

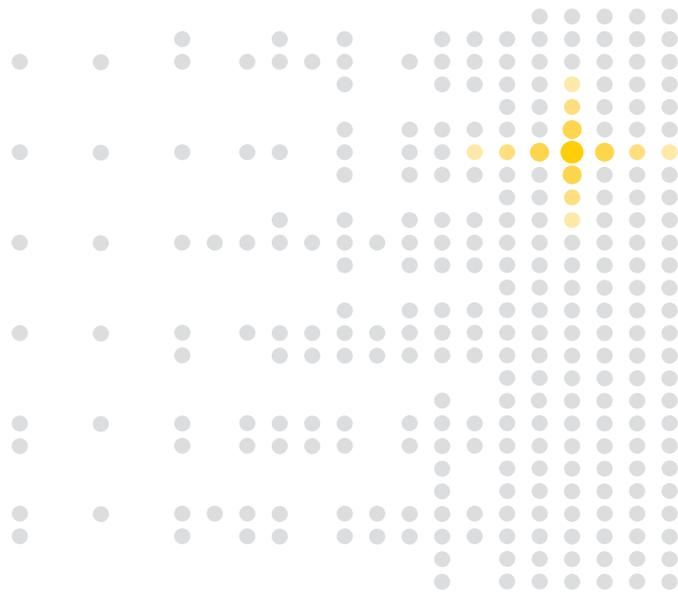
**h\_da**

HOCHSCHULE DARMSTADT  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

**ikd**

INSTITUT FÜR  
KUNSTSTOFFTECHNIK DARMSTADT

# Jahresbericht 2022



**ikd**

**Darmstädter Beiträge  
zur Forschung und Entwicklung  
in der Kunststofftechnik**

**Impressum**

Herausgeber: Institut für Kunststofftechnik Darmstadt

Redaktion B.Eng. Laura Gollan

Fotonachweis: ikd, wenn nicht anders vermerkt

Anschrift: Schöfferstrasse 3, 64295 Darmstadt

Internet: <http://ikd.h-da.de>

---

---

## Inhalt

Impressum .....	I
Inhalt .....	II
1 Institut für Kunststofftechnik ikd .....	1
Organisationsstruktur und Kompetenzen .....	3
2 Leistungen und Ergebnisse im Bildungsprozess.....	6
2.1 Bachelor Arbeiten im SS2022 und im WS2022/23.....	7
2.2 Master-Arbeiten im SS2022 und im WS2022/23.....	10
2.3 Dissertation René Helker.....	13
2.4 Promotionsthema von Ivan Kibet.....	15
3 Institutsbeirat, Sitzung am 26.04.2022.....	17
4 Wissenschaftliches Leben, Messebeteiligungen, Öffentlichkeitsarbeit..	18
4.1 Formnext 2022, Frankfurt .....	18
4.2 Mädchen erobern die Welt der Kunststofftechnik am Girls Day 2022	20
4.3 Maschinenspende der Firma innovatiQ .....	24
4.4 Neue Bücher aus dem Institut für Kunststofftechnik Darmstadt ikd .	25
4.5 Exkursion zur SIMONA AG .....	28
4.6 Social Media Reichweite .....	29
4.7 Videos auf Echtplastik.de .....	30
4.8 Weiteres.....	31
5 Neue Forschungsprojekte.....	32
5.1 Charakterisierung und Spezifikation des Dosierverhaltens von mineralischen Füllstoffen in Kunststoffcompounds (DOSISPEC) .....	32
5.2 EXIST-Forschungstransfervorhaben FLIPoQ.....	35
5.3 Aligner-Fertigung.....	38
5.4 FutureMould – Entwicklung einer Prescriptive Maintenance für Werkzeuge und Heißkanäle des Kunststoffspritzgießens .....	40

---

---

5.5 Digitale Rezeptentwicklung einer neuen energie- und kosteneffizienten Verbindungstechnologie von Kunststoffen ohne Plasma-Verfahren .....	41
6 Abgeschlossenes Forschungsprojekt.....	46
6.1 Tempern und Schweißen von PMMA mit HF-Technologie .....	46
7 Veröffentlichungen .....	51
8 Arbeitskreise am ikd .....	52
8.1 Arbeitskreis für Werkstoffprüfung AWP .....	52
8.2 Arbeitskreis für EDV-Anwendungen in der Kunststofftechnik AEK.....	54
9 Technische Ausstattung .....	55

---

# 1 Institut für Kunststofftechnik ikd

## Vorwort

Die Dekarbonisierung und Defossilisierung sind zurzeit die bestimmenden Faktoren der Transformation in der Kunststoffindustrie. Der CO<sub>2</sub>-Footprint und die Energiebilanz von Kunststoff-Produkten entwickelten sich zu den entscheidenden Fragen. Trotz Energieengpässen, hohen Energiekosten und vielen Unsicherheiten in der Industrie konnten 22 Bachelor- und 29 Masterstudenten erfolgreich ihr Studium abschließen. Mein Dank an die betreuenden Firmen, die Institute, die Betreuer in den Firmen, die betreuenden Professoren und die Studenten selbst.

Die Anzahl der 1. Semester Bachelor-Kunststofftechnik ist im Wintersemester 2021/22 und Sommersemester 2022 leicht angestiegen, so dass wir hoffentlich von einem positiven Trend für die kommenden Jahren sprechen können. Die Anzahl der Erstsemester ist aber leider im Vergleich zu 2017, als der Höchststand, der letzten 20 Jahre erreicht war, noch weit entfernt. Auch die Kunststoff-Industrie erkennt die Probleme der fehlenden Fachkräfte, ein Gemeinschaftsprojekt des Fachverbandes des Kunststoff-Maschinenbaus und der VDMA-Abteilung Bildung soll helfen die Branche für junge Menschen attraktiver zu machen. Eine Idee z.B. durch gute Vorbilder über alle Ebenen des Unternehmens und durch Netzwerke mehr Frauen für die Kunststoffindustrie zu gewinnen.

In 2022 konnte die Anzahl von Forschungsprojekten vergleichbar mit dem Jahr 2021 leider nicht erreicht werden. Dies liegt zum einen auch daran, dass Projekte nicht mehr betreut werden können, da wissenschaftliche Mitarbeiter, bedingt durch die geringen Anfängerzahlen, fehlen.

Das Institut für Kunststofftechnik Darmstadt (ikd) beschäftigt sich seit geraumer Zeit um die Bereiche Nachhaltigkeit und Recycling, es werden seit dem Wintersemester 2021/22 erstmals Vorlesungen im Bereich der Nachhaltigkeit von Kunststoffen angeboten, daneben fand auch erstmals die Vorlesung Generative Fertigungsverfahren im Bachelorstudiengang statt. Wir gehen davon aus, dass wir damit das Studium für junge Menschen attraktiver gestalten

---

können, zudem besteht auch die Möglichkeit bestehen Vorlesungen aus dem Bereich Life Cycle Analysis (LCA) an der Hochschule zu besuchen.

Insgesamt kann für das Jahr 2022 eine gute Bilanz gezogen werden. Dies ist den Studenten, den Mitarbeitern, den wissenschaftlichen Mitarbeitern und Professoren des Instituts zu verdanken. Hierfür möchte ich mich bei allen bedanken.

Der Dank gilt auch allen Unternehmen, Einrichtungen, Projektträgern und den Fördermittelgebern, dem Institutsbeirat, sowie der Hochschule Darmstadt.

Prof. Dr.-Ing. Roger Weinlein

Institutsleiter

---

---

## Organisationsstruktur und Kompetenzen

### Institutsleiter

Prof. Dr.-Ing. Roger Weinlein

### Stellvertretender Institutsleiter

Prof. Dr.-Ing. Martin Müller-Roosen

### Professoren

Dr.-Ing. A. Büter	Funktionsintegrierter Leichtbau
Dr. rer. nat. T. Burkhart	Kunststoffchemie, Reactive Processing, Elastomertechnik
Dr.-Ing. K. Faust	Technische Logistik
Dr.-Ing. B. Gesenhues	Kunststofftechnik
Dr.-Ing. A. Hundhausen	Prozesstechnik in der Kunststofftechnik
Dr.-Ing. J. Kiesbauer	Mechatronische Systeme im Maschinenbau, Automatisierungstechnik, Regelungstechnik, Fluidmechanik
Dr. rer. nat. B. May	Automatisierungstechnik, Antriebstechnik
Dr.-Ing. M. Moneke	Werkstofftechnik der Kunststoffe, Qualitätsmanagement
Dr.-Ing. M. Müller-Roosen	Kunststofftechnik
Dr.-Ing. T. Schröder	Kunststoffverarbeitung
Dr.-Ing. R. Weinlein	Kunststoff-Maschinenbau

---



**Wissenschaftliche Mitarbeiter in Forschungsprojekten**

Dr.-Ing. J. Butzke

M.Eng. P. Ditjo

M.Eng. C. Freiburger

B.Eng. M. Hammermeister

M.Eng. R. Helker

M.Eng. H. Hofmann

Y. Keil

Dr. Kibet

M. Klumpp

Dr.-Ing. A. Knieper

B.Eng. C. Ladner

B.Eng. K. Malek

B.Eng. M. Mischlich

M.Sc. Linda Phetsananh

B.Eng. B. Schefczik

B.Eng. M. Schneider

M.Eng. P. Seeger

B.Eng. M. Teich

B.Eng. D. Vesper

---

## 2 Leistungen und Ergebnisse im Bildungsprozess

Der Studiengang Kunststofftechnik an der Hochschule Darmstadt arbeitet eng mit der Industrie zusammen, um den Studierenden einen soliden praxisgerechten Ausbildungsweg anbieten zu können. Im Vordergrund steht dabei nicht ein spezielles abrufbares Faktenwissen, sondern die gleichrangige Vermittlung von Sach-, Methoden- und Sozialkompetenz.

Von einer Ingenieurin oder einem Ingenieur wird die Fähigkeit erwartet, komplexe technische Fragestellungen zu verstehen, zu bearbeiten und zu lösen. Vor diesem Hintergrund werden Studierende des Bachelor-Studiengangs Kunststofftechnik dazu befähigt, zielgerichtete und ergebnisorientierte Lösungen zu generieren. Um dies zu erreichen, sind die Lernziele des Studiengangs eng verknüpft mit der

- Konzeption aktueller Verfahren der Kunststofftechnik und deren Umsetzung
- Weiterentwicklung von Werkstoffen und Werkstoffprüfung
- Gestaltung und Realisierung von Anlagen zur Verarbeitung von Kunststoffen
- Organisation von Abläufen in Entwicklung und Produktion

Die Absolventinnen und Absolventen des Studiengangs können nach Abschluss des Studiums in vielfältigen Einsatzgebieten tätig werden. Neben Aufgabengebieten in der technischen Sachbearbeitung sind hier Projekt- und Abteilungsleitungen in der kunststoffverarbeitenden Industrie denkbar. Der Abschluss des Studienganges Kunststofftechnik bietet auch die Möglichkeit, in anderen Sparten des Maschinenbaus zu arbeiten.

Diese Vielfältigkeit spiegelt sich auch in den im Jahr 2022 abgeschlossenen Abschlussarbeiten wider. 22 Absolventinnen und Absolventen konnten ihr Studium erfolgreich mit dem Titel *Bachelor of Engineering* beenden.

