch die mechanischen Komponenten derartiger Antriebe.

Im Detail werden folgende Inhalte bearbeitet:

#### Feinwerktechnische Aktorik

- Entwicklung alternativer Antriebssysteme für die Feinwerktechnik auf der Basis elektrodynamischer Kraftwirkung bzw. von Festkörpereffekten (elektrodynamische Linearmotoren, Elektromagnete, Smart Actuators, Piezomotoren).
- Berechnung und Optimierung derartiger Antriebe, Simulation ihres dynamischen Verhaltens.
- Erarbeitung geeigneter Unterstützungsmittel und Methoden zur Entwicklung derartiger Antriebssysteme.
- Entwicklung von magnetischen Schwebeführungen für Linearantriebe.
- Entwicklung von einstellbaren ferromagnetischen Kreisen mit magnetischen Formgedächtnislegierungen.
- Entwicklung von Spulensystemen auf Basis von Leiterplattentechnologie.
- Entwicklung von elektrodynamischen Fächerkühlern.
- Induktive Energieübertragung bei Antrieben mit bewegter Spule.

#### Präzisions-Spritzgießtechnologie

- Herstellung von Präzisionsbauteilen und feinen Strukturen bis hin zur Verbindung mit mikromechanischen Bauelementen.
- Ermittlung von Entformungskräften beim Spritzgießen in Abhängigkeit von Oberflächenrauheit und Beschichtung sowie vom eingesetzten Kunststoff.
- Untersuchung spezieller Werkstoffe und Beschichtungen im Werkzeugbau.
- Dynamische Formtemperierung durch induktive Beheizung mit externem oder internem Induktor zur Verbesserung des Formfüllverhaltens, insbesondere im Hinblick auf die Abformung mikrotechnischer Strukturen.
- Temperierung von elektrisch leitfähigen Materialien, Magnetspritzgießen.
- Erweiterung der induktiven Erwärmung auf weitere Anwendungen.

#### Theorie des Konstruktionsprozesses

- Produktbezogene Konstruktionsmethoden in der Feinwerktechnik.
- Konstruktive Gestaltung unter Nutzung von 2D- und 3D-CAD.
- Generatives Design.
- Simulation mit FEM, beispielsweise des Formfüllvorgangs beim Spritzgießen.
- Gekoppelte Feldberechnungen, beispielsweise elektromagnetisch, elektromagnetisch-thermisch, piezoelektrisch-dynamisch.

#### Zuverlässigkeit feinwerktechnischer Antriebe

- Übertragung und Verifizierung bekannter Zuverlässigkeitstechniken auf feinwerktechnische mechatronische Baugruppen, Antriebe und Aktorik.
- Experimentelle Untersuchungen, Aufbau von Dauerlauf-Versuchsständen für Kleinstmotoren und Getriebe.

- Erarbeitung von Ansätzen für die Ermittlung der Systemzuverlässigkeit in frühen Entwicklungsphasen (Konzeptphase).

## 2 LEHRVERANSTALTUNGEN

### 2.1 Vorlesungen und Übungen für das Bachelorstudium

#### Konstruktionslehre III (Feinwerktechnik)

(Gundelsweiler, Burkard)

Wintersemester 2019/2020: 40 Studierende (mach + famo)

Wintersemester 2020/2021: 40 Studierende (mach + famo)

15 Vorlesungen à 2 SWS 2019/2020 präsenz, 2020/2021 online

14 Vorlesungen à 1 SWS 2019/2020 präsenz, 2020/2021 online

14 Übungen à 2 SWS

Betreuer: Burkard, Fitzlaff, Hutter, Litwin, Mauch, Mittag, Schiele, Schönherr, Strohmeyr

#### Konstruktionslehre IV (Feinwerktechnik)

(Gundelsweiler, Burkard)

Sommersemester 2020: 54 Studierende (mach + famo)

14 Vorlesungen à 2 SWS online

13 Vorlesungen à 1 SWS online

13 Übungen à 1 SWS online

Betreuer: Burkard, Hutter, Litwin, Mauch, Mittag, Schiele, Schönherr, Strohmeyr

### 2.2 Vorlesungen und Übungen für das Bachelor- und Masterstudium

#### Gerätekonstruktion und -fertigung in der Feinwerktechnik

(Gundelsweiler, Burkard)

Wintersemester 2019/2020: 35 Studierende

Wintersemester 2020/2021: 63 Studierende

17 Vorlesungen à 2 SWS 2019/2020 präsenz, 2020/2021 online

10 Übungen à 2 SWS

Betreuer: Burkard, Hutter, Mauch, Schiele

## **Aktorik in der Gerätetechnik - Konstruktion, Berechnung und Anwendung mechatronischer Komponenten**

**(Gundelsweiler)**

Wintersemester 2019/2020: 20 Studierende  
 Wintersemester 2020/2021: 59 Studierende  
 9 Vorlesungen à 2 SWS 2019/2020 präsenz, 2020/2021 online  
 5 Übungen à 2 SWS 2019/2020 präsenz, 2020/2021 online  
 Betreuer: Hutter

Sommersemester 2020: 40 Studierende  
 10 Vorlesungen à 2 SWS online  
 3 Übungen à 2 SWS online  
 Betreuer: Schiele, Hutter

## **Praktische FEM-Simulation mit ANSYS und Maxwell**

**(Litwin, Fitzlaff)**

Sommersemester 2020: 27 Studierende  
 10 Vorlesungen à 2 SWS online  
 10 Übungen à 2 SWS online  
 Betreuer: Litwin, Fitzlaff, Mittag, Schönherr, Schiele

