

JAHRES- BERICHT

2022

PHWT-INSTITUT

phwt

Die unternehmende
Hochschule für die Region

**Private Hochschule
für Wirtschaft und Technik
Vechta/Diepholz**
PHWT-INSTITUT

Ann-Christin Bajohr
Assistenz der Institutsleitung
Am Campus 3
49356 Diepholz
Tel. 05441 992-156
bajohr@phwt.de



Sehr geehrte Leser:innen,
im Herbst des Jahres 2021 wurde an der Privaten Hochschule für Wirtschaft und Technik zur zentralen Koordinierung der Forschungsaktivitäten das PHWT-Institut gegründet. Ein gutes Jahr später können wir nun den ersten Tätigkeitsbericht der Institutsarbeit vorlegen.

Die Forschungsaktivitäten an der Privaten Hochschule für Wirtschaft und Technik sind nicht nur wichtiger und elementarer Teil der Daseinsberechtigung einer Hochschule für angewandte Wissenschaften, sondern sie dienen auch im Rahmen der Wirtschaftsförderung der Stärkung der Industrie im Umfeld der PHWT. Seit der Gründung des PHWT-Instituts wurden von vielen motivierten Kolleg:innen der PHWT mit den Unternehmen aus der Region und auch darüber hinaus Gespräche geführt, daraus Kooperationen abgeleitet und zielführend Projekte beantragt und bearbeitet.

Der hier vorliegende Tätigkeitsbericht spiegelt die öffentlich geförderten Aktivitäten des PHWT-Instituts wieder. Es handelt sich sowohl um Maßnahmen des Aufbaus von technischer Infrastruktur als auch um Projekte mit Kooperationspartnern zur Erforschung und Entwicklung von Produkten und/oder Prozessen sowie um Themenstellungen, bearbeitet im Rahmen von Promotionsstipendien.

Ein herzlicher Dank gilt allen Zuwendungsgebern, sowohl von öffentlicher Stelle als auch den privaten Unterstützern und Stipendiengebern. Ohne ihre Unterstützung wäre die Forschung an der PHWT nicht möglich.

Ich wünsche beim Lesen des Tätigkeitsberichtes viel Freude und hoffe, vielleicht können wir im PHWT-Institut auch Sie bald als interessierten Kooperationspartner begrüßen!

Prof. Dr.-Ing. Carsten Bye
Leitung PHWT-Institut



phwt
Philipps-Universität
Heidelberg

3

ZWI

ZME

FORUM TECHNIK

Öffentliche Forschungsaktivitäten mit industriellen Kooperationspartnern.....	6
Projekte zum Auf- und Ausbau der Infrastruktur.....	20
Promotionsvorhaben über Stipendienggeber.....	28
Veröffentlichungen/Vorträge	32
Kontaktdaten PHWT-Mitarbeitender im Tätigkeitsbericht	34
Organigramm des PHWT-Institut	35

Entwicklung eines vollautonomen taktischen Einsatzroboters für unbekannte und lebensfeindliche Umfelder zur Unterstützung ziviler Rettungskräfte/ Zivilschutz

Einleitung

Jährlich gibt es weltweit mehrere Millionen gemeldete Brände, dabei sterben zehntausende Zivilisten und tausende Feuerwehrleute. Aus diesem Grund soll ein Feuerwehrservice-Roboter entwickelt werden, der in Brand- und Kriseneinsätzen unterstützen kann, um Risiken für Leib und Leben zu minimieren. Hierzu ist ein hohes Maß an Autonomie notwendig.

Beschreibung

Wesentliche Schwerpunkte auf dem Weg in Richtung der Autonomie eines Feuerwehrservice-Roboters liegen in den Bereichen:

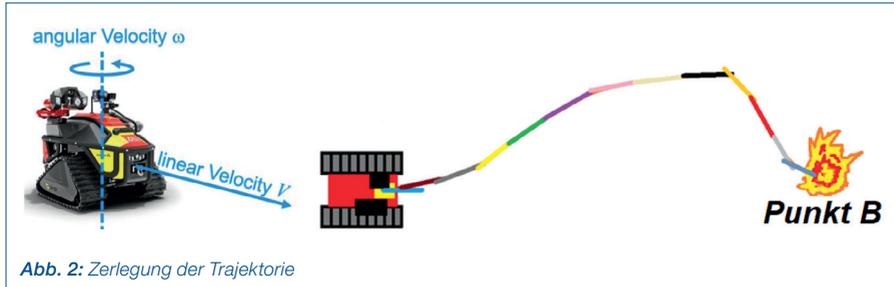
- Feststellung und Schätzung der aktuellen Position des Roboters auf Basis optimaler Schätzfilter
- Erkundung und Kartierung der Umgebung auf Basis von SLAM-Algorithmen
- Folgen einer Einsatzkraft auf Basis einer Bildverarbeitung und maschinellem Lernen
- Rückfahrt zu einem Startpunkt (Regelung, Trajektorienplanung, Hindernisvermeidung).