---

## 2.1 Bachelor Arbeiten im SS2022 und im WS2022/23

1	Schneidtechniken für beschichtete Kunststoffbauteile - Eine Machbarkeitsstudie zur Untersuchung einer kostengünstigen Alternative zum Mikrotom	Steffen Caps	Prof. Dr. Martin Moneke
2	Betrachtung des Einflusses von Recyclingkreisläufen von PMMA, PC und ABS auf den Energieverbrauch des Gesamtprozesses und der Prozesskomponenten	Sebastian Degenhard	Prof. Dr. Thomas Schröder
3	Untersuchung der Unterschiede einer Simulation zu einem Spritzgussprozess anhand des Stapelkästchens	Massud Faiz	Prof. Dr. Thomas Schröder
4	Einflüsse von In-Mold Labeling Etiketten auf den Verzug von Spritzgussteilen basierend auf der Lunchbox Pascal S	Tom Fesel	Prof. Dr. Jürgen Wieser
5	Untersuchung der Schwindung und des Verzugs spritzgegossener Schäferkästchen mittels eines optischen Koordinatenmesssystems	Sinan Karakas	Prof. Dr. Thomas Schröder
6	Auswertung und Optimierung eines Prüfgerätes für Duroplaste	Jan Keller	Prof. Dr. Thomas Schröder
7	Mechanisch-technologische Vergleichsprüfungen an Wäschereibügeln	Marcus Kittel	Prof. Dr. Thomas Burkhart
8	Evaluierung und Validierung geeigneter Rezeptvarianten für die Spritzgussfertigung von Gleitlagern zur Verwendung in einer Spülmaschinenpumpe	Pia Lenz	Prof. Dr. Roger Weinlein
9	Untersuchung des Einflusses von verschiedenen Temperaturen auf die Steifigkeit und Zähigkeit von nicht eingefärbtem und eingefärbtem Polyoxymethylen (POM)	Katharina Malek	Prof. Dr. Martin Moneke
10	Prozessseitige Einflussanalyse und Optimierung des Wickelpro-	Sebastian Mirsch	Prof. Dr. Roger Weinlein

	zesses von Elastomer-Halbzeugen in der Hochleistungsreifenherstellung		
11	Kunststoffgerechte Auslegung von tribologischen Prüfkörpern aus Polyacetate und Konstruktion des Spritzgießwerkzeugs für den Einsatz in einem Metall/ Metall Tribo-Prüfstand	Hassan Mohamed	Prof. Dr. Karsten Faust
12	AdCap One - Untersuchung von verschiedener Verschlussalternativen zur Herstellung einer Trockenmittelkapsel vollständig aus PE	Uwe Maximilian Raupbach	Prof. Dr. Jürgen Wieser
13	PP/ PA 2-K Spritzguss: Prüfen der Grenzflächenqualität	Florian Röhr	Prof. Dr. Roger Weinlein
14	Untersuchungen zum mechanischen Recycling von PMMA mit dem Vergleich der physikalischen Eigenschaften zu ABS und PC	Max Schiele	Prof. Dr. Thomas Schröder
15	Optimierung des Herstellungsprozesses orangener 5ml Kolbenstangen für medizinische Einmalspritzen	Christian Wischnath	Prof. Dr. Thomas Schröder
16	Entwicklung/Konstruktion eines Aufstelltdachs für einen Kastenwagen	Zahir Aziz	Prof. Dr. Roger Weinlein
17	Auslegung des Versuchswerkzeug und Sensorik für LSR-Bauteil	Mirna Adhi Fitriani	Prof. Dr. Thomas Schröder
18	Sensorisches Erfassen von Brennern im Spritzgussprozess	Berkan Ipek	Prof. Dr. Thomas Schröder
19	Entwicklung eines glasfasergefüllten Polyamides für die Direktcompoundierung eines Trägerbauteils für die Automobilindustrie	Peter Kircher	Prof. Dr. Roger Weinlein
20	Eigenschaftsbeeinflussung von ABS-Substraten im Hinblick auf easy-to-clean-Eigenschaften für den Lackiermodulbau	Johann Mastel	Dr. Max von der Thüsen
21	Untersuchung der Produkteigenschaften in Abhängigkeit von den	Felix Rehm	Prof. Dr. Martin Müller-Roosen

---

	Prozessparametern bei der Herstellung von einseitig mit Textil kaschieren Polypropylentafeln		
22	Serienbegleitende Anwendung von Computertomographie zur Qualitätsüberwachung in der Spritzgießfertigung	Torben Werner	Prof. Dr. Bernhard May

---

## 2.2 Master-Arbeiten im SS2022 und im WS2022/23

Um die ingenieurwissenschaftlichen und wissenschaftstheoretischen Anteile zu vertiefen, bietet die Hochschule Darmstadt den Masterstudiengang Kunststofftechnik an. Das übergeordnete Ziel dieses Studiengangs ist es, Persönlichkeiten hervorzubringen, deren Kompetenz im Bereich der Forschungs- und Entwicklungstätigkeit sowie im Management von Prozessen und Produkten liegt. Die Studierenden sollen eine führende Rolle im effizienten Einsatz und der Weiterentwicklung der vorhandenen Technologien übernehmen. Erfolgreich schlossen hier 29 Master-Absolventinnen und -Absolventen ab.

1	Evaluierung von PA12 als Rohstoff für Personal Care Filamente	Pascal Berg	Prof. Dr. Martin Müller-Roosen
2	Untersuchungen zum mechanischen Recycling von PMMA mit Erfassung des CO <sub>2</sub> -Fußabdrucks im Vergleich zu ABS und PC	Mohamed El Ouarroudi	Prof. Dr. Thomas Schröder
3	Ermittlung des Einflusses dynamischer Werkzeugtemperierung auf die Eigenschaften dick- und dünnwandiger Spritzgießteile	Ava Esmaeilzadeh	Prof. Dr. Thomas Schröder
4	Qualifizierung der Einsatzmöglichkeit von 3D-gedruckten Kunststoffkavitäten in der Partikelschaumverarbeitung	Elena Genter	Prof. Dr. Albrecht Hundhausen
5	Mischungsentwicklung für den 3D-Druck von Elastomeren auf Basis von Latex	Andreas Grimm	Prof. Dr. Roger Weinlein
6	Einfluss von Eisenoxiden auf die Eigenschaften von Elastomeren aus Naturkautschuk mit dem Ziel der induktiven Vernetzung	Jonas Haun	Prof. Dr. Thomas Burkhart
7	Integration eines Infrarot-Absorbers in Polymethylmethacrylat	Marian Heller	Prof. Dr. Thomas Burkhart
8	Konzeption und Aufbau einer innovativen Filament-Extrusion bei der Frank-Gruppe	Halit Ozan Kilic	Prof. Dr. Roger Weinlein
9	Automatisierung in der Auswertung von Verklebungsprüfungen	Kevin Kupka	Prof. Dr. Bernhard May

---

10	Entwicklung einer Methodik zur automatisierten Analyse der Prozessstabilität des Spritzgießverfahrens	Benedikt Milkereit	Prof. Dr. Thomas Schröder
11	Mechanische Charakterisierung von Elastomer Werkstoffen	Hendry Cliff Ongkie	Prof. Dr. Andreas Büter
12	Entwicklung und Validierung einer Direktextrusionslinie zur Fasereinarbeitung auf dem Planetwalzenextruder	Srijana Paneru	Prof. Dr. Roger Weinlein
13	Simulation zur Balancierung verschiedener Kavitäten eines Mehrkavitätenwerkzeugs durch Veränderung der Heißkanaldüsentemperaturen und Vergleich mit dem realen Spritzgießprozess	Bastian Paulsen	Prof. Dr. Thomas Schröder
14	Einfluss von Regrind auf die Leistungsfähigkeit von technischen Thermoplasten und seine Auswirkung auf die Nachhaltigkeit und das zugehörige Treibhauspotential	Linda Phetsananh	Prof. Dr. Roger Weinlein
15	Optimierung von Tracheostomikanülen - Verstärkung von weichen Trachealkanülenrohren durch Kunststoffarmierung zur Erreichung eines MRT-sicheren Produktes	Omed Said	Prof. Dr. Jürgen Wieser
16	Methodenentwicklung und -optimierung eines beschleunigten Punktlastversuchs für PE-Rohre	Rudolf Schnarr	Prof. Dr. Andreas Büter
17	Statistische Modellierung der Plastifizierphase beim Spritzgießen	Johannes Schönberger	Prof. Dr. Thomas Schröder
18	Entwicklung einer nachhaltigen Verbundfolie für Zeitschriftensachets	Sophie Yu	Prof. Dr. Martin Müller-Roosen
19	Qualitative Analyse von pneumatisch und linearmechanisch gesteuerten Handabrieb-Prüfgeräten an innovativen KFZ-Interieurwerkstoffen	Kevin Christopher Baier	Dr. Max von der Thüsen
20	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung einer Mehrschichtfilmdüse mit dem	Jessica Brückner	Prof. Dr. Martin Müller-Roosen

---

---

Ziel der Randstreifenoptimierung			
21	Untersuchung der Wasserdampfpermeation geschäumter und beschichteter Brausetablettenröhren	Viviana Cusin	Prof. Dr. Thomas Schröder
22	Interaktive Managementsysteme - Reifegradbestimmung und Entwicklung von Methoden zur Erhöhung des Reifegrads	Yvonne Keil	Prof. Dr. Martin Moneke
23	Additive Fertigung von großvolumigen Bauteilen aus Polyharnstoff	Christian Ladner	Prof. Dr. Roger Weinlein
24	Validierung und Optimierung der Verzugsvorhersage aus der Spritzgussimulation	Benno Meffert	Prof. Dr. Thomas Schröder
25	Materialcharakterisierung und Auslegung eines Compoundierprozesses für flachfaserverstärktes Polypropylen aus Stanzabfällen	Hanne Pachl	Prof. Dr. Jürgen Wieser
26	Bestimmung und Optimierung der kinetischen Einflussgrößen auf das Vernetzungsverhalten von Liquid Silicone Rubber (LSR) für den Spritzgussprozess	Markus Schneider	Prof. Dr. Thomas Schröder
27	Einflussanalyse von Rohmaterial-, Prozess- und Werkzeugeigenschaften auf die energetische Input-/Outputbilanz bei der Partikelschaumverarbeitung	Simon Stöckel	Prof. Dr. Albrecht Hundhausen
28	Entwicklung der NMR als Referenzverfahren für Additivanalytik von Polyolefinen	Gleb Vasyagin	Prof. Dr. Thomas Burkhart
29	Geeignete Materialmodellierung von PU-Elastomeren für den Vergleich der statischen Belastbarkeit von Elastomer-Elementen innerhalb einer Kupplung	Naghmeh Zarei	Prof. Dr. Romana Piat

---

## 2.3 Dissertation René Helker

**Titel:** "Struktur- und lastoptimierte 3D-Materialextusion mittels Multi-Axial-Robotik zur direkten Additiven Fertigung" - **M.Eng. René Helker**

Die Dissertation fand als kooperative Dissertation von TU Berlin und Hochschule Darmstadt statt. Betreuende Professoren waren Prof. Dr.-Ing. Dietmar Auhl und Prof. Dr.-Ing. Roger Weinlein. Tag der wissenschaftlichen Aussprache war der 09.12.2022 an der TU Berlin.