## **Praxis des Spritzgießens in der Gerätetechnik: Verfahren, Prozesskette, Simulation**

**(Gundelsweiler/Burkard)**

Sommersemester 2020: 6 Studierende  
 18 Vorlesungen à 2 SWS online  
 7 Übungen à 2 SWS online  
 Betreuer: Burkard, Schönherr

## **Projektarbeiten für alle Studierenden der Maschinenbau fakultäten**

Wintersemester 2019/2020 20 Studierende (5 Projektgruppen)

Sommersemester 2020 0 Studierende (0 Projektgruppen)

Wintersemester 2020/2021 11 Studierende (3 Projektgruppen)

## 2.3 Prüfungen

Fach	Termin	Kandidaten
KL III + IV (Feinwerktechnik)	F 2020	10
	H 2020	25
Gerätekonstruktion und -fertigung in der Feinwerktechnik (Kompetenzfeld, Pflichtfach)	F 2020	13
	H 2020	1
Gerätekonstruktion und -fertigung in der Feinwerktechnik (Kernfach, mündlich)	F 2020	8
	H 2020	0
Aktorik in der Gerätetechnik - Berechnung, Konstruktion und Anwendung mechatronischer Komponenten (Kernfach/Pflichtfach, mündlich)	F 2020	10
	H 2020	8
Praxis des Spritzgießens in der Gerätetechnik: Verfahren, Prozesskette, Simulation	F 2020	0
	H 2020	5
Praktische FEM-Simulation mit ANSYS und Maxwell	F 2020	3
	H 2020	18

## 2.4 Praktika

### Spezialisierungsfachpraktikum Feinwerktechnik / Allgemeines Praktikum Maschinenbau

#### Sommersemester 2020

Versuch 1: „FEM I & II mit ANSYS und Maxwell“  
 27 Teilnehmende 6 Termine  
 Betreuer: Fitzlaff, Litwin, Mauch, Mittag, Schiele, Schönherr

Versuch 2: „Schrittmotoren“  
 6 Teilnehmende 1 Termin  
 Betreuer: Mauch, Mittag

Versuch 3: „Einführung in Autodesk Fusion 360 und Moldflow“  
 4 Teilnehmende 2 Termine  
 Betreuer: Burkard, Fitzlaff

Versuch 4: „Spritzgussimulation mit Autodesk Moldflow“  
 4 Teilnehmende 2 Termine  
 Betreuer: Fitzlaff, Schönherr

Versuch 5: „Spritzgießen“  
 4 Teilnehmende 1 Termin  
 Betreuer: Fitzlaff, Schönherr

Versuch 6: „Ultraschallantriebe“  
 5 Teilnehmende 2 Termine  
 Betreuer: Schiele

#### Wintersemester 2020/2021

Versuch 1: „FEM I mit ANSYS und Maxwell“  
 Ausgefallen wegen der Coronapandemie

Versuch 2: „Koordinatenmesstechnik“  
Ausgefallen wegen der Coronapandemie

Versuch 3: „Gleichstrommotoren“  
5 Teilnehmende 2 Termine  
Betreuer: Strohmeyr, Hutter

Versuch 4: „Lineardirektantriebe“  
4 Teilnehmende 2 Termine  
Betreuer: Mauch, Mittag

Versuch 5: „Optische 3D-Vermessung“  
5 Teilnehmende 2 Termine  
Betreuer: Burkard

### **Praktika im Rahmen des Kompetenzfeldes Gerätekonstruktion und -fertigung in der Feinwerktechnik**

Wintersemester 2020/2021

Versuch 1: „Einführung in die 3D-Messtechnik“  
Ausgefallen wegen der Coronapandemie

Versuch 2: „Einführung in die Geräuschmesstechnik  
und Lärminderung“ online  
15 Teilnehmende 1 Termin  
Betreuer: Schiele, Hutter

## 2.5 Exkursion

Ausgefallen wegen der Coronapandemie.

## 2.6 Projektarbeiten

Wintersemester 2019/2020

- |            |  |
|------------|--|
| 30.01.2020 | Das Galvanometer - ein Präzisionsdrehspulinstrument                                      |
| 30.01.2020 | Ein intelligentes Bewässerungssystem   |
| 30.01.2020 | Optimierung einer Werkzeugschließeinheit einer Handspritzgussmaschine                    |
| 30.01.2020 | Konstruktion von Spritzgießwerkzeugen für Demonstratorteile für den Tag der Wissenschaft |
| 30.01.2020 | Schwebendes Institutslogo  |

Wintersemester 2020/2021

- |            |  |
|------------|--|
| 02.11.2020 | Kühlkonzepte für Spritzgießwerkzeuge   |
| 04.02.2021 | Entwicklung eines Zusatzmoduls für Schneeschuhe zur Erweiterung der Funktionalität |
| 18.02.2021 | Automatisierung einer Kaffeemaschine   |
| 18.02.2021 | Autarkes und smartes Bewässerungssystem  |