Als favorisierter Algorithmus zur Kartierung des Umfelds wurde der Occupancy-Grid-Algorithmus ausgewählt, da dieser sehr recheneffizient arbeitet und die benötigten Daten in sehr effizienter Weise speichern und wieder bereitstellen kann. Zudem wurde der sog. A*-Algorithmus als besonders vielversprechend identifiziert, da er den kürzesten zurückzulegenden Weg ermittelt und im Gegensatz zu anderen Algorithmen zielgerichtet sucht, was die Rechenzeit auf ein Minimum reduziert. Hierdurch lassen sich ortsabhängige Informationen über risikoreiche und risikoarme Gebiete einflechten, sodass der einsatztaktisch optimale Weg geplant wird. Ein Ziel ist z. B. den Roboter entlang einer »Löschroute« zu führen, vgl. Abb. 1.

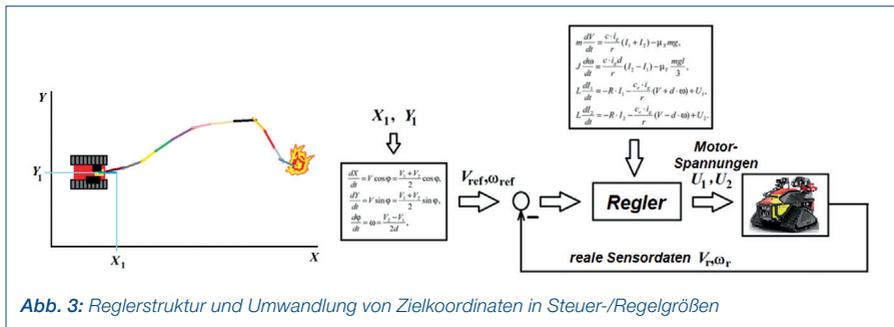


Abb. 1: Löschen entlang einer Löschroute, Trajektorie zum Brandherd

Um jegliche Algorithmen in Richtung Autonomie implementieren zu können, muss zunächst ein Regelungssystem als Basis dienen. Um einer Trajektorie folgen zu können muss ein Regelungssystem dieser stückweise folgen. Hierzu kann eine geplante oder vorgesehene Bahn in finite Elemente (Differenzen) zerlegt werden. Der Roboter regelt dann nach einer Vorgabe des nächsten Zwischenziels die lineare Geschwindigkeit V sowie die Winkelgeschwindigkeit – bis zum nächsten Punkt – etc., vgl. Abb. 2.



Da jedoch stückweise Zielkoordinaten vorgegeben werden, müssen diese in sinnvolle Steuer- bzw. Regelgrößen umgewandelt werden, vgl. Abb. 3. Erst die elektrischen Motorspannungen erzeugen eine rotatorische und/oder translatorische Bewegung in Richtung der Zielkoordinaten.



Projektdaten

Bearbeitung: Prof. Dr.-Ing. M. Kemper, Dipl.-Ing. (TU) J. Schlamann

Fördersumme PHWT: 220.000,- Euro

Bearbeitungszeitraum: 01.03.2021 – 28.02.2023

Zuwendungsgeber:



Aus der aktuellen Forschung

Öffentliche Forschungsaktivitäten mit industriellen Kooperationspartnern

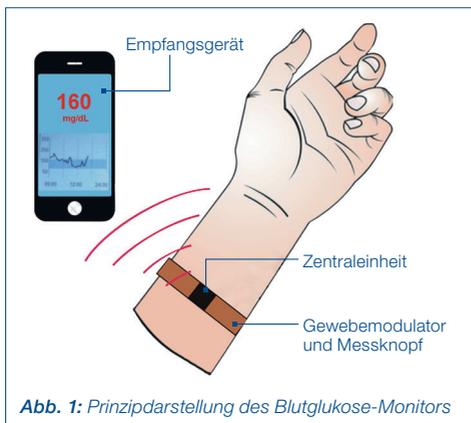
Entwicklung eines Blutglukose-Monitors (BluMotor) zur nicht-invasiven und quasi-kontinuierlichen Blutglukose-Bestimmung; Entwicklung eines Gewebemodulators und Messkopfes für einen Blutglukose Monitor