Die konventionelle Additive Fertigung mit thermoplastischen Kunststoffdrähten, näher bezeichnet als die Materialextusion bzw. das Fused Deposition Modeling Verfahren ist im aktuellen Entwicklungsstand in der Fertigung eingeschränkt.

Die Fertigungsdüse zeigt mit einer gleichbleibenden Ausrichtung zur Bauplattform und fertigt das Bauteil Schicht für Schicht. Durch diesen Schichtaufbau entstehen inhomogene Mesostrukturen im Bauteil welche zu anisotropem Bauteilverhalten führen. Hierdurch entstehen ungewünschte Schwachstellen im Bauteil, je nach Lage und Orientierung im Bauraum.

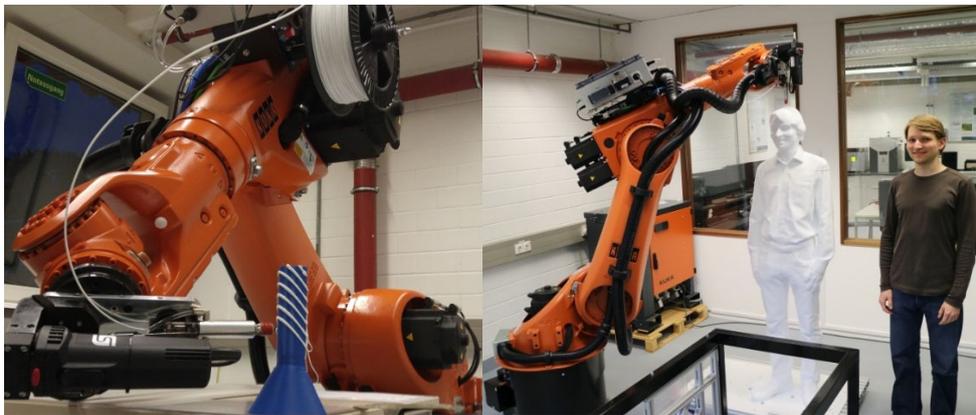
In der Dissertation wurde ein neuer Maschinenaufbau und Fertigungsprozess entwickelt. Dieser besteht aus einem Sechssachs-Roboter, der durch seine zusätzlichen Achsen sechs Freiheitsgrade hat. Hierdurch können Materialstränge dreidimensional im Bauraum ausgetragen werden. Zusätzlich wurde eine neue Strangablagestrategie entwickelt, die in einer Software integriert wurde. Kollisionen können simuliert und die finalen Bewegungen werden als nativer Robotercode ausgegeben werden. Dem Roboter stehen zwei Werkzeuge zur Verfügung, eine additive Einheit und ein Fräser. Die Werkzeuge können im Prozess gewechselt werden. Im Prozess wird zuerst ein Bauteilbereich additiv aufgebaut. Im zweiten Schritt wird die Endkontur subtraktiv nachbearbeitet um Oberflächenrauheiten zu reduzieren und ebenere Oberflächen zu erzeugen.

Der additive Prozess wurde in Bezug auf Druck, Temperatur, und Zeit genauer untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass die Kombination aus neuer Strangablagestrategie und Roboterfertigung, zur Reduktion von Kerben der inneren

---

und äußeren Bauteilstruktur führen. Mechanische Untersuchungen mittels Vierpunkt-Biegeprüfung zeigen eine Steigerung der mechanischen Eigenschaften durch eine lastangepasste Strangablage im dreidimensionalen Bau- raum. Durch erhöhten Fügedruck werden Biegefestigkeiten zwischen den Strängen von 40 auf 75 MPa verbessert. Stehende Prüfkörper aus der konventionellen additiven Fertigung erreichen 20 MPa. Diese können im Roboterprozess durch Werkzeugumorientierung und Strangablagen entlang der Hoch- achse ersetzt werden. Eine solche Werkzeugumorientierung ist in folgender Abbildung (a) dargestellt. Somit verbessern sich die Biegeeigenschaften auf 100 MPa. Weitere Untersuchungen an unterschiedlich räumlich orientierten Prüfkörpern im dreidimensionalen Raum zeigen gleichbleibende Biegeeigen- schaften. Eine lastangepasste Fertigung mit gleichbleibenden Eigenschaften wird somit auf den gesamten dreidimensionalen Bauraum ermöglicht.

Die aus dieser Arbeit gewonnenen Erkenntnisse wurden auf Bauteile mit kom- plexen Geometrien, wie zum Beispiel gekrümmte Oberflächen übertragen und erfolgreich gefertigt, siehe folgende Abbildungen.



*Abb.: (a, links) additive gefertigtes Rohr mit seitlich überlagerten Strängen;  
(b, rechts) additiv gefertigte Figur*

## 2.4 Promotionsthema von Ivan Kibet

**Titel:** "Entwicklung von Methoden zur Charakterisierung des Dosier- und Förderverhaltens von Sekundärkunststoffen zur Auslegung von Recyclingprozessen" - **M.Sc. Ivan Kibet**

Kunststoffe stehen unter dem Aspekt einer Kreislaufwirtschaft sehr stark in der Kritik und sind andererseits für die Erreichung der Klimaziele und für eine moderne Hochtechnologiegesellschaft unverzichtbar. Das werkstoffliche Recycling, also der Wiedereinsatz von bereits genutzten Kunststoffen in hochwertigen Anwendungen ist daher dringend zu forcieren. Ein wesentlicher Baustein dazu sind stabile Aufbereitungsprozesse mit einem zuverlässigen und vorausberechenbaren Förder- und Einzugsverhalten der Sekundärrohstoffe in den Aufbereitungsmaschinen. Die Sekundärrohstoffe liegen aber nach der Trennung, Sortierung und Säuberung in Form von ungleichmäßig geformten Partikeln, wie z.B. Mahlgut, Flakes oder Faseragglomeraten vor, die sehr schwierig zu fördern und zu dosieren sind und sich einer herkömmlichen theoretischen Betrachtung ihres Fließverhaltens und den dazugehörigen Auslegungsrechnungen entziehen. Dadurch können diese Prozessschritte nur durch Trial-and-Error-Methoden weiterentwickelt werden, was zu suboptimal ausgelegten Anlagen, häufigen Prozessstörungen und langwierigen Prozessentwicklungen führt. Aufbauend auf einzelnen spezifischen Erfahrungen aus Praxisprojekten soll das Fließ- und Förderverhalten von typischen Sekundärrohstoffen (Mahlgut, Flakes, Fasern) systematisch untersucht werden. Insbesondere die Agglomeration und der Luftgehalt solcher Schüttgüter sollen als Einflussparameter gezielt untersucht werden. Dazu sollen einerseits kommerziell erhältliche Charakterisierungsmethoden eingesetzt werden, andererseits ist damit zu rechnen, dass es hierzu auch Eigenentwicklungen bzw. Weiterentwicklungen heutiger Prüfverfahren bedarf. Es sollen numerische Modelle entwickelt werden, mit denen das Fließverhalten solcher Schüttgüter beschrieben werden kann. Diese Modelle sind an Praxisbeispielen zu verifizieren. Eine beispielhafte Umsetzung in reale Prozesse wird als Transfermaßnahme angestrebt. Ziel ist es, die Auslegung von Aufbereitungs- bzw. Compoundierlinien für Sekundärrohstoffe durch geeignete theoretische Modelle zu professionalisieren.

---

Herr Ivan Kibet ist Alumni des IKD. Nach seinem Studium arbeitete er als Kunststoffingenieur für einen namenhaften Rohstoffhersteller sowie für einen Systemlieferant der Automobilindustrie. Nach der erfolgreichen Beantragung einer Qualifizierungsstelle durch Herrn Prof. J. Wieser kehrte Herr Kibet im Wintersemester 2022 für seine Promotion zurück zum IKD. Er forscht in der Forschungsgruppe von Prof. Wieser zu den Themen Produktentwicklung, Schüttgutcharakterisierung und Recyclingtechnologie. Herr Kibet ist ebenfalls Doktorand am Promotionszentrum Nachhaltigkeitswissenschaften der Graduiertenschule Darmstadt. Das Promotionsvorhaben wird von Prof. Florian van de Loo, Prof. Thomas Döring (FBGW) und Prof. Romana Piat (FBMN) begleitet.

---

### 3 Institutsbeirat, Sitzung am 26.04.2022

Teilnehmer: Frau Thomas, Herren Groothues Dr., Bluhm Dr., Baldassi Dr., Hüsken Dr., Ladner (zeitweise), Bensing (zeitweise), Weinlein Prof.

- Vortrag von Frau Thomas zu den Marketingaktivitäten des IKD. Es wurden drei Kurzvideos gezeigt mit denen der Fachbereich MK um Studenten wirbt. Herr Dr. Baldassi nennt auch die Technischen Gymnasien in Baden-Württemberg als mögliche Ziele der Werbung, da das IKD bisher nur Berufsschulen verstärkt angesprochen hatte.
  - Frau Thomas informierte den Beirat zu den Aktivitäten des FB MK für den Odenwaldkreis einen dualen Studiengang Kunststofftechnik zu entwickeln.
  - Vorträge von Herrn Ladner und Herrn Bensing, wissenschaftliche Mitarbeiter, zu zwei Forschungsprojekten, die am IKD aktuell laufen.
  - Prof. Weinlein gibt die Information weiter, dass im aktuellen Sommersemester 18 Erstsemester eingeschrieben sind. Zurzeit finden im 3. Semester keine Vorlesungen statt, da es in dem Semester keine Studenten gibt.
  - Prof. Weinlein stellt die aktuellen Ergebnisse der Studiengangskommission Kunststofftechnik vor. Es ist geplant mit dem Wintersemester 2025/26 den Studiengang mit neuen Lehrinhalten zu starten. Die Mitglieder des Beirats finden es gut, dass es eine zweisemestrige Eingangsphase geben soll, indem Maschinenbau- und Kunststofftechnikstudenten gemeinsam die Vorlesungen belegen und erst ab dem 3. Semester die Spezialisierung startet. Auch neue Lehrinhalte wie Recycling, Nachhaltigkeit, Biopolymere werden sehr positiv gesehen. Themen wie Ecodesign und CO<sub>2</sub>-Footprint wurden von den Mitgliedern des Beirats als weitere neue Themen aus der Industrie genannt.
  - Alle Vorlesungen und Übungen finden im Sommersemester 2022 wieder präsent statt.
  - Dekanatswahlen: Es haben sich Prof. Brita Pyttel und Prof. Jörg Kiesbauer auf die Stelle beworben. Die Wahlen finden Ende Mai statt, die Arbeit des Dekans/in startet im Wintersemester 2022/23.
-

## 4 Wissenschaftliches Leben, Messebeteiligungen, Öffentlichkeitsarbeit

### 4.1 Formnext 2022, Frankfurt



*Abb.: Messestand ikd*

Formnext 2022, 15. – 19.11.2022, Messe-Frankfurt

Die Formnext ist eine der größten internationalen Messe für Additive Fertigung und industriellen 3D-Druck.

Umso wichtiger ist es, dass der Fachbereich sich hier mit seinen Studienangebot und aktuellsten Forschungsprojekten präsentiert.

Passend zu diesem Thema hat die Gruppe unseres Rapidprototyping-Labors ihre Expertise in Form von unterschiedlichen Bauteilen und laufenden Druckern ausgestellt. Darunter war ein 3D-Drucker mit Förderband und mehrere großvolumige Bauteile die mittels eines 6-Achs-Roboters mit Granulat-Extruder gedruckt wurden, die auf der Messe als Alleinstellungsmerkmal positiv auffielen.