## **2.7 Seminar Feinwerktechnik (WS 2019/2020 und SS 2020)**

24.10.2019	Konstruktion und Ansteuerung eines zweiten Läufers für einen Lineardirektantrieb mit induktiver Energieübertragung
06.11.2019	Charakterisierung von Permanentmagneten mittels inverser Berechnung
14.11.2019	Untersuchung von Entformungskräften im Kunststoffspritzguss von additiv gefertigten Werkzeugeinsätzen
14.11.2019	Voruntersuchungen eines induktiv temperierten Kunststoffspritzgusswerkzeugs zur Herstellung von Zugstabproben
14.11.2019	Entwicklung und Aufbau von Fächerkühlungen für einen Lineardirektantrieb
16.01.2020	Entwicklung eines neuen T-förmigen Konnektors für kurze Zylinderabstände für eine Fuel Return Line in einem Common Rail System
16.01.2020	Konstruktion und Simulation eines elektromagnetischen Aktors mit magnetischer Formgedächtnislegierung
13.02.2020	Entwicklung und Inbetriebnahme der Software und Elektronik eines Drehmomentteststands
18.06.2020	Analyse verschiedener Piezokeramik-Materialien für Vollkeramik-Resonatoren

### **Wintersemester 2020/2021 (unvollständig)**

08.10.2020	Messtechnische Evaluation und konstruktiver Ausbau eines Aktors mit magnetischer Formgedächtnislegierung unter Zuhilfenahme von Simulationswerkzeugen
17.12.2020	Entwicklung eines Dosiergeräts zur Beimischung von Masterbatches beim Kunststoffspritzgießen

- 17.12.2020                    Untersuchung der Entformungskräfte im Kunststoffspritzguss und Bestimmung der Einflüsse unterschiedlicher Prozessparameter
- 17.12.2020                    Simulative Optimierung eines induktiven Übertragungssystems und experimentelle Validierung anhand eines Demonstrators
- 17.12.2020                    Simulative Untersuchung von piezoelektrischen Halbkugeln mit Parameterstudien mit dem Ziel der Trajektorienoptimierung des Reibkontaktes

### **3 WISSENSCHAFTLICHE ARBEITEN, BACHELOR-, STUDIEN- UND MASTERARBEITEN**

#### **3.1 Dissertationen**

Keine

#### **3.2 Masterarbeiten am IKFF (WS 2019/2020 und SS 2020)**

11/2019	Charakterisierung von Permanentmagneten mittels inverser Berechnung
01/2020	Entwicklung eines T-förmigen Konnektors für die Fuel Return Line eines Common Rail-Systems mit kurzen Zylinderabständen
09/2020	Passive Maßverkörperung für hochkomponente Encodersysteme in feinwerktechnischen Antriebsmotoren

#### **Wintersemester 2020/2021 (unvollständig)**

12/2020	Simulative Optimierung eines induktiven Übertragungssystems und experimentelle Validierung anhand eines Demonstrators
---------	---

#### **3.3 Bachelorarbeiten am IKFF (WS 2019/2020 und SS 2020)**

10/2019	Entwicklung und Aufbau einer elektrodynamischen Fächerkühlung für einen Lineardirektantrieb
10/2019	Voruntersuchungen eines induktiv temperierten Kunststoffspritzgusswerkzeugs zur Herstellung von Zugstabproben
09/2020	Messtechnische Evaluation und konstruktiver Ausbau eines Aktors mit magnetischer Formgedächtnislegierung unter Zuhilfenahme von Simulationswerkzeugen

**Wintersemester 2020/2021 (unvollständig)**

- 11/2020 Entwicklung eines Dosiergeräts zur Beimischung von Masterbatches beim Kunststoffspritzgießen
- 11/2020 Untersuchung der Entformungskräfte im Kunststoffspritzguss und Bestimmung der Einflüsse unterschiedlicher Prozessparameter

**3.4 Studienarbeiten am IKFF (WS 2019/2020 und SS 2020)**

- 01/2020 Konstruktion und Simulation eines elektromagnetischen Aktors mit Formgedächtnislegierungen
- 01/2020 Entwicklung und Inbetriebnahme der Software und Elektronik eines Drehmomentteststands
- 07/2020 Entwicklung einer Regelung für den intelligenten Betrieb eines elektrodynamischen Fächers

**Wintersemester 2020/2021 (unvollständig)**

- 11/2020 Simulative Untersuchung von piezoelektrischen Halbkugeln mit Parameterstudien mit dem Ziel der Trajektorienoptimierung des Reibkontaktes

## 4 FORSCHUNGS- UND ARBEITSGEBIETE AM IKFF

### Schwerpunkte am IKFF: Feinwerktechnische Aktorik und Präzisions-spritzguss

Das IKFF beschäftigt sich mit verschiedenen Aspekten der Feinwerk- und Präzisionsgerätetechnik. Haupttätigkeitsfelder sind die Bereiche Aktorik (Smart Actuators, Linear-direktantriebe, Magnetschwebeantriebe, Thermische Analyse / Spulentechnologie, piezoelektrische Antriebe, induktive Energieübertragung), Kunststoffspritzguss (Entformungskraftmessungen, variotherme induktive Temperierung) und Zuverlässigkeit feinwerktechnischer Baugruppen. Im Anschluss werden die aktuell laufenden Forschungsarbeiten am Institut näher beschrieben. In 2020 ist es gelungen zahlreiche Veröffentlichungen und Patentanmeldungen in den Forschungsgebieten zu veröffentlichen. Die Schwerpunkte der Arbeiten finden Interesse im wissenschaftlichen und industriellen Umfeld und mündeten in zahlreichen Projekten.