Einleitung

Im Jahr 2012 waren bereits etwa sechs Millionen Menschen allein in Deutschland wegen eines Diabetes mellitus in ärztlicher Behandlung. Die Zahl der Menschen mit erkanntem Diabetes wird weiter stark zunehmen. Je länger Menschen mit Diabetes leben müssen, umso größer ist das Risiko für schwere Folgekrankheiten. Wie häufig und wie stark beim Diabetes mellitus schwere Folgekrankheiten auftreten, hängt im Wesentlichen davon ab, wie gut der Patient durch einen Diabetologen betreut wird und wie gut der Glukosegehalt im Blut durch die Therapie eingestellt ist und regelmäßig überprüft werden kann.

Beschreibung

Das Ziel des Kooperationsprojektes ist die Entwicklung eines Blutglukose-Monitors zur nicht-invasiven, quasi kontinuierlichen Blutglukose-Bestimmung. Der Monitor kann z. B. am Finger oder Arm angebracht werden. Er besteht aus einem so genannten Gewebemodulator, der eine mechanische Modulation des Gewebes durch eine geregelte (schmerzfreie) Druckausübung ermöglicht, einem Messkopf, der prinzipiell eine Kombination physikalischer Messprinzipien, nämlich eine optische Extinktions- und eine elektrische Impedanz-Messung, ermöglicht.



Außerdem besteht der Monitor aus einer Zentraleinheit mit Auswertungsalgorithmen, die mittels künstlicher Intelligenz aus empirisch ermittelten Messdaten spezifisch die Werte und/oder mögliche Wertetrends der Blutglukose ermittelt und drahtlos über eine Kommunikationsschnittstelle in der Zentraleinheit an ein Empfangsgerät (z. B. Handy, Datenlogger oder Monitor) überträgt, welches die Daten dann weiterverarbeitet und zur Anzeige bringt (Abb. 1).

Der im Rahmen der Projektbearbeitung von der PHWT entwickelte und erstellte erste Demonstrator (Abb. 2) des Blutglukose-Monitors wurde im Juli 2021 an den Kooperationspartner MEDIQON übergeben, damit dort umfangreiche Messreihen in praktischer Anwendungsumgebung durchgeführt werden konnten.

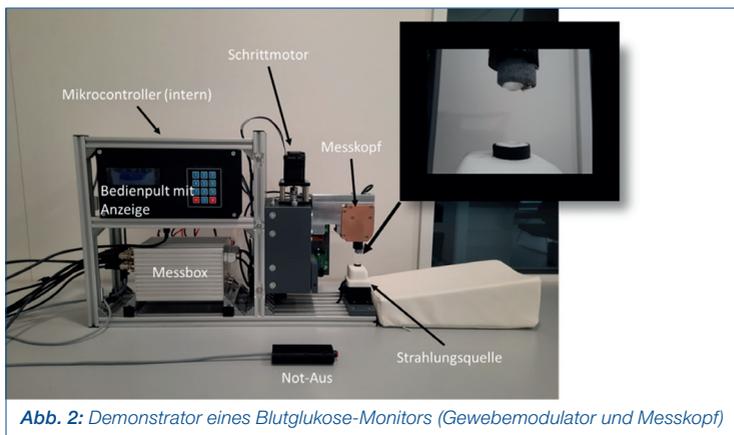


Abb. 2: Demonstrator eines Blutglukose-Monitors (Gewebemodulator und Messkopf)

Es zeigten sich sowohl Auffälligkeiten in der Anwendung durch Fehlerquellen aufgrund der Nutzung des Gerätes durch das Testobjekt Mensch, als auch notwendige Anpassungen in der Gerätehardware. Im Rahmen der Weiterentwicklung des Systems wurden diese Auffälligkeiten beseitigt und die nächste Stufe des Blutglukose-Monitors befindet sich aktuell in der Testphase. Um die Testergebnisse in einer abschließenden Optimierungsstufe des Blutglukose-Monitors berücksichtigen zu können, wurde das Projekt ab dem 01.12.2022 für 6 Monate kostenneutral verlängert.