Da der Fachbereich Kunststofftechnik nicht nur aus der Additiven Fertigung besteht, wurden ebenfalls die anderen Bereiche, darunter Spritzgießen, Extrusion und Werkstoffkunde mit in das Standkonzept eingebunden.

Viele interessante Gespräche wurden geführt. Darunter entstanden Kontakte zu Schülerinnen und Schülern sowie Studierende von anderen Hochschulen die an einer Weiterbildung am Fachbereich interessiert waren. Ihnen wurde ebenfalls erläutert wie vielschichtig ein Studium in der Kunststofftechnik ist.

Ebenfalls kam es zu intensivem Austausch mit Firmen, die Interesse an Kooperationen und eventuellen Forschungsprojekten äußerten.

Wir bedanken uns bei allen Beteiligten für den tollen Messeauftritt und freuen uns auf die nächste Formnext im kommenden Jahr.

---

## 4.2 Mädchen erobern die Welt der Kunststofftechnik am Girls Day 2022

Am 28.4.2022 öffnete der Fachbereich Maschinenbau und Kunststofftechnik dem Girls Day 2022 seine Türen, um acht jungen Mädchen einen Einblick in die spannende Welt der Kunststofftechnik zu gewähren. Der Girls' Day, der jedes Jahr stattfindet, hat das Ziel, Mädchen für technische und naturwissenschaftliche Berufe zu begeistern und ihnen Karrieremöglichkeiten in diesen Bereichen aufzuzeigen.

Im Bereich Kunststofftechnik wurden den Teilnehmerinnen verschiedene interessante Aktivitäten geboten, um ihnen die Vielfalt und das Potential dieses Fachgebiets näherzubringen.

Eine der Hauptattraktionen war das Spritzgießen. Unter Anleitung von Bardo Palmberg konnten sie den gesamten Ablauf vom Einspritzen des Kunststoffs bis hin zur Entnahme des fertigen Teils verfolgen.



*Abb.: Girls' Day Spritzgießen*

Ein weiterer Schwerpunkt des Girls' Day war das Rapid-Prototyping. Dennis Vesper stellte den Mädchen die Verfahren und Formteile vor. Danach konnten die Mädchen selber eigene Entwürfe realisieren und so ihre kreativen Ideen zum Leben erwecken.



*Abb.: Girls' Day Rapid Prototyping*

Das Tiefziehen war ebenfalls Teil des Programms. Die Teilnehmerinnen durften unter Anleitung von Sylke Warkehr, Lea Walther und Barbara Damberg dabei die verschiedenen Schritte des Tiefziehprozesses kennenlernen und selbst ein einfaches Kunststoffteil herstellen, welches sie anschließend in den gewünschten Farben beflockten.



*Abb.: Girls' Day Tiefziehen*

Eine weitere interessante Station, war die Folienextrusion. Die Mädchen starteten mit Unterstützung von Sylke Warkehr und Georg Köhler das Verfahren. Dazu bekamen die Mädchen dicke Handschuhe und sollten damit den aus der Düse austretende Kunststoff in die Höhe ziehen. Etwas skeptisch guckten sie

auf die heiße Schmelze, aber nach wenigen Handgriffen vertrauten sie dann aber doch auf die feuerfesten Handschuhe und packten ordentlich zu.



*Abb.: Girls' Day Folienextrusion*

Bei der Station Umformen konnten die Mädchen Handyhalter selber herstellen. Sandra Schmidt erklärte ihnen das Verfahren und dann ging es für die Mädchen viel einfacher als vorher gedacht.



*Abb.: Girls' Day Umformen*

---

Mit Begeisterung und Engagement nahmen die Mädchen an den verschiedenen Aktivitäten teil. Sie konnten hautnah erleben, wie spannend und vielfältig die Welt der Kunststofftechnik sein kann.

Am Ende der Veranstaltung wurden Fragebögen an die Teilnehmerinnen verteilt, um ihre Erfahrungen und ihr Feedback zu sammeln. Die Bewertungen waren durchweg positiv. Viele Mädchen gaben an, dass sie nun ein tieferes Verständnis für die Kunststofftechnik haben und einige könnten sich sogar vorstellen, in diesem Bereich zu arbeiten.

Die Organisatorin des Girls' Days Barbara Damberg zeigte sich erfreut über das positive Feedback der Teilnehmerinnen. Wie auch in den vorangegangenen Jahren war dieses h\_da Angebot auf der offiziellen Girls Day-Seite als eines der ersten schon ausgebucht.



*Abb.: Girls' Day*

---

### 4.3 Maschinenspende der Firma innovatiQ

Im letzten Jahr wurde dem Labor Generative Fertigung am Fachbereich von der Firma innovatiQ ein großvolumiger 3D-Drucker gespendet. Bei dem 3D-Drucker handelt es sich um das Modell X500. Dieser zeichnet sich durch seinen großen Bauraum (500x400x450 mm), zwei Drückdüsen und hohe Drucktemperaturen (bis 400°C) aus. Der Drucker wird die schon bestehenden Maschinen im Labor Generative Fertigung optimal ergänzen.



*Abb.: innovatiQ Modell X500*

#### **4.4 Neue Bücher aus dem Institut für Kunststofftechnik Darmstadt ikd**

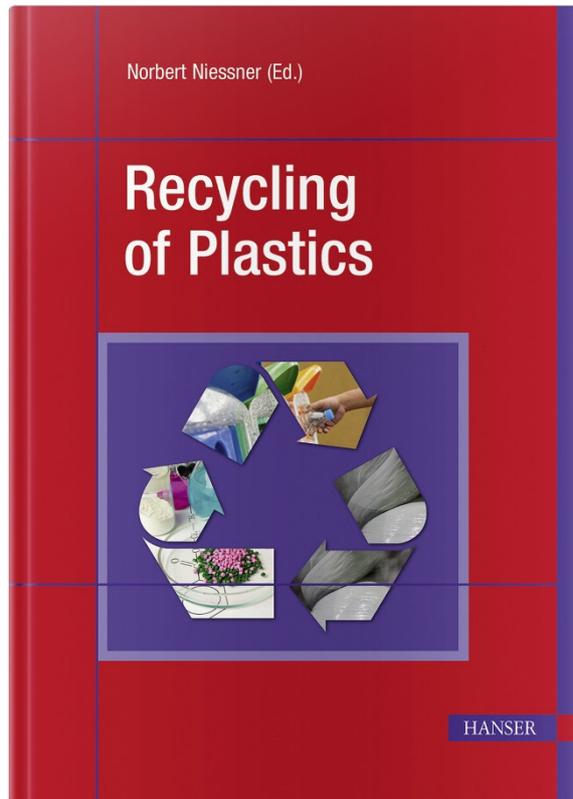
Prof. Dr. Thomas Schröder veröffentlichte im Oktober 2022 sein neues Buch mit dem Titel "Simulation in der Spritzgießtechnik" beim Hanser Verlag.

In der Kunststofftechnik werden zur Auslegung von Kunststoffformteilen und zur Werkzeugauslegung unterschiedliche Computerprogramme eingesetzt. Für die Werkzeugauslegung stehen zum Beispiel Programme wie Cadmould®, Moldex3D®, Moldflow® und Sigmasoft® zur Verfügung. Diese Programme berechnen den Füllvorgang, die Nachdruck- und Abkühlphase des Formteils im Werkzeug. Als Ergebnisse lassen sich z.B. Drücke, Temperaturen, Schergeschwindigkeiten und Schubspannungen darstellen. Auch das Schwindungs- und Verzugsverhalten des Formteils kann vorausgesagt werden. Diese Simulationsergebnisse zu verstehen und zu interpretieren ist nicht trivial, obwohl es sich um farblich schöne Darstellungen mit Zahlenwerten handelt. Hier soll das Buch über die Simulationstechnologie ansetzen. Es erklärt die Grundlagen der FEM, d.h. die verschiedenen Netztypen und den Einfluss der FEM auf die Ergebnisqualität. Weiterhin werden die mathematischen Grundlagen der Berechnung erläutert, um deren Einfluss auf das Ergebnis zu verstehen. Zusätzlich zu diesen Einflussgrößen spielen auch die hinterlegten Materialkarten und die Stoffgesetze eine wesentliche Rolle bei der Ergebnisinterpretation. Neben der thermischen Werkzeugauslegung ermöglichen die Programme auch eine mechanische Werkzeugauslegung. So lässt sich zum Beispiel ein Kernversatz voraussagen. Das Buch soll nicht nur bei der Interpretation der Simulationsergebnisse helfen, sondern auch Unterstützung bei der Lösungsfindung bieten. Abschließend wird auf die sogenannte integrative Simulation eingegangen. Durch die Verbindung der oben genannten Simulationsprogramme mit Programmen wie ANSYS®, ABAQUS® etc., die eine Belastungsberechnung ermöglichen, ist eine Formteilauslegung unter anisotropen Bedingungen möglich. Dazu ist ein sogenanntes Mapping der Ergebnisse über eine Schnittstelle, wie z.B. DIGIMAT®, notwendig. Auch auf dieses Thema wird in dem Buch eingegangen.

---



Prof. Schröder ist zudem Mitautor des im Herbst 2022 erschienenen englischsprachigen Buches *Recycling of Plastics* von Norbert Niessner. Das Buch erschien ebenfalls im Hanser Verlag.



#### 4.5 Exkursion zur SIMONA AG

Im Rahmen des Bachelorkurses Kunststoffverarbeitung - Fertigungsverfahren gab es eine Exkursion zur SIMONA AG. Dort werden unter anderem Kunststoffhalbzeuge, wie Platten, Stäbe und Profile sowie Rohr- und Formteile hergestellt. Zu Beginn gab es einen Firmenüberblick mit Einblick in die Entwicklung von Produkten die sich am Kunden und am Markt orientieren. Durch eine Betriebsführung bot sich den Studierenden ein spannender Einblick in die Bereiche Plattenextrusion (Mehrschichtverfahren, Kaschierung), Profilextrusion (Vollstäbe, Hohlstäbe, RAM-Extrusion) und Mischen (Additive für Farbe, Stabilisierung). Zum Abschluss konnten die Studierenden Fragen beantworten lassen und Feedback geben. Wir freuen uns, dass die Exkursion bei allen Studierenden einen positiven Eindruck hinterlassen hat.



*Abb.: Exkursion SIMONA*

## 4.6 Social Media Reichweite

Die Hochschule Darmstadt rührt fleißig die Werbetrommel für die Kunststofftechnik, auch in Social Media. Dort erfreuen sich die Beiträge über Facebook, Instagram und Co. großer Reichweite.