### 4.1 Präzisionsgerätetechnik

Holfelder, Clara

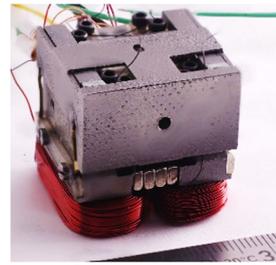
Der Forschungsschwerpunkt meiner Tätigkeit am IKFF liegt im Bereich der Absicherung und Zuverlässigkeit von Aktoren. In diesem Zusammenhang betreue ich gemeinsam mit einem Kollegen einen Industriepartner, für den wir Dauerlaufversuche sowie Motorcharakterisierungen von DC-Motoren durchführen. Neben meinen wissenschaftlichen Tätigkeiten bin ich als Studiengangsmanagerin für den Studiengang Maschinenbau (Bachelor und Master) tätig. In diesem Zusammenhang kümmere ich mich sowohl um die Zulassungen in den Master Maschinenbau, Einstufung in höhere Bachelor-Fachsemester als auch um die Öffentlichkeitsarbeit. Zur Öffentlichkeitsarbeit gehört unter anderem die Betreuung der Studiengangshomepages sowohl für den Bachelor- als auch den Masterstudiengang sowie die Organisation und Durchführung von Veranstaltungen für Studieninteressierte. Im Bereich der Lehre unterstütze ich einen Kollegen bei einer Testatgruppe und bei den GFF-Übungen im Bereich der Zuverlässigkeit.



*Dauerlaufprüfstand DC-Motoren*

Hutter, Marco

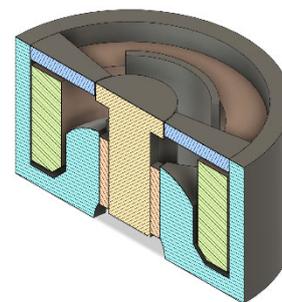
Der Schwerpunkt meiner Forschung liegt im Bereich der unkonventionellen Aktorik mit magnetischer Formgedächtnislegierung (MSM). Diese zeigt eine Dehnung unter Einfluss eines Magnetfeldes und eine Änderung ihrer Permeabilität (also ihres magnetischen Widerstandes) bei Verformung. In einem am IKFF entwickelten und patentierten Aktorprinzip wird das genutzt, um den magnetischen Fluss in permanentmagnetisch erregten Kreisen zu steuern. Somit können Permanentmagnete in Anwendungen genutzt werden, die sonst nur mit Elektromagneten möglich sind. Das bietet den Vorteil deutlich geringerer Verlustleistungen im stationären Betrieb. Die erste Charakterisierung eines Prototypen (siehe Abbildung) ist Thema einer Veröffentlichung bei der Actuator, die allerdings vom Juni 2020 in den Februar 2021 verschoben wurde. Neben der Forschung an diesem Aktorprinzip bin ich in einem Industrieprojekt zur Entwicklung einer magnetischen Torführung und einem universitätsinternen Förderprogramm für Wissens- und Technologietransfer (WTT) im Bereich von Elektromagneten tätig. In der Lehre betreue ich Testatgruppen im Bachelorstudium und verschiedene Praktika und Vortragsübungen im Spezialisierungsfach Feinwerktechnik für Masterstudiengänge, sowie Abschlussarbeiten.



*Prototyp eines MSM-gesteuerten Reluktanzaktors*

Mauch, Manuel

Der Forschungsschwerpunkt meiner Tätigkeit am IKFF liegt in der feinwerktechnischen Auslegung, Konstruktion, Simulation und Inbetriebnahme von smart actuators. Durch ein universitätsinternes Förderprogramm für Wissens- und Technologietransfer (WTT) unterstützt, wird an der Fragestellung gearbeitet, wie sich Hub- und Haftaktoren konstruktiv ergänzend gestalten lassen. Ziel ist eine Vereinbarkeit der Vorzüge beider sonst grundlegend unterschiedlicher Aktortypen zu schaffen. Vielversprechende Ansätze stellen die Integration von magnetischen Formgedächtnislegierungen in einem Aktor sowie eine geschickte Nutzung von Reluktanzkräften in einem magnetisch angesteuerten hybriden Magnetsystem dar.

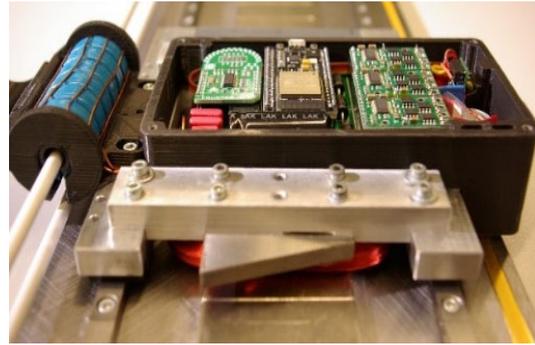


*Aktor mit magnetisch aktivem Kern (Konzept)*

In der Lehre verantworte ich sowohl Bereiche des Bachelorstudiums (Betreuung der Testatgruppen Konstruktionslehre), als auch Themenkomplexe des Masterstudiums (Regelung/Steuerung und Messtechnik in der Aktorik sowie Zuverlässigkeitstechnik in der Gerätekonstruktion) in Verbindung mit Praktika zu antriebstechnischen Themengebieten und der Betreuung studentischer Arbeiten.