Projektdaten

Bearbeitung: Prof. Dr. K. Zirk, Dipl.-Ing. J. Kulas

Fördersumme PHWT: 190.000,- Euro

Bearbeitungszeitraum: 01.09.2019 – 31.05.2023

Zuwendungsgeber:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie



Aus der aktuellen Forschung

Öffentliche Forschungsaktivitäten mit industriellen Kooperationspartnern

»CoMelt« – Entwicklung einer neuen Mischeinheit für den Einsatz im Spritzguss-Verfahren zur Mischung und Homogenisierung einer Schmelze aus Rezyklat mit der Schmelze einer spezifizierten Werkstoffqualität (Neuware)

Einleitung

Im Jahr 2018 standen 29,1 Millionen Tonnen gesammelter Kunststoffabfall auf dem europäischen Recyclingmarkt zur Verfügung, von denen 42,6 % thermisch verwertet wurden. Knapp 25 % wurden auf Deponien eingelagert. Die kritischsten Hemmnisse, warum Rezyklate nicht vermehrt eingesetzt werden, sind u. a.:

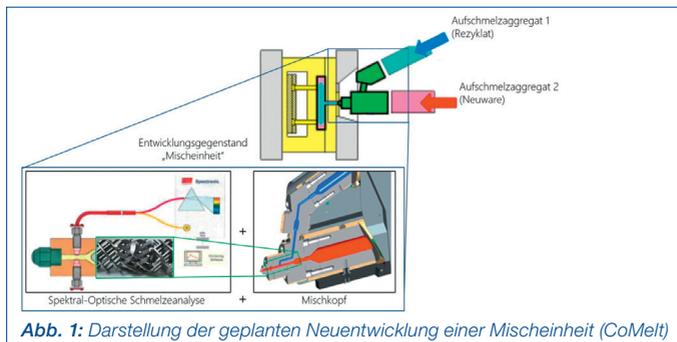
- Die schlecht vorhersagbaren Bauteileigenschaften
- Probleme bei der Schmelze-Homogenisierung durch andere Korngrößen und Verunreinigungen im Rezyklat
- Beeinträchtigung der Prozessfenster durch Molmassenabbau in den Verarbeitungs- und Recyclingprozessen

Es braucht also eine neue Lösung, mit der die technischen Anforderungen an das Kunststoffbauteil und an die entsprechenden Werkstoffe auch mit dem Einsatz von Rezyklaten erfüllt werden.

Beschreibung

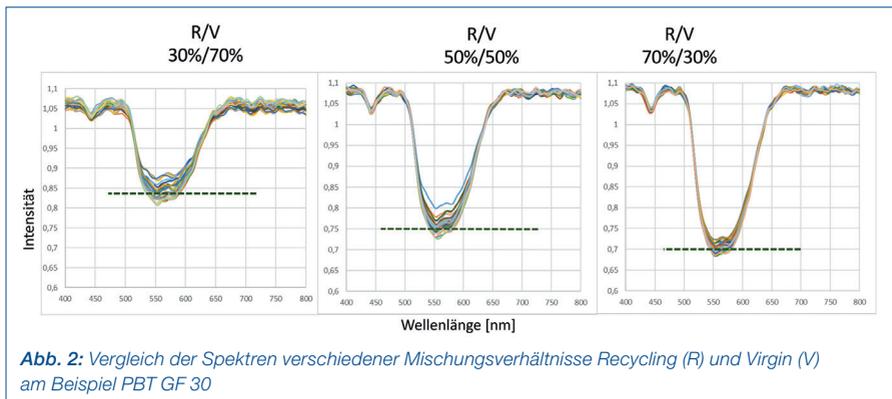
Aus diesem Grund wurde 2021 unter Projektführung der Firma Merkutec GmbH & Co.KG das gemeinsame »CoMelt«-Projekt gestartet. Es handelt sich um ein Kooperationsprojekt im Rahmen des Niedersächsischen Innovations-Förderprogramms ERF für Forschung und Entwicklung in Unternehmen.

Als Ziel sollen sowohl ein Prozess als auch ein Produkt (Mischeinheit) entwickelt werden, mit denen der Rezyklatanteil in technischen Produkten im Spritzgussprozess von 4 % auf bis zu 30 % erhöht werden kann.



Durch eine bessere Homogenisierung von Neuware und Rezyklat aufgrund des separaten Aufschmelzens in zwei Dosierschnecken, soll eine konstantere Verarbeitung des Mahlguts bei gleichzeitiger Erhöhung des Mahlgut-Anteils im Gemisch Neuware-Rezyklat erreicht werden. Die InLine-Messung der Schmelze-Qualität mittels spektraloptischer Analyse als Referenz für die Bauteilqualität wird die Steuerung der Rezyklatdosierung erlauben und damit die oben beschriebenen Hemmnisse eliminieren.

Erste Versuche mit dem neu entwickelten Mischkopf und der speziell für den Spritzguss entwickelten Spektroskopiesonde weisen zum einen die technische Funktionalität des Systems unter den äußerst anspruchsvollen Spritzguss-bedingungen nach und erlauben zum anderen eine optische Differenzierung verschiedener Mischungsverhältnisse von KST-Recyclat und KST-Neuware über den spektral-optischen Fingerabdruck im VIS-Bereich.