Auswertung Kunststofftechnik Feb. - Mrz. 2022		Report Period: Feb 4, 2022 - Mar 15, 2022										
Kampagnenname	Name der Anzeigengruppe	Alter	Reichweite	Impressionen	Ergebnistyp	Ausgebener Betrag (EUR)	Kosten pro Ergebnis	Start	Ende	Berichtsstart	Berichtsende	
[28.02.2022] Hervorheben des lokalen Unternehmens „Hochschule Darmstadt“	3D-Druck	All	52977	91867	Reichweite	60,00	1,13			2022-02-04	2022-03-15	
		13-17	18744	66377	Reichweite	40,99	1,21	2022-02-28	2022-03-03	2022-02-04	2022-03-15	
		18-24	16768	21950	Reichweite	16,95	1,01	2022-02-28	2022-03-03	2022-02-04	2022-03-15	
		25-34	2464	3040	Reichweite	2,06	0,84	2022-02-28	2022-03-03	2022-02-04	2022-03-15	
[08.03.2022] Hervorheben des lokalen Unternehmens „Hochschule Darmstadt“	Mehrweg	All	46377	82422	Reichweite	60,00	1,29			2022-03-08	2022-03-15	
		13-17	32961	65551	Reichweite	44,52	1,35	2022-03-08	2022-03-11	2022-02-04	2022-03-15	
		18-24	11848	14945	Reichweite	13,91	1,17	2022-03-08	2022-03-11	2022-02-04	2022-03-15	
		25-34	1568	1926	Reichweite	1,57	1,00	2022-03-08	2022-03-11	2022-02-04	2022-03-15	
[15.02.2022] Hervorheben des lokalen Unternehmens „Hochschule Darmstadt“	Our Mission	All	44652	74634	Reichweite	60,00	1,34			2022-02-15	2022-03-15	
		13-17	30270	57214	Reichweite	43,32	1,43	2022-02-15	2022-02-18	2022-02-04	2022-03-15	
		18-24	12871	15549	Reichweite	14,53	1,13	2022-02-15	2022-02-18	2022-02-04	2022-03-15	
		25-34	1512	1869	Reichweite	2,15	1,42	2022-02-15	2022-02-18	2022-02-04	2022-03-15	
[04.02.2022] Hervorheben des lokalen Unternehmens „Hochschule Darmstadt“	Bio-Becher	All	49616	84034	Reichweite	59,99	1,21			2022-02-04	2022-03-15	
		13-17	32992	63237	Reichweite	42,62	1,31	2022-02-04	2022-02-07	2022-02-04	2022-03-15	
		18-24	14944	18172	Reichweite	15,30	1,02	2022-02-04	2022-02-07	2022-02-04	2022-03-15	
		25-34	2080	2625	Reichweite	2,07	1,00	2022-02-04	2022-02-07	2022-02-04	2022-03-15	

Abb.: Medienreichweite

#### 4.7 Videos auf [Echtplastik.de](http://Echtplastik.de)

Unter der Adresse [www.echtplastik.de](http://www.echtplastik.de) wird eine Informationsseite angeboten, die sich insbesondere an Schüler wendet, die sich mit dem Thema Kunststoffe auseinandersetzen möchten. In zahlreichen Beiträgen wird hier über Kunststoffe in verschiedenen Bereichen aufgeklärt und für das Studium der Kunststofftechnik geworben.

Im Jahr 2022 wurde die Website mit einigen Video-Clips aus unserem Fachbereich erweitert u.a. zu Rapid Prototyping, Spritzgießen und Folienextrusion sowie einem Imagevideo "echtplastik - der Film". Diese Videos wurden zusammen mit Studierenden des Fachbereichs Motion Pictures vom Mediacampus Dieburg erstellt.



Abb.: Imagefilm „echtplastik - der Film“

#### **4.8 Weiteres**

- Seit 2022 ist das Institut für Kunststofftechnik Darmstadt Mitglied bei der AVK - Industrievereinigung Verstärkte Kunststoffe e. V.
  - Seit dem Wintersemester 2022/23 wird der Studiengang Kunststofftechnik Bachelor auch als duales Studiengangsmodell (Duales Studium Hessen) angeboten.
  - Das ikd bietet 3D-Workshops mit verschiedenen Berufsschulen, Fachoberstufen und Oberstufen an.
-

## 5 Neue Forschungsprojekte

### 5.1 Charakterisierung und Spezifikation des Dosierverhaltens von mineralischen Füllstoffen in Kunststoffcompounds (DO-SISPEC)

Prof. Dr. -Ing. Jürgen Wieser, Dr. -Ing. Alexander Knieper, Ivan Kibet, M.Sc.

Kunststoff-Formmassen bestehen aus einem oder mehreren Polymeren sowie verschiedenen Additiven sowie Füll- und Verstärkungsstoffen zur Einstellung der gewünschten Verarbeitungs- und Gebrauchseigenschaften. Dieses Maßschneidern von Materialeigenschaften durch Compoundieren stellt einen wichtigen „Enabler“ für Innovationen dar. Gleichzeitig sind gerade im Bereich des Compoundierens vor allem kleine und mittlere Unternehmen (kmU) tätig, die teils als „Lohncompoundeur“ im Auftrag compoundieren, aber auch häufig innovative eigene Rezepturen von Werkstoffen bzw. Formmassen platzieren und sich damit auch international eine starke Wettbewerbsposition aufgebaut haben. Die Entwicklung von immer spezielleren Funktionswerkstoffen stellt einen nach wie vor ungebrochenen Trend dar und bietet kmU hervorragende Chancen sich Alleinstellungsmerkmale am internationalen Markt zu erarbeiten.

Bei der Herstellung solcher Formmassen sind die verfahrenstechnischen Herausforderungen z.T. erheblich und werden insbesondere von Außenstehenden häufig unterschätzt. Verarbeiter und Dosieranlagenhersteller berichten z.B. von nicht nachvollziehbaren Chargenunterschieden in den Dosiereigenschaften von pulverförmigen mineralischen Füllstoffen trotz (vermeintlich) enger Spezifikation. Einzelne Materialchargen sind gut dosierbar, andere wiederum nicht, ohne dass das Problem vorhersehbar oder dessen Ursachen identifizierbar wären. Erst mit dem Start der Produktion kann festgestellt werden, ob die Charge verarbeitbar ist oder nicht.

Die Aufbereitungstechnik mit dem gleichlaufenden Doppelschneckenextruder hat in den letzten drei Jahrzehnten erhebliche Fortschritte gemacht. Die Produktivität und damit die Durchsätze haben sich innerhalb von 30 Jahren mehr

---

als verfünffacht, wenn man vergleichbare Schneckendurchmesser zu Grunde legt. Höhere Durchsätze bei gleicher Maschinengröße und vergleichbarer Länge der Verfahreseinheit können aber nur durch kürzere Verweilzeiten der Formmasse in der Maschine erreicht werden. Es zeigt sich, dass durch die extremen Anforderungen, die aus den hohen Durchsatzleistungen und den sehr kurzen Verweilzeiten resultieren, Problemstellungen und Effekte auftreten, die von dem bislang bekannten Stand der Forschung und Entwicklung im Bereich der Schüttgutdosierung nur unzureichend erfasst werden. Es gibt offensichtlich einen Einfluss von Abbau, Förderung, Transport und Lagerung von pulverförmigen mineralischen Schüttgütern auf die Dosiereigenschaften, der von Charge zu Charge unterschiedlich ausfallen kann, auch wenn die Grundcharakterisierung der Chargen im Labor identisch ausfällt. Grundlegende Zusammenhänge und Erkenntnisse fehlen, um diese Effekte wirklich verstehen und nachhaltige Lösungen entwickeln zu können.

Ziel des vorliegenden Projektes ist es, die Ursachen von bislang nicht verstandenen Abweichungen im Fließ- und Dosierverhalten von Schüttgütern am Beispiel verschiedener Talkumarten in ihren Kausalzusammenhängen aufzuklären und deren Einfluss auf das Fließverhalten mit geeigneten einfachen, auf physikalischen Grundgesetzen basierten Modellen zu beschreiben. Daraus werden praxistaugliche Prüfmethode und -protokolle für eine zuverlässige Laborcharakterisierung abgeleitet. Damit sollen die in der Praxis auftretenden Unterschiede zwischen verschiedenen Lieferchargen und zwischen verschiedenen Verarbeitungskampagnen identifizierbar und einer Spezifikation zugänglich gemacht werden. Die Übertragbarkeit der Vorgehensweise wird an einem weiteren wichtigen mineralischen Füllstoff oder Additiv verifiziert.

---

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



Industrielle  
Gemeinschaftsforschung



Forschungsnetzwerk  
Mittelstand



Forschungsgesellschaft Kunststoffe e.V.

## 5.2 EXIST-Forschungstransfervorhaben FLIPoQ

Dr.-Ing. Jens Butzke, M.Sc. Christian Ladner, B.Eng. Marius Mischlich, M.Sc. Linda Phetsananh, M.Sc. Birk Schefczik

FLIPoQ ist das erst zweite EXIST-Forschungstransfervorhaben in der Geschichte der Hochschule Darmstadt und weist ein Fördervolumen von knapp 700.000€ auf. Basierend auf einer innovativen und patentierten Weiterentwicklung des meistverbreiteten 3D-Druck-Verfahrens, des Fused Filament Fabrication (FFF) soll im Rahmen des Forschungstransfers eine Ausgründung technisch und wirtschaftlich vorbereitet, und gegen Ende der 18-monatigen Förderphase auch realisiert werden. Die Idee des neuartigen 3D-Druck-Verfahrens kam Dr. Jens Butzke während seiner kooperativen Promotion an der TU Berlin gemeinsam mit Prof. Dr. Roger Weinlein.

Kern des Verfahrens ist die Generierung eines Netzes in einem Rahmen, welches durch die Integration einer Rotationsachse gewendet werden kann. Das Bauteil kann dadurch von zwei Seiten aufgebaut werden. Damit werden gleich zwei der größten Probleme des konventionellen extrusionsbasierten 3D-Drucks gelöst: zum einen werden für komplexe Geometrien mit Freiformflächen keine Stützstrukturen mehr benötigt, wodurch Material und Energie eingespart werden und somit eine höhere Ressourceneffizienz erreicht werden kann. Und zum anderen kann die Materialvielfalt deutlich erweitert werden. Ursächlich hierfür ist die unzureichende Haftung des Materials an der Bauplattform im konventionellen Verfahren, was effektiv dazu führt, dass bis jetzt nur eine geringe Anzahl an Kunststoffen verarbeitet werden können. Da das Netz im Rahmen während der ersten Schicht verankert wird und es aus dem gleichen Material, wie dem Bauteil besteht, wird diese Problematik gelöst. Da jedes Material nun haftet, kann damit eine breite Anzahl an neuen Kunststoffmaterialien für den extrusionsbasierten 3D-Druck verfügbar gemacht werden.

---



*Abb. links: Additive Bauteilfertigung mit innovativer Netzstruktur in 4-Achs-Prototypenanlage*

*Abb. rechts: Das Team von FLIPoQ von links: Dr. Jens Butzke, Christian Ladner, Linda Phetsananh, Marius Mischlich und Birk Schefczik*

Anwendungen ergeben sich in der Automobilindustrie, im Bauwesen, im Maschinenbau und insbesondere in der Medizintechnik, da dort zertifizierte Materialien, wie Polypropylen (PP) oder Polycarbonat (PC) eingesetzt werden, die momentan mit den konventionellen Verfahren nicht verarbeitbar sind.

Das Geschäftsmodell ist in drei Stufen geplant. In einem ersten Schritt soll die Bauteilfertigung als Dienstleistung angeboten werden. Parallel dazu wird der Prozess und die Anlage im Industriemaßstab entwickelt. In einem zweiten Schritt soll die Anlage bei Pilotkunden in einer zertifizierte Produktionsumgebung in Lohnfertigung Bauteile generieren. Im dritten Schritt sollen die final entwickelten und zertifizierten Anlagen in Verkehr gebracht werden.