Mittag, Marcel

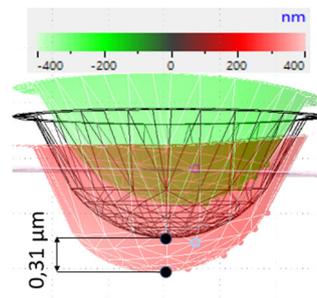
Meine Forschungstätigkeit liegt im Bereich der Lineardirektantriebe, insbesondere in deren induktiver Stromzufuhr. Nach dem Aufbau eines funktionsfähigen Läufers (siehe Abbildung) im vergangenen Jahr, beschäftigte ich mich im Forschungsjahr 2020 mit dem Aufbau eines multiplen Läufersystems. Neben der Erweiterung der Anzahl der Läufer, lag der Fokus auf der Optimierung des Wirkungsgrades und der Elektronik. Außerhalb meines Forschungsbereichs führen eine Kollegin und ich in Zusammenarbeit mit einem Industriepartner Dauerlaufversuche von einem Gleichstrommotor durch. Neben Industrieprojekten zählt auch die Lehre zu einem Aufgabenbereich. Dabei liegt im Bereich des Bachelorstudiengangs, neben der Betreuung von Testgruppen und Erstellung von Aufgaben, das Hauptaugenmerk auf der Vorbereitung des Konstruktionswettbewerbs. Hinzukommen im Masterstudiengang die Betreuung von Abschlussarbeiten und verschiedener Praktika im Spezialisierungsfach Feinwerktechnik.



*Läufer mit induktiver Übertragung*

Schiele, Frank

Forschungsschwerpunkt des Jahres 2020 waren multidimensionale Ultraschallantriebe unter Nutzung der Abtriebswirkung von halbkugelförmigen Piezo-Stehwellen-Resonatoren. Für die tiefere Untersuchung der Schwingungsmoden der Resonatoren konnte im Rahmen eines DFG-Großgeräte-Antrages ein Laservibrometer-System beschafft



*Auslenkungs-Messung mit Laser-Scanning-Vibrometer*

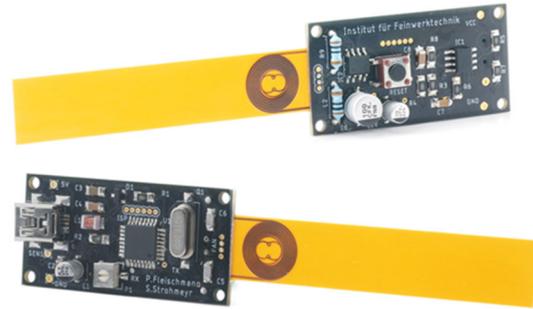
werden, bestehend aus einem Out-of-Plane und einem In-Plane-Messkopf. Mit Hilfe dieses Systems kann nun die Bewegungs-Trajektorie im Nanometer-Bereich an der Reibstößelspitze gemessen werden. Erste Messungen zur Charakterisierung verschiedener Piezomaterialien konnten für eine Veröffentlichung bei der Actuator-Konferenz sowie für studentische Arbeiten durchgeführt werden. Des Weiteren wurden am planaren Antrieb Lasertriangulations-Sensoren implementiert, um die aktuelle Position des Läufers bestimmen zu können. Neben der Tätigkeit in der Lehre (Übung Aktorik-Ultraschallmotoren, Übung GFF-Geräuschesmesstechnik, Übung KL, FEM-Kurs, Praktika, Abschlussarbeiten-Betreuung) und der PC-Administration gehörte auch die Vertretung des Studiengangsmanagers im Zulassungsverfahren für die Master-Studiplätze für das Wintersemester 20/21 zum Aufgabengebiet.

Strohmeyr, Simon

Meine Forschungstätigkeit liegt im Bereich der Lineardirektantriebe, insbesondere im Thermomanagement. Ein Ansatz, leistungsfähigere Antriebe zu realisieren, besteht darin, den Kupferfüllfaktor und die Wärmeleitmechanismen in den Antriebsspulen zu erhöhen. Für weitere Leistungssteigerungen bei Lineardirektantrieben werden neuartige Fächerkühlungen auf Basis elektrodynamischer Kraftwirkung eingesetzt.

Der Aufbau des Fächers durch eine Rigid-Flex Leiterplatte ermöglicht die Integration einer Regelung, wodurch der Fächer autonom im optimalen Betriebspunkt arbeitet. Der Aufbau und die Regelung des Fächers wurde im Oktober 2020 zum Patent angemeldet.

Außerhalb meines Forschungsbereichs führen ein Kollege und ich in Zusammenarbeit mit einem Industriepartner Dauerlaufversuche von DC-Motoren durch. Neben Industrieprojekten zählt auch die Lehre zu meinem Aufgabenbereich. In der Lehre verantworte ich sowohl Bereiche des Bachelorstudiums, Leiten von Übungsvorlesungen und Testatgruppen sowie Aufgabenerstellung, als auch Themenkomplexe des Masterstudiums, Leiten von Übungsvorlesungen und Praktika im Bereich Aktorik sowie Betreuung von Abschlussarbeiten.