Die Korrelation der mechanischen Eigenschaften zum Rezyklatanteil wurde durch Prüfung der mechanischen, viskosen und thermischen Eigenschaften der jeweiligen Prüfteile nachgewiesen.

Projektdaten

Bearbeitung: Prof. Dr.-Ing. C. Bye, B. Sc. S. Kray, Dipl.-Ing. A. Schmitz

Fördersumme PHWT: 221.000,- Euro

Bearbeitungszeitraum: 01.03.2021 – 31.12.2022

Zuwendungsgeber:



CompositeConstruct – Entwicklung von hochintegrativen, modularen Wand- und Dachelementen in Sandwichbauweise aus Faserverbund mit Faseranteil > 50% mit demontierbaren Verbindungselementen zum Aufbau von Lagerhallen innerhalb von 3,5 Tagen

Einleitung

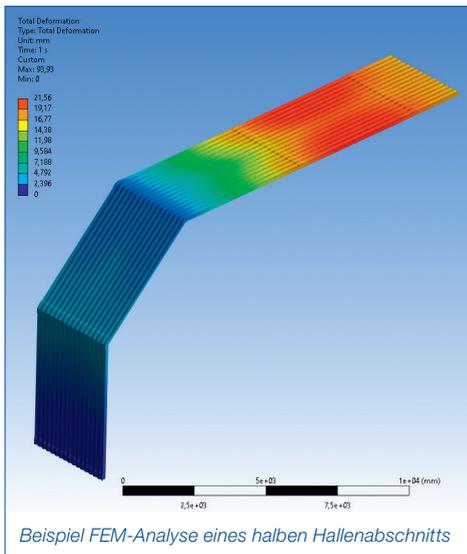
Lagerhallen werden in der Industrie bei der Lagerung von Rohmaterialien als auch Fertigprodukten eingesetzt, wobei das Just-in-Time Prinzip in der Logistik eine immer größere Rolle spielt. Mehr als 7,5 Mrd. € wurden 2019 mit Logistikimmobilien umgesetzt, fünf Jahre zuvor waren es noch 4,2 Mrd. €, dies entspricht einer Steigerung um 80% des Gesamtumsatzes in diesem Zeitraum. Somit bilden Lagerhallen einen stetig wachsenden Markt in der Immobilienbranche. Laut Statista erfolgte in den letzten 17 Jahren eine kontinuierliche, jährliche Steigung des Flächenumsatzes um ca. 310.000 m²/Jahr, welche auf weiteres, zukünftiges Wachstum schließen lässt. Ausgehend von der Unternehmenslandschaft in Deutschland stellen, durch eine vereinfachte Annahme des Marktes, mittelständische Unternehmen mit bis zu 70 Mitarbeitern, die in der industriellen Fertigung oder im Baugewerbe tätig sind, den größten Bedarf an modularen Lagerhallen mit einer Fläche von ca. 500 m². Dieser angestrebte Marktbereich umfasst in Deutschland ca. 560.000 Betriebe. Denkbar wäre auch die Nutzung für Behelfsbauten, in Krisengebieten oder im Katastrophenschutz.

Beschreibung

Aus diesem Grund wurde im November 2022 in Kooperation mit der Firma Elmtech Verbundelemente GmbH das gemeinsame Entwicklungsprojekt »CompositeConstruct« gestartet. Es handelt sich um ein Kooperationsprojekt im Rahmen des Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand – ZIM des Bundes für Forschung und Entwicklung in mittelständischen Unternehmen.

Als Ziel soll ein Hallenkonzept bestehend aus flächigen Sandwichelementen sowie Verbindungselemente in Faserverbundbauweise in modularer Bauweise entwickelt werden. Um das Hallenkonzept für kurzfristige Bedarfsschwankungen interessant werden zu lassen soll das Konzept in 3,5 Tagen montier- bzw. demontierbar sein. Hierzu soll möglichst kein schweres Gerät benötigt werden, was den Leichtbauaspekt des Konzepts in den Fokus rückt. Durch zusätzliche Funktionsintegration soll ein Mehrwert geschaffen werden. Hierzu zählt die Berücksichtigung von Umweltaspekten wie ein hoher Grad an thermischer Isolierung, das Vermeiden von Wärmebrücken durch den Verzicht auf metallische Komponenten, aber auch die direkte oder indirekte Integration von Photovoltaik-Modulen in das Hallenkonzept.