Das Team von FLIPoQ besteht aus Dr. Jens Butzke als Projektleiter, Christian Ladner im Bereich Einkauf und Finanzen, Marius Mischlich im Bereich Anlagenentwicklung und Software, Birk Schefczik im Bereich Prozessentwicklung und Linda Phetsananh mit dem Schwerpunkt Marketing und Vertrieb. Alle Teammitglieder sind Absolvent:innen der Kunststofftechnik und haben bereits

---

im Hochschul Umfeld in verschiedenen Forschungsprojekten sowie in der Industrie wertvolle Erfahrungen gesammelt.

Dieses Projekt wird aus Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) und des Europäischen Sozialfonds (ESF) gefördert. (Förderkennzeichen: 03EFTHE084)

Gefördert durch:

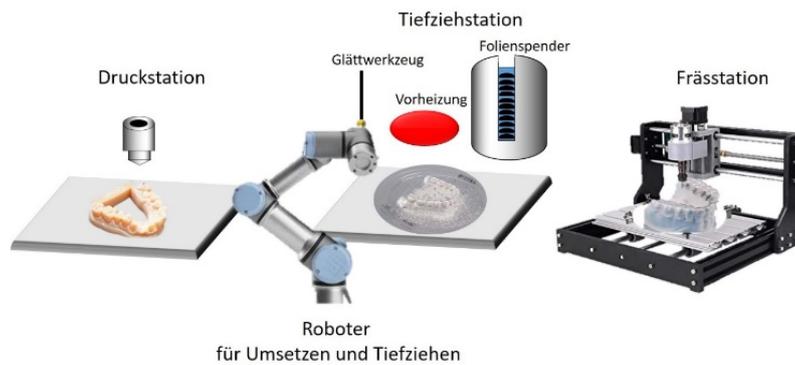


aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

### 5.3 Aligner-Fertigung

Prof. Dr.-Ing. Roger Weinlein, B.Eng. Dennis Vesper, Benedikt Fürstenberger

Seit Juli 2022 läuft das AIF ZIM- Forschungsprojekt „Aligner-Fertigung“ am IKD. Im Forschungsprojekt geht es darum sogenannte Zahn-Aligner zur Zahnkorrektur herzustellen. Das Besondere ist, dass in diesem Fall das positive Zahnmodell mit Hilfe des FFF-Verfahrens (Fused Filament Fabrication) hergestellt werden soll, um sie hinterher wieder recyceln zu können. Es soll eine komplette Fertigungsmaschine entwickelt werden, in die vorher gescannt und digital gerichteten Zähne, mittels des FFF-Verfahrens gedruckt werden, anschließend werden die Aligner durch Tiefziehen hergestellt und im Anschluss der fertige Aligner ausgefräst. Das Forschungsprojekt läuft in Zusammenarbeit mit der Firma Datentechnik Reitz. Das Fördervolumen beläuft sich auf 220.000 Euro.



*Abb.: Maschinenkonzept*



*Abb.: Aligner auf gedrucktem Zahnmodell*

---

---

## 5.4 FutureMould – Entwicklung einer Prescriptive Maintenance für Werkzeuge und Heißkanäle des Kunststoffspritzgießens

Prof. Dr. Thomas Schröder, B.Eng. Bastian Paulsen, B.Eng. Markus Schneider, B.Eng. Katharina Malek, B.Eng. Maximilian Teich

Das AIF ZIM Forschungsprojekt FutureMould befasst sich mit der Entwicklung von Versuchsständen zur Untersuchung der Wirkzusammenhänge beim Spritzgießen. Das Fördervolumen dieses Projektes beläuft sich auf 220.000€.

Derzeit werden Spritzgießwerkzeuge und Heißkanäle entweder nach einem festgelegten Plan oder erst bei Auftreten von Fehlern gewartet. Dadurch erfolgt die Wartung entweder zu früh, sodass mehr Stillstände als nötig erfolgen oder zu spät, was zu einem kompletten Produktionsausfall führt. Um Spritzgießwerkzeug- und die Prozesskosten weiter zu senken, werden digitale Lösungen wie der verstärkte Einsatz von Sensorik zur Prozesssteuerung und künstliche Intelligenz sowie Machine-Learning-Verfahren zukünftig eine immer größere Rolle spielen. Genau hier setzt dieses Projekt an. Die Kombination aus innovativen digitalen Verfahren und dem Verständnis der Wirkzusammenhänge in den eingesetzten Werkzeugen und Heißkanälen soll erstmals eine automatische, KI-basierte Regelung des Spritzgießverfahrens ermöglichen, die selbstständig Maßnahmen unternimmt, um die vorhergesagten Fehlerfälle abzuwenden bzw. hinauszuzögern und in möglichst kurze Fertigungsunterbrechungen umzuwandeln (Prescriptive Maintenance). Da die Wirkzusammenhänge universeller Natur sind, soll die KI zudem von Werkzeug zu Werkzeug übertragbar sein.

Forschungsnetzwerk  
Mittelstand



## **5.5 Digitale Rezepturentwicklung einer neuen energie- und kosteneffizienten Verbindungstechnologie von Kunststoffen ohne Plasma-Verfahren**

Prof. Dr. Roger Weinlein, Dr. Alexander Knieper, M. Eng. Heiko Hofmann, Michael A. Klumpp

Im Rahmen der Projektförderung aus dem Förderprogramm Distr@l der Hessischen Staatskanzlei im Bereich der Ministerin für Digitale Strategie und Entwicklung aus der Förderlinie 2: Digitale Innovationsprojekte, Modul 2 Prozessinnovationen wird eine Software zur digitalen Rezepturentwicklung von Masterbatches mit gewünschten Eigenschaften entwickelt. Das Ziel ist, eine digitale Rezeptur zur Herstellung eines Kunststoffkonzentrats zu entwickeln, vergleichbar mit einem digitalen Zwilling. Die zu entwickelnde Technologie soll das derzeitige aufwändige Verfahren zur Rezepturentwicklung bzw. -optimierung vereinfachen und langfristig Kosten, Ressourcen und Aufwand minimieren, um schnell marktgerechte Produkte anbieten zu können.

Hierfür arbeiten die drei Projektpartner als intradisziplinäres Team mit den einzelnen Kompetenzen

- chemische Technologie mit dem chemischen Know-How als Grundlage zur Software- und Masterbatchentwicklung (Granula),
- Kunststofftechnik für die Herstellung unterschiedlicher Prüfkörper, die Untersuchungen unterschiedlicher Eigenschaften der Compounds und die Aufbereitung der Messdaten zum Software-Input und zur Verifikation (ikd) und
- Numerische Mathematik für die Erstellung des Software-Konzepts und zur Implementierung (FBMN) an dem Projektziel.

Im Einzelnen stellt Granula hierfür unterschiedliche Compounds auf PP Basis her und stellt diese dem ikd zur Verfügung. Die Compounds werden im ikd mittels Spritzguss zu PP/PA 2K Prüfkörpern verarbeitet. Mittels Zug-, Biege- und Schälprüfungen werden die mechanischen Eigenschaften gemessen. Aus den Messungen werden die mechanischen Eigenschaften in der Grenzfläche zwischen der PP- und PA-Phase ermittelt. Die Messergebnisse werden dann

---

aufbereitet und dem FBMN zur Verfügung gestellt. Diese Messergebnisse bilden dann die Grundlage zur Verifikation der Simulationsergebnisse der mechanischen Eigenschaften.

Aufgrund der Charakteristik der ikd-seitigen Arbeitspakete in dem Projekt, wird der ikd-Teil des Projektes hochschulintern „Grenzflächendesign“ genannt. Das ikd konnte die vom Projektpartner Granula zur Verfügung gestellten Compounds mittels Spritzguss verarbeiten. Hier konnte mittels FTIR-Messungen festgestellt werden, dass sich entlang der Verarbeitungskette das Spektrum nicht signifikant ändert und somit keine ungewünschten Reaktionen stattfinden. Dafür wurden die Granulate als Ausgangsmaterial untersucht. Weiterhin wurden an spritzgegossenen Prüfkörpern 8 Proben analog zu Abbildung 1 zur FTIR-Prüfung entnommen. Somit konnten die Spektren entlang der Verarbeitungskette übereinandergelegt werden (vgl. Abbildung 2).

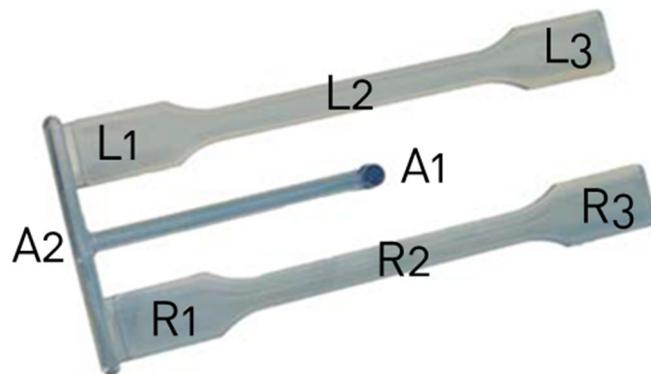
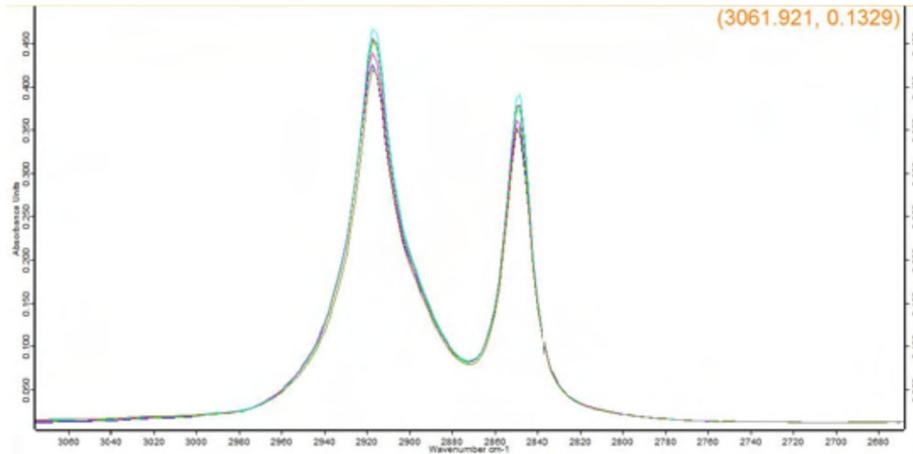


Abbildung 1: Stellen der Probeentnahme für die FTIR-Messungen



*Abbildung 2: Ausschnitt aus einem FTIR-Spektrum*

Die anschließenden mechanischen Untersuchungen liefern dann die mechanischen Eigenschaften. Mittels Grauwertkorrelation können die beiden Phasen des Prüfkörpers sichtbar gemacht werden (vgl. Abbildung 3).