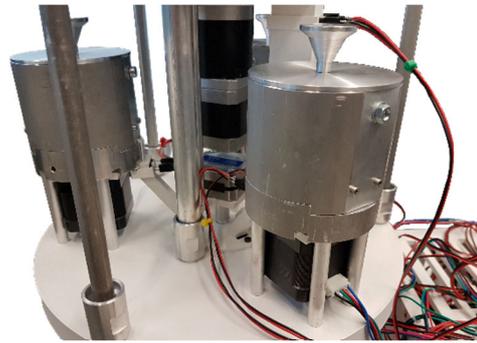


*Elektrodynamischer Fächer mit integrierter Regelung*

## 4.2 Spritzgießen

Fitzlaff, Milan

Das Jahr 2020 stellte uns alle vor neue Herausforderungen, in der Forschung wie in der Lehre. In der Forschung wurden dabei meinerseits Anstrengungen unternommen die Ergebnisse des Projekts UltraPress, im Rahmen der Mitte des Jahres 2020 neu verabschiedeten nationalen Wasserstoffstrategie der Bundesregierung, weiter für eine industrielle Nutzung voranzubringen. So wurde mit bestehenden und neuen Projektpartnern in umfangreicher Zusammenarbeit ein Vorhaben skizziert sowie eine Forschungsförderung beantragt, wodurch die Erkenntnisse und Vorteile des Vorgängerprojekts für eine Serienproduktion nutzbar gemacht werden sollen. In der Lehre umfassen meine Tätigkeiten unter anderem die Betreuung von Studierenden des Bachelorstudiums (Konstruktionslehre III/IV, sowie das Gestalten von Vortragsübungen). Eine Besonderheit war für alle Mitarbeiter des Instituts die Digitalisierung der Lehrinhalte in einem Umfang und einer Art und Weise in welcher die Studierenden bestmöglich unterstützt werden konnten. Weiterhin betreute ich in diesem Jahr Studierende während deren Bachelor- und Projektarbeiten.



*In einer Bachelorarbeit entwickelter Farbmischer*

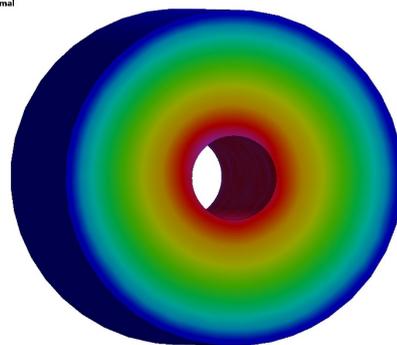
Litwin, Thomas

Das Forschungsjahr 2020 verlief ein wenig anders als geplant. Zunächst stand die Digitalisierung im Vordergrund. Die Vorlesung „FEM mit ANSYS und Maxwell“ wurde im Frühjahr, unter Anstrengungen aller Kollegen, zu digitalen Kursen erweitert. Spezifische FEM-Aufgaben wurden entworfen und an die neuen Gegebenheiten der Studierenden angepasst. Mit über 25 begonnenen Aufgaben wurde unsere FEM-Vorlesung unter den Studierenden gut angenommen.

Die Einwerbung neuer Forschungsprojekte sollte auch nicht zu kurz kommen. Mit dem 7. Energieforschungsprogramm sowie der strategischen Ausrichtung Wasserstoff sowie vom positiven Abschluss des BMBF Forschungsprojekts UltraPress beflügelt, wurde im Sommer die Projektskizze UltraPress2 geschrieben und beim Projektträger Jülich eingereicht. Die eigene Forschung konzentrierte sich weiterhin auf das Differenzkalorimeter und dem Beitrag zur Abschätzung des Energiebedarfs von induktiv temperierten Kunststoffspritzgießwerkzeugen.

B: Steady-State Thermal  
Figure  
Type: Temperature  
Unit: °C  
Time: 1  
23.11.2020 09:49

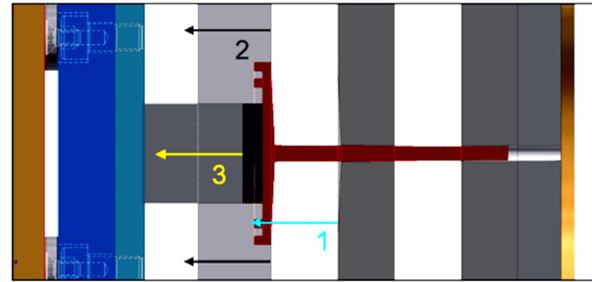
286,06 Max
215,12
161,77
121,65
91,481
68,794
51,733
38,903
29,255
22 Min



*Probengeometrie des Differenzkalorimeters:  
Elektromagnetisch-Thermische gekoppelte Simulation mit thermischem Feedback*

Schönherr, Maximilian

Der Forschungsschwerpunkt beinhaltet die Messung von Entformungskräften im Kunststoffspritzguss. Dabei wurde das vorhandene Messwerkzeug MEVEK optimiert und charakterisiert. Neue Oberflächenbeschichtungen und -strukturen wurden hergestellt und vermessen. Zudem wurden weitere Kunststoffe untersucht.



*Prinzip des Werkzeugs zur Zugkraftmessung*

Die Messungen wurden in einer umfang-

reichen DoE ausgewertet, um Einflussgrößen auf die Entformungskraft quantifizieren zu können. Dabei wurden zudem auch die Einflüsse verschiedener Prozessparameter berücksichtigt. Grenzen des Messprinzips führten in die Entwicklung eines neuen Messwerkzeuges. Besondere Herausforderung ist dabei die getrennte Betrachtung der reinen Zugkräfte beim Entformen mit möglichst geringer Überlagerung anderer Kräfte wie Reibung und Scherung. Lehraufgaben beinhalten Durchführen von Praktika (Spritzgießen, Moldflow, Koordinatenmesstechnik), FEM-Testate, Vortragsübungen sowie Betreuung von Testaten und Abschlussarbeiten. Daneben wurden Entformungskraftmessungen für einen Industriekunden durchgeführt. Zudem wurde in diesem Jahr die PC-Infrastruktur des CAD-Pools komplett erneuert.