Im ersten Schritt ist dafür ein 3D-Model mittels CAD Software erstellt und mittels FEM-Software unter Berücksichtigung einer ersten Materialauswahl simuliert worden. Ziel ist es mit der Simulation die mechanischen Eigenschaften von Faserverbundwerkstoff-Platten unter Variation diverser Parameter, bspw. des Faseranteils im GFK oder der makroskopischen Strukturierung der Oberflächen, darzustellen, um das benötigte Faservolumen des Faserverbundwerkstoffs, welches im Bereich von >50 % Materialanteil liegen soll, zu ermitteln. Dabei steht vor allem die Gewährleistung der Steifigkeit der Platten durch das Erreichen von definierten Druckfestigkeiten in Längs- und Querrichtung der Fasern, sowie einer definierten Biegefestigkeit mittels Orientierung der unidirektionalen Fasern und Vermeidung von Ondulation zur Bestimmung des Faseranteils als Kriterien für die Statik im Fokus.



Projektdaten

Bearbeitung: Prof. Dr.-Ing. C. Lauter, M.Sc. O.Kruse

Fördersumme PHWT: 220.000,- Euro

Zuwendungsgeber:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie



Aus der aktuellen Forschung

Öffentliche Forschungsaktivitäten mit industriellen Kooperationspartnern

»Composite Schalung« – Entwicklung einer modularen, selbsttragenden, integralen Kunststoff-Schalung mit integrierter Sensorik zur Verlängerung der Lebensdauer von Brücken durch Schutzwirkung und kontinuierliche Zustandsüberwachung um bis zu 20 Jahre

Einleitung

Die Instandsetzung und der Ersatzneubau von Brücken ist eine der wichtigsten Aufgaben im hochverdichteten deutschen Verkehrsnetz. So gehen Schätzungen für Deutschland von einem Gesamtbestand von ca. 120.000 Brücken aus. Davon müssen mehr als 40% in den nächsten Jahren saniert werden. Hintergrund für die umfangreichen Sanierungsarbeiten sind u. a. Belastungen, die zum Zeitpunkt der Planung und des Baus zum Teil nicht vorhersehbar waren, z. B. stark gestiegene Verkehrs- und Achslasten sowie ein intensiver Einsatz von Streusalzen. Einen Lösungsansatz stellen neue Bauweisen auf Basis innovativer Materialien dar, mit denen eine schnellere Realisierung langlebiger Brücken möglich ist.

Beschreibung

Aus diesem Grund wurde Januar 2022 das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie im Rahmen des Zentralen Innovationsprogramms Mittelstand (ZIM) geförderte Kooperationsprojekt »Composite Schalung« gestartet. Die Unternehmen LohrElement und Autmaring Engineering erforschen gemeinsam mit der PHWT – Private Hochschule für Wirtschaft und Technik – bis Ende 2023 ein innovatives Schalungssystem für Beton-Brücken.

Ziel ist die Erforschung des Einsatzes hochbelastbarer Faserverbund-Kunststoffe für Beton-Schalungssysteme. Dafür wird u. a. ein modularer und flexibel einsetzbarer Baukasten für eine selbsttragende, integrale Schalung entwickelt. Eine innovative,



Abb. 1: Darstellung des neuen möglichen Schalungskonzepts (Composite Schalung)

Aus der aktuellen Forschung

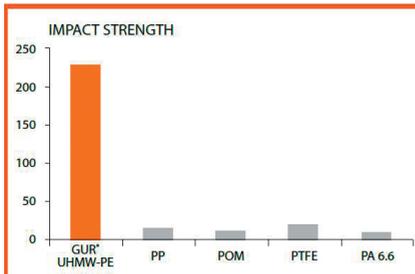
Öffentliche Forschungsaktivitäten mit industriellen Kooperationspartnern

Entwicklung eines Prozesses zur Verarbeitung von ultrahochmolekularem Polyethylen (UHMW-PE) im Spritzgießverfahren

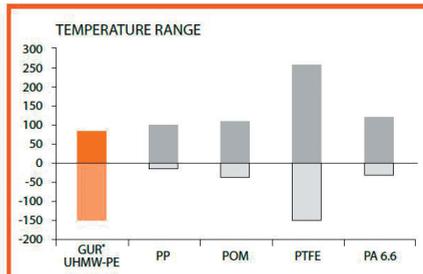
Einleitung

Ultrahochmolekulares Polyethylen (UHMW-PE) zeichnet sich durch hervorragende Eigenschaften aus, die für viele Anwendungen vorteilhaft sind:

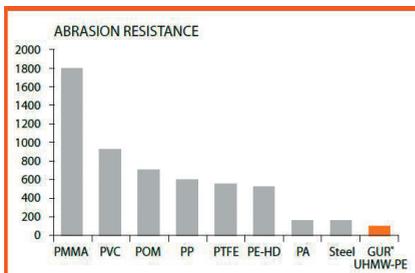
- Hervorragende Kälteschlagzähigkeit
- Sehr gute Gleiteigenschaften
- Sehr hoher Widerstand gegen abrasiven Verschleiß
- Hohe Chemikalienbeständigkeit
- Sehr gute Spannungsrisssbeständigkeit
- Hervorragende Physiologische Verträglichkeit



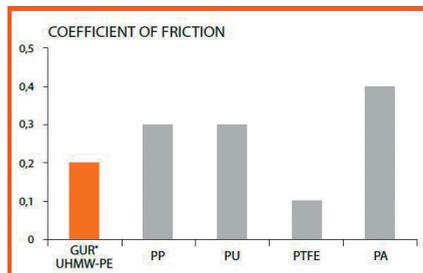
Results of modified „double notched“ Charpy impact test showing amount of energy absorbed by a material at the break point.



Typical operating temperature ranges for a selection of different materials.



Material loss performance relative to GUR® UHMW-PE (=100) for different materials after a defined number of rotations in a sand-water mixture.



GUR® UHMW-PE is an excellent material for sliding applications, possessing self-lubricating properties, particularly in dry sliding movement against metal surfaces.

Eigenschaften von UHMW-PE im Vergleich zu anderen Kunststoffen.

Quelle: GUR UHMW-PE, Produktbroschüre, Celanese 2016]

Allerdings führt das hohe Molekulargewicht auch dazu, dass UHMW-PE bei Erwärmung über die Kristallitschmelztemperatur keine strömungsfähige Schmelze bildet, wie sie für die üblichen thermoplastischen Verarbeitungsverfahren erforderlich ist.

Beschreibung

Daher wird UHMW-PE üblicher Weise zu Platten versintert, aus denen anschließend in spanender Bearbeitung Bauteile gefertigt werden. In besonderen Fällen werden auch direkt Teile im Presssinterverfahren hergestellt. Beide Produktionswege sind mit langen Zykluszeiten, hohen Energieaufwand und insgesamt hohen Fertigungskosten verbunden.

Eine Verarbeitung im Spritzgießverfahren bildet die Ausnahme und ist mit starken Einschränkungen verbunden. Es müssen angepasste Verfahrensweisen entwickelt werden, um das Material reproduzierbar ohne Degradation und Qualitätsverlust im Spritzgießverfahren verarbeiten zu können. In diesem Zusammenhang sind verschiedene fortschrittliche Verfahrensweisen bisher nicht industriell für UHMW-PE umgesetzt.

Aus diesem Grund wurde 2021 unter Projektführung der Firma Burwinkel Kunststoffwerk GmbH ein Projekt zur systematischen Untersuchung verschiedener Verfahrenstechniken lanciert. In Untersuchungen an der PHWT und anschließender seriennaher Produktionserprobung bei Burwinkel werden Verfahrenstechniken bzgl. ihrer Auswirkungen auf Abriebverhalten, Reinigungsfähigkeit der Oberflächen usw. untersucht.

In diesem Zusammenhang wurden an der PHWT auch angepasste Untersuchungsmethoden für die Versuchsbauteile entwickelt, um die Auswirkungen verschiedener Verfahrensweisen systematisch vergleichen zu können.

Projektdaten

Bearbeitung: Prof. Dr.-Ing. Peter Blömer, Dipl.-Ing. Thomas Schröder,
Dipl.-Ing. Carmen Kruse

Fördersumme PHWT: 220.000,- Euro

Bearbeitungszeitraum: 04.2022 – 03.2024

Zuwendungsgeber:



Entwicklung einer Sensorik, Messschaltung und Schnittstelle für ein Wund-Monitor-System WuMS

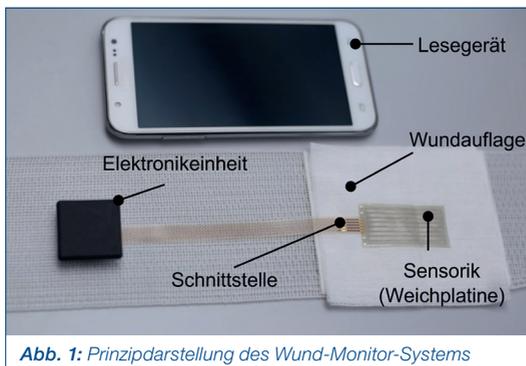
Einleitung

In Deutschland wurden im Jahr 2017 ca. 16,9 Millionen Operationen in Krankenhäusern durchgeführt. Die primär heilenden Wunden, die für die Patienten damit einhergehen, durchlaufen dabei einen speziellen Heilungsprozess. Bei primär heilenden Wunden reichen in der Regel die regenerativen Kräfte des Körpers zu einer zügigen Abheilung der Wunde innerhalb von 10 bis 14 Tagen, wenn es nicht zu unerwünschten Ereignissen kommt. Eine hinreichend zuverlässige Überwachung, bspw. durch eine augenscheinliche Inspektion des Wundzustandes, ist deshalb einer der wichtigsten Aspekte beim Management primär heilender Wunden.

Beschreibung

Ziel des Kooperationsprojektes ist die Entwicklung einer in Wundauflagen integrierten Sensorik zur Messung von Temperatur und Feuchte, um den Wundstatus patientenspezifisch zu überwachen sowie darauf basierend ein Wundüberwachungssystem. Dabei werden innovative Kombinationsansätze einer neuartigen Sensorik und medizintauglichen Auswertungsalgorithmen, basierend auf künstlicher Intelligenz, entwickelt, die eine neuartige Wundüberwachung ermöglichen.

Die Innovation liegt in der quasi kontinuierlichen Überwachung des Zustandes der Wunde ohne Verbandwechsel anhand einer neuartigen funktionalisierten und personalisierten Wundauflage, die dabei hilft die Anzahl von Verbandwechseln zu reduzieren. Dadurch wird das Infektionsrisiko reduziert und es werden Hausärzte, Krankenschwestern und Pflegepersonal erheblich unterstützt sowie die Belastung der Patienten verringert, da Komplikationen frühzeitig erkannt und behandelt werden.



Im Rahmen der Projektbearbeitung konnte in mehreren Versuchen nachgewiesen werden, dass eine Temperaturerhöhung wie sie durch eine entzündete Wunde entstehen könnte und auch ein Feuchtigkeitsaustritt anhand der Messsignale erkennbar ist. Im Vergleich zu den Versuchen an den technischen Modellen zeigt sich allerdings eine deutliche Dämpfung der Messsignale.

Im Rahmen der Projektbearbeitung konnte in mehreren Versuchen mit dem Demonstrator (Abb. 2) an Probanden nachgewiesen werden, dass eine Temperaturerhöhung wie sie durch eine entzündete Wunde entstehen könnte und auch ein Feuchtigkeitsaustritt anhand der Messsignale erkennbar ist. Im Vergleich zu den Versuchen an den technischen Wund-Modellen zeigt sich allerdings eine deutliche Dämpfung der Messsignale. Die Dämpfung der Signalwerte wird vermutlich dadurch verursacht, dass die Verbandmaterialien zum einen durch ihre wärmeisolierende Wirkung Temperaturänderungen auf der Hautoberfläche nur langsam an die Sensorstruktur weitergeben. Zum anderen wird eintretende Flüssigkeit zu einem Großteil von der Wundauflage aufgesogen und verteilt sich innerhalb dieser über einen großen Bereich.



Abb. 2: Demonstrator eines Wund-Monitor-Systems
(Sensorik und Elektronikeinheit)

Es ist notwendig, dass Zeitverhalten der Messsignale besser zu verstehen. Für fundierte Aussagen zur Messempfindlichkeit und Störanfälligkeit des Systems an Probanden sowie Patienten muss die messtechnische Erprobung außerdem auf den Umfang einer klinischen Studie ausgeweitet werden.

Projektdaten

Bearbeitung: Prof. Dr. K. Zirk, M. Sc. P. Dummeier

Fördersumme PHWT: 190.000,- Euro

Bearbeitungszeitraum: 01.04.2020 – 31.07.2022

Zuwendungsgeber:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie



Aus der aktuellen Forschung

Projekte zum Auf- und Ausbau der Infrastruktur

Digital OrbIT

5G, Virtual und Augmented Reality in der digitalen Bildung



Einleitung

Das Thema Digitalisierung ist in vielen Industriesektoren ein zentraler Erfolgsfaktor geworden, dessen Bedeutung immer weiter steigen wird. Mit den dadurch einhergehenden Technologien wie z. B. 5G, Virtual (VR) oder Augmented Reality (AR) lassen sich Produkte und Prozesse verbessern oder der Kundennutzen steigern, aber auch völlig neue Geschäftsmodelle entwickeln. Die Digitalisierung ist bereits heute ein essentieller und vor allem kritischer