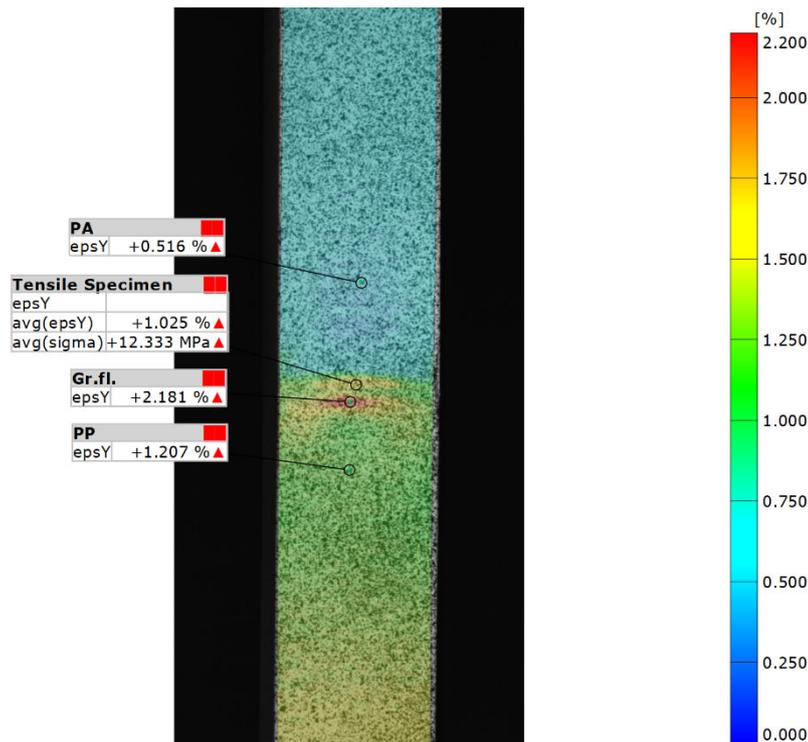


Abbildung 3: Darstellung der lokalen Dehnungen im 2K Prüfkörper

Die Ergebnisse konnten aufgearbeitet und dem Projektpartner aus dem FBMN zur Verfügung gestellt werden. Diese Ergebnisse konnten zur Verifikation der ersten Simulationen genutzt werden.

Weiterhin hat das ikd im Rahmen des Projektes einen Prüfstand entwickelt und gebaut, mit dessen Hilfe eine definierte Wärmemenge in die Oberfläche eines Prüfkörpers eingebracht werden kann. Hierbei misst ein IR-Kamera die Oberflächentemperatur der Kunststoffproben, die mittels Heißluft erwärmt wird. Diese thermisch belasteten Proben werden im Anschluss mittels FTIR untersucht.

Im Projekt konnten die vom ikd ermittelten Daten einerseits zur Optimierung der Rezeptur der Masterbatches für den Projektpartner Granula und andererseits zur Verifikation der Simulationssoftware für den Projektpartner FBMN entscheidend beitragen.

Das Projekt wird bis Dezember 2023 weiterlaufen. Bis dahin werden am ikd verstärkt Untersuchungen am Versuchsstand durchgeführt und somit weitere Daten für die Simulationssoftware ermittelt.

Förderprogramm: 493 - distr@l

Projektnummer: 20\_0153\_2B



**digitales.hessen**  
DISTR@L

## 6 Abgeschlossenes Forschungsprojekt

### 6.1 Tempern und Schweißen von PMMA mit HF-Technologie

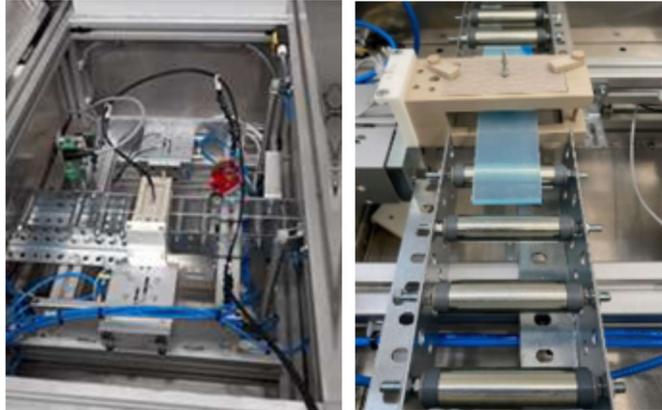
Das AiF ZIM Forschungsprojekt "Tempern und Schweißen von PMMA mit HF-Technologie" unter der Leitung von Prof. Dr.-Ing. Martin Müller-Roosen wurde in Kooperation mit Fa. BRÖKING und Fa. MOBITEC, 31.04.2022 abgeschlossen.

Es wurde eine Temper-Einheit und eine Verschweißeinheit entwickelt, die beide mit einem für diesen Zweck ebenfalls neu entwickelten Hochfrequenz (HF) -Generator mit Matchbox betrieben wurden. Mit der dielektrischen Erwärmung kann zum einen eine Thermoplastplatte (PMMA), im Herstellprozess in-line getempert werden, sodass das Eigenspannungs- und Planlageniveau verringert wird. Der inline-Temperofen-Prozess konnte bei einer 2 m langen und 10 mm dicken Platte z. B. innerhalb von 47 min erfolgen. Damit verringert sich die Temperzeit ggü. dem bisherigen Konvektionsofen von ca. 6 h um mehr als 5 h. Zudem wird eine signifikante Energieeinsparung erreicht. Parallel zum Tempern wurde eine Schweißanlage mit einem neuartigen 2 Stufen-Verfahren konzipiert. Im ersten Schritt werden die Stoßflächen durch Heißluft konvektiv knapp unter die Glasatemperatur vorgewärmt. Dadurch steigt der Absorptionskoeffizient für das HF-Feld deutlich an. So wird im zweiten Schritt mit dem HF-Feld gezielt Wärme auf den Stoßflächen erzeugt. Es wurden z. B. PMMA-Platten in den Dicken von 3 mm und einer Breite von 600 mm im 90°-Winkel verschweißt. Damit soll das bisher übliche Verkleben mit Lösungsmitteln ersetzt werden.

#### Tempereinheit für PMMA-Platten

Um PMMA-Platten durch HF-Technologie tempern zu können, wurden im Vorfeld Versuche mit einer kleineren Anlage im Labormaßstab durchgeführt (s. Abb.). Dabei wurden mit 60 mm Breite deutlich schmalere Elektrodenpaare eingesetzt als die später eingesetzten 1000 mm breiten Elektrodenpaare. Bei diesem Aufbau war es zudem möglich den noch aus einem vorhergehenden Projekt existierenden Hochfrequenzgenerator zu nutzen, der eine deutlich geringere Leistung aufwies, als für die Zielbreite von 1000 mm erforderlich ist. Diese ersten Tests zeigten, dass die Erwärmung der PMMA in einem durchlaufenden HF Feld funktioniert.

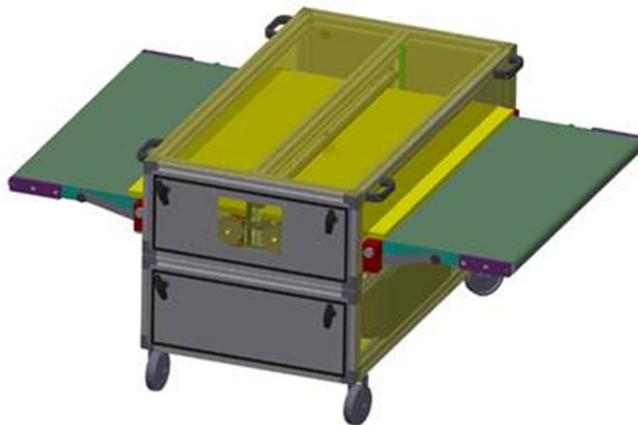
---



*Abb.: Temperstrecke mit Rollenbahn und zentral angeordneter HF-Elektrode  
(links: Komplette Temperbox; Rechts: HF-Elektrode mit Laufbahn)*

Es wurde nachgewiesen, dass der Temperofen inline für die Erwärmung der Platten geeignet war. Da die erreichte Temperaturdifferenz unter denen in der Produktion üblichen Prozessbedingungen nicht so hoch ist, wie in einem konventionellen stationären Temperofen, Daher ist der hier entwickelte inline HF\_Temperofen eher für eine Teilerwärmung sinnvoll. D. h. er eignet sich besonders gut für die Einstellung einer guten Planlage.

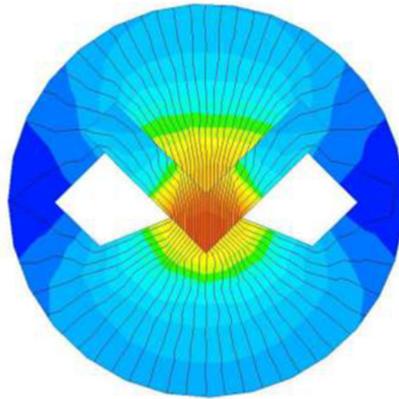
In den nachfolgenden Abbildungen ist die Konstruktion des HF-Durchlaufofens dargestellt.



*Abb.: Gesamtansicht HF-Durchlaufofen*

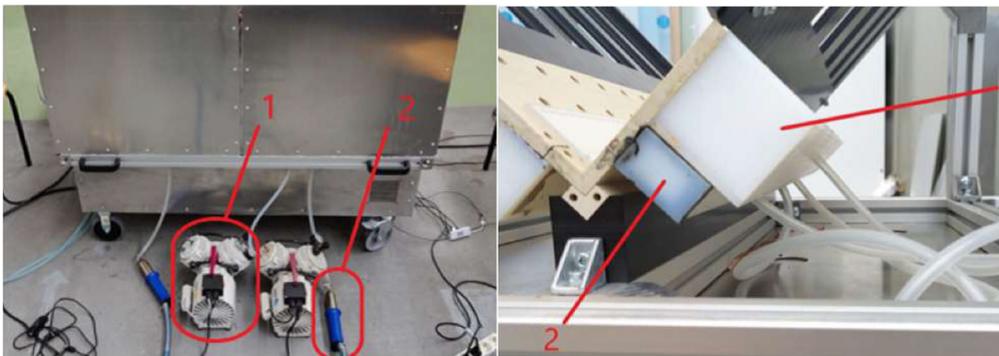
### Schweißeinheit für PMMA-Platten

Die Feldstärke hängt hauptsächlich von der Position der unteren Elektroden-  
spitze ab. Je näher die Elektroden zueinanderstehen, desto größer wird die  
Feldstärke. Aus diesem Grund wurde zusätzlich die Fassung der Elektroden-  
halterung erweitert um die Elektrode in Schweißnahrichtung verschieben zu  
können.



*Abb.: Feldverteilung der neu entwickelten Elektrode (Farbverlauf: rot:10  
MV/m, hellblau: 0,5 MV/m)*

Die Vorwärmung musste beim HF-Schweißsystem neu entwickelt werden. In  
der Vorwärmposition werden die Platten vor dem Fügen durch Ansaugen an  
die Halterung (Vakuumkammer) gehalten. Ist eine ausreichende Vorwärm-  
temperatur erreicht, wird das Vakuum gebrochen und die Platten kommen  
durch ihr Eigengewicht in die Fügeposition (s. Abb.).



*Abb.: Ergänzung des Schweißaufbaus mit Vakuumsystem (1) und Vorwärmung  
(2)*

Der folgende Schweißprozess wurde als Ergebnis der Optimierungsphase ermittelt (s. folgende Abb.).

In der Stufe 1 werden die Fügeflächen konvektiv auf 80°C vorgewärmt. Danach wird das HF-Feld in mehreren Stufen hochgefahren, bis eine ausreichende Schmelztemperatur von ca. 220°C an den Fügeflächen erreicht ist. Danach wird die Vakuumsaugung der PMMA Platten abgeschaltet, sodass die Platten nach unten in die Fügeposition rutschen. Dort erfolgt das Verschweißen, was durch entsprechende Gewichte unterstützt wird, um einen ausreichenden Fügedruck aufbringen zu können. Die Schweißfläche kühlt ab und die Platten können als Winkel entnommen werden.