## 5 ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

### 5.1 Veröffentlichungen

#### Artikel oder Tagungsbeiträge:

Freitag, C., Schiele, F.: Ultrakurze Laserpulse für planare Ultraschallmotoren, Mikroproduktion 03/20, 2020

Raab, M., Hutter, M., Kazi, A., Schinköthe, W. und Gundelsweiler, B.: „Magnetically Levitated Linear Drive Using an Active Gravity Compensation based on Hybrid Shape Memory Actuators“, in IEEE/ASME Transactions on Mechatronics, August 2020, doi: <https://doi.org/10.1109/TMECH.2020.3019369>

Rehling, D., Liu, J., Stewart, K. W., Pott, P. P. und Schiele, F.: Investigation of vibration parameters for needle insertion force reduction, Current Directions in Biomedical Engineering, 6(3), 608-611, 2020, doi: <https://doi.org/10.1515/cdbme-2020-3155>

Strohmeyr, S., Baazouzi, S., Gundelsweiler, B.: Electrodynamic fan blade for cooling small devices, ITherm Conference, 21-23 July 2020, doi: <https://doi.org/10.1109/ITherm45881.2020.9190184>

Litwin, T., Gundelsweiler, B.: forschung leben – Mobilität der Zukunft, Seite 69, September 2020

### 5.2 Gremienarbeit

Prof. Dr.-Ing. Bernd Gundelsweiler:

Studiendekan im Fakultätsvorstand Maschinenbau, Universität Stuttgart

Studiendekan Maschinenbau / Mikrotechnik, Gerätetechnik und Technische Optik, Universität Stuttgart

Große Kommission Maschinenbau GKM, stellvertretender Vorsitzender, Universität Stuttgart

Mitglied Senatsausschuss Lehre, Universität Stuttgart

Mitglied im Aufsichtsrat der Hahn-Schickard-Gesellschaft

Mitglied im Vorstand Innovationsnetzwerk Schwarzwald-Baar-Heuberg

Automotive Beirat, WVIB-Schwarzwald AG, Freiburg

Mitglied im Kuratorium Südwestmetallpreis, Stuttgart

Mitglied der VDE/VDI-Gesellschaft Mikroelektronik und Feinwerktechnik (GMM)

Mitglied des Fachausschusses 3.3 Elektrische Geräte- und Stellantriebe (GMM)

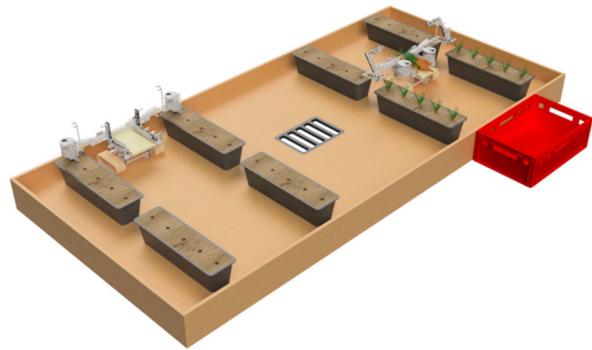
Programmausschuss Tagung Innovative Klein- und Mikroantriebstechnik (GMM)

### 5.3 Tag der Wissenschaft

Der Tag der Wissenschaft ist wegen der Coronapandemie ausgefallen. Der Konstruktionswettbewerb konnte allerdings virtuell stattfinden.

#### Rin in die Karotten, raus aus die Karotten

**Beim diesjährigen Konstruktionswettbewerb lehnte sich die Aufgabenstellung an ein aktuelles Thema des Frühjahrs 2020 an. Die Studierenden mussten Maschinen entwickeln, die in der Lage sind Gegenstände abzulegen und aufzunehmen. Einfach gesagt, die Maschinen sollten als Pflanz- und Erntehelfer einsetzbar sein.**



Ein Jahr ohne Konstruktionswettbewerb konnten wir uns nicht vorstellen, und wir wollten auch dieses Jahr unseren Studierenden im 4. Semester Maschinenbau und Fahrzeug- und Motorenbau dieses Highlight, wenn auch in veränderter Form, anbieten. Eigentlich ist es ja ganz einfach. Bevor man Karotten ernten kann, muss man zuerst Samen aussäen.

Wie immer gab es einige Vorgaben, die beachtet werden mussten, so waren Gewicht, Größe beim Start und die Energieversorgung begrenzt.

Da es 2020 ein virtueller Wettbewerb war, konnte die Jury diese Angaben und auch alle weiteren Informationen zu den kleinen Maschinen nur aufgrund der Konstruktionsunterlagen der studentischen Gruppen beurteilen. Daher mussten die Unterlagen dieses Jahr deutlich detaillierter sein als in den vergangenen Jahren. Teilweise waren die Unterlagen sehr umfangreich und detailliert. Bis jedes Detail dargestellt, die Funktion erklärt und jede einzelne Schraube mit ihrem Gewicht aufgeführt ist, benötigte es dann bis zu knapp 200 Seiten.

Schon bei der ersten Aufgabe, die Samen in die vorgesehenen Pflanzlöcher zu verteilen, hatten ein paar Maschinen vorhersehbare Probleme. Die Samen müssen einzeln und zielgenau abgelegt werden. Wenn gleich alle in einem Loch abgelegt werden, ist mit einer schlechten Ernte zu rechnen.

Bei der zweiten Aufgabe ging es dann um die Karottenernte. Wie werden die Karotten gegriffen? Ist die Maschine überhaupt an der richtigen Position? Wohin mit der Ernte? Und wie lange dauert das alles? Das waren die Fragen die von der Jury beurteilt wurden. Am Ende standen dann die siegreichen Maschinen fest, die in möglichst kurzer Zeit sowohl zielgerichtet die Samen säen als auch die Karotten ernten können.

Ein besonderer Dank gilt den folgenden Firmen, die den Wettbewerb teilweise schon seit vielen Jahren unterstützen:

Arburg GmbH & Co, Bilz Werkzeugfabrik GmbH & Co. KG, Carl Hanser Verlag GmbH & Co, Christian Bürkert Stiftung gGmbH verbunden mit der Christian Bürkert GmbH & Co. KG, Dr. Fritz Faulhaber GmbH & Co. KG, G. Ulmer Automation GmbH, Hauni Maschinenbau GmbH und Osiandersche Buchhandlung GmbH.

**Ergebnisse:**

1. Platz: Ronja Steinbach, Laura Loimayr, Samed Ceylan, David Francisco.
2. Platz: Tina Löser, David Holtz, Hannes Petrenz, Michael Zander.
3. Platz: Helena Dold, Clara Krächan, Franziska Sievert, Matthias Lang.

Folgende Artikel über den Konstruktionswettbewerb sind erschienen:

„Karottenanbau leicht gemacht“  
Gemüse mit Gemüsebau, Ausgabe 09-2020  
Das Magazin für den professionellen Gemüsebau.  
[www.gemuese-online.de](http://www.gemuese-online.de)  
Eugen Ulmer KG  
Wollgrasweg 41  
70599 Stuttgart

und

„Karottenernte leicht gemacht“  
21. Juli 2020  
Universität Stuttgart  
<https://www.uni-stuttgart.de/universitaet/aktuelles/news/Karottenernte-leicht-gemacht>

und

„Mechanik für den Möhrenanbau“  
6. August 2020  
Filder-Zeitung, Lokalausgabe der Stuttgarter Nachrichten und der Stuttgarter Zeitung.  
<https://www.stuttgarter-zeitung.de/filder-zeitung>

## 6 KONGRESSE, TAGUNGEN UND MESSEN

Prof. Gundelsweiler, B.:

- Teilnahme an verschiedenen Online-Veranstaltungen

Fitzlaff, M.:

- Graphene For Research, Innovation, Collaboration, Onlineveranstaltung, 22.09. - 24.09.2020
- F-Cell, Haus der Wirtschaft, Stuttgart, 29./30.09.2020
- D-Expo Kunststoff, Onlineveranstaltung, 10.11 - 12.11.2020
- Autodesk University 2020, Onlineveranstaltung, 18.11. - 20.11.2020
- Graphene for Healthcare, Onlineveranstaltung, 26.11.2020

Holfelder, C.:

- 3. Symposium zu Eignungs- und Auswahlverfahren in den natur- und ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen, online/Karlsruhe, 05.11.2020
- „INTELLIGENZ“ - Jahrestagung des dib, online, 12./13.11.2020

Schönherr, M.:

- Polytec Anwenderkonferenz, 10./11.11.2020, online
- Autodesk AU, 18.11. - 20.11.2020, online

## **7 WERKSTATTBERICHT**

Mit Arbeiten zur Herstellung von Bauteilen und Baugruppen für Versuche im Rahmen von studentischen Arbeiten, Dissertationen und Forschungsprojekten war die Institutswerkstatt auch in diesem Berichtsjahr wieder vollständig ausgelastet.

## 8 ANHANG - Ausgewählte Veröffentlichung

In diesem Jahr verweisen wir exemplarisch auf eine Veröffentlichung aus dem Bereich der Antriebstechnik mit einer magnetischen Schwebeführung.

### **Magnetically Levitated Linear Drive Using an Active Gravity Compensation based on Hybrid Shape Memory Actuators**

**Abstract:**

This paper presents a magnetically levitated linear drive for precision engineering with integrated active gravity compensation. The gravity compensation combines permanent magnets with novel hybrid shape memory actuators. The magnetically levitated system uses a homopolar linear drive as well as nine reluctance actuators to levitate a passive armature with no mechanical connection between stator and armature. The mechanical design is based on geometrically decoupled horizontal and vertical guidance axes. A decoupled Cartesian control scheme is developed, which compensates for actuator and system nonlinearities in order to achieve high bandwidths. The active gravity compensation adjusts the air gap between permanent magnets and armature to the required gravity compensation force. This helps to keep dissipated power and temperature increases in the magnetically levitated drive low (and thus system precision high). To avoid generation of particles in clean room applications, the actuators positioning the permanent magnets are solely based on solid state effects: Thermal shape memory alloys (SMA) actively generate motion, while passive magnetic shape memory (MSM) alloy elements realize a multi-stable behavior based on their internal twinning force. The resulting actuator is compact, energy efficient and abrasion-free. The implementation of the gravity compensation in the levitated linear drive is verified and the functionality of the system is demonstrated in experiments.

**Published:** IEEE/ASME Transactions on Mechatronics

<https://ieeexplore.ieee.org/document/9177335>

**Date of Publication:** 25 Aug. 2020

**DOI:** [10.1109/TMECH.2020.3019369](https://doi.org/10.1109/TMECH.2020.3019369)

**Print ISBN:** 1083-4435

**Electronic ISSN:** 1941-014X

**Authors:** Markus Raab, Marco Hutter, Arif Kazi, Wolfgang Schinköthe, Bernd Gundelsweiler