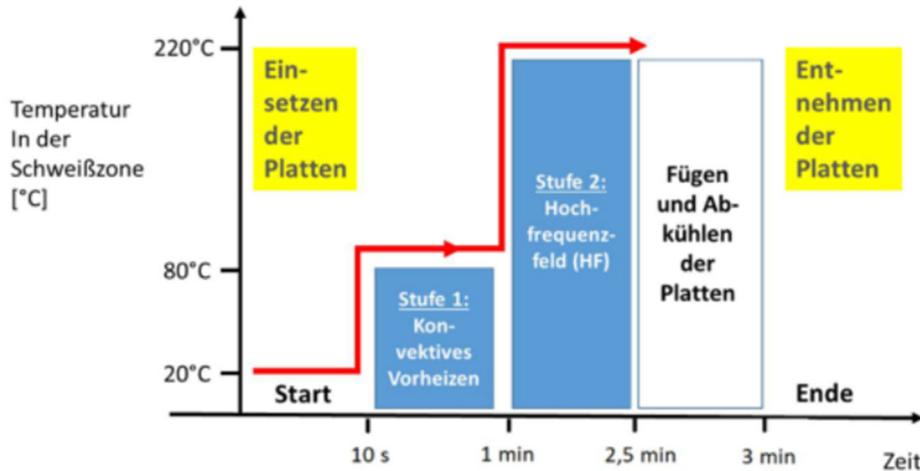


Abb.: Schemadarstellung des neu entwickelten "2-Stufen-HF-Schweißverfahrens"

Für dieses Projekt wurde ein HF-Generator entwickelt, der eine bisher noch nicht erreichte Leistungsstärke von 3 kW aufweist. Übliche HF-Anlagen liegen bei nur mehreren 100 Watt. Das Arbeiten mit dem hier entwickelten HF-Generator erforderte besondere Aufmerksamkeit. Daher wurden folgende Sicherheits- und Abbruchkriterien festgelegt:

- Personen mit Herzschrittmacher, Implantaten aus Metall und anderen elektrischen Implantaten dürfen sich nicht in unmittelbarer Nähe zum Einsatzbereich der HF – Anlage aufhalten.
- Durch das elektrische Feld wird der Kunststoff zum Erwärmen gebracht. Wenn eine Person dem elektromagnetischen Feld ausgesetzt ist, kann es zu inneren und äußeren Verbrennungen kommen. Durch

einen Druckschalter und eine Verriegelung wird gewährleistet, dass das elektrische Feld nur im geschlossenen System aufgebaut werden kann.

- Das elektrische Feld darf nur aufgebaut werden, wenn sich ein Kunststoffbauteil zwischen den Elektroden befindet. Dies wird durch einen Druckschalter und eine Webcam überwacht.
  - Die Erwärmung des Materials wird über die Webcam und einen Temperatursensor überwacht.
  - Bei Stromübertritt aus defekten Bauteilen und Kabeln, muss sofort der Gefahrenbereich verlassen und die Stromabschaltung veranlasst werden. Für diesen Fall wurde ein Notausschalter installiert.
  - Das elektrische Feld wird durch einen Kasten mit HF-Dichtungen und Kupferzackendichtungen abgeschirmt, zu metallischen Bauteilen wird der Mindestabstand zum elektrischen Feld eingehalten.
-

## 7 Veröffentlichungen

### Prof. Dr. Martin Moneke

- Moneke, M., Dallinger, N., Bergmann, A., Bensing, T., Sumpf, J., Moneke, M.: Strukturen vermindern Verschleiß und Kratzempfindlichkeit, Germany, Carl Hanser Verlag München, 2022, [www.kunststoffe.de](http://www.kunststoffe.de) 11/2022

### Prof. Dr. Jürgen Wieser

- A. Batmanov, V. Frettloeh, R. Schlutter, F. Mumme, P. Ditjo, I. Kibet, Juergen Wieser: Zirconium Dioxide As A Thermo-Insulating Coating For Molds In Plastic Injection Molding. Proceedings SPE ANTEC 2022 Charlotte, NC, USA, 14-16 June 2022, ISBN 9781713865155
  - Weidmann, F., Ziegmann, G., Wieser, J. (2022): A review of mode I dominant interfacial fracture toughness test methods of skin-core bonding for thermoplastic composite sandwich structures. Journal of Thermoplastic Composite Materials, 08927057221083493. DOI: 10.1177/08927057221083493
-

## 8 Arbeitskreise am ikd

### 8.1 Arbeitskreis für Werkstoffprüfung AWP

Der Arbeitskreis für Werkstoffprüfung (AWP) der Gesellschaft zur Förderung technischen Nachwuchses (GFTN e.V.) ist langjähriger, kompetenter und unabhängiger Dienstleistungspartner der Industrie auf den Gebieten der Kunststoffprüfung und Materialanalyse. Dazu wird ein nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflabor betrieben.

Die enge Zusammenarbeit mit dem Technikum des Instituts für Kunststofftechnik Darmstadt der Hochschule Darmstadt versetzt uns in die Lage, unseren Kunden Komplettlösungen aus Probenherstellung und Prüfung anzubieten.

Im pandemiegeprägten Jahr 2021, dies hat sich auch 2022 fortgesetzt, konnten die Aufträge auf einem hohen Niveau stabil gehalten werden, wofür wir allen Kunden herzlich danken! Viele Kunden des AWP sind langjährige Kunden, was uns besonders freut und stolz macht. Auch dafür ein großer Dank!

Das bereits 2019 beschaffte Messgerät pvT 500 der Göttfert Werkstoff-Prüfmaschinen GmbH wurde 2021 sehr häufig eingesetzt und ermöglicht es dem AWP, vollständige Materialkarten für die Spritzgießsimulation anzubieten.

Mit dem umfangreich ausgestatteten Prüflabor bietet der AWP ein breit gefächertes Angebot an gängigen und zum Teil einige sehr spezielle Prüfungen an. Untersuchungen können an polymeren Werkstoffen sowie kleinen bis mittelgroßen Kunststoffbauteilen durchgeführt werden.

---

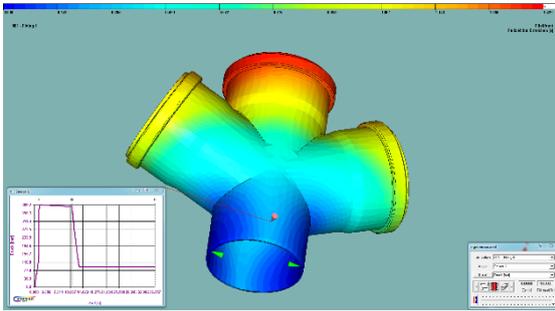
Das Dienstleistungsangebot des AWP umfasst:

- Mechanische Prüfungen
- Thermische Prüfungen
- Physikalische Untersuchungen
- Optische Untersuchungen
- Rheologische Prüfungen
- Spektroskopische Untersuchungen
- Alterungsversuche
- Sonderprüfungen (auf Anfrage)
- Herstellung von Probekörpern nach Norm

Die detaillierte Liste der akkreditierten und der nicht akkreditierten Prüfverfahren kann unter [www.gftn.de](http://www.gftn.de) eingesehen werden.

---

## 8.2 Arbeitskreis für EDV-Anwendungen in der Kunststofftechnik AEK



Zu den Aufgaben des AEK gehört die Erstellung und Auswertung von Analysen zur Bauteil- und Werkzeugauslegung. Zwei- oder dreidimensionale Füllsimulationen ermöglichen eine frühzeitige Produktoptimierung. Des Weiteren lassen sich Heißkanalsysteme auslegen,

optimale Anspritzpunkte ermitteln und Verfahrensparameter abschätzen. Auch Sonderverfahren wie Mehrkomponentenspritzgießen, Gas- und Wasserinnendruckverfahren können simuliert und dargestellt werden. Mit Hilfe von Strukturanalysen lassen sich Bauteilbelastungen simulieren und die daraus resultierenden Spannungen, Dehnungen und Verformungen oder eventuelles Materialversagen vorhersagen. So können bereits im Rahmen der Produktentwicklung Modifikationen am Bauteil vorgenommen werden. Nachträgliche, aufwändige Korrekturen lassen sich so vermeiden. Simulationen von komplexen Strömungsvorgängen zur Auslegung von Werkzeugen und Schnecken runden das Spektrum ab.

Das Leistungsangebot des AEK umfasst:

- Auslegung von Spritzgießwerkzeugen und Heißkanalverteilersystemen
- Strukturanalysen
- Strömungsanalysen
- FE-Modellerstellung
- Formteilentwicklungsberatung
- Schulung und Mitarbeiterfortbildung

GFTN an der Hochschule Darmstadt  
Schöfferstrasse 3, 64295 Darmstadt  
Homepage: [www.gftn.de](http://www.gftn.de)  
E-Mail: [sekretariat@gftn.de](mailto:sekretariat@gftn.de)

## 9 Technische Ausstattung

### Extrusion/Aufbereiten

- Schlauch- und Flachfolien
- Rohrextrusion
- Granulierung
- Compoundierung
- Blasformen
- Coextrusion
- Beflocken
- Beschichten
- Duroplastverarbeitung
- Fügetechnik
- Faser-Kunststoff-Verbund
- Kunststoffchemie
- Materialflusstechnik
- Messtechnik
- Thermoformen
- Tribologie

### Spritzgießen

Vollelektronische und hydraulische Maschinen mit Schließkräften bis zu 1600 kN mit Handlingsystemen

### Generative Fertigungsverfahren

- Fused Deposition Modeling
- Selektives Lasersintern
- Stereolithografie
- Fused Layer Modeling

### CAD/CAE

- Fließsimulation
  - FEM-Berechnung
-

**Werkstoffprüfung**

- Universalprüfmaschinen  
von 10 bis 100 kN mit Temperierkammern und Einspannungen für  
Zug-, Biege-, Druck- und Scherprüfungen
  - Zeitstandzug-Zugversuch bis 160 °C für Kriechversuche
  - Schlagpendel für Prüfungen nach Charpy und IZOD
  - Fallwerk für instrumentierte Durchstoßprüfungen
  - Härteprüfgeräte für Shore A / D Härte und Kugeldruckhärte
  - Wärmeformbeständigkeit nach HDT und Vicat
  - Dynamische Differenzkalorimetrie (DSC)
  - Thermogravimetrische Analyse (TGA)
  - Thermomechanische Analyse (TMA)
  - Dynamisch Mechanische Analyse (DMTA)
  - PVT-Messungen zur Ermittlung des spezifischen Volumens
  - Dichtewaagen
  - Mikroskopie im Auf- oder Durchlicht
  - Farb-, Glanz- und Trübungsmessungen
  - Rotations- und Oszillationsrheometer
  - Hochdruckkapillarrheometer
  - Lösungsviskosimetrie
  - Fließprüfgerät MVR/MFR
  - Stift-Schreibe-Tribometer
  - IR-Spektroskopie
  - Beschleunigte Bewitterung durch Xenon-Bewitterung oder UV-Alterung
  - Klimawechseltests
  - Wärmealterung
  - Labor-Waschanlage nach Amtec-Kistler
  - Faserlängenanalyse FASEP
  - Kratzfestigkeit (UST)
  - Veraschung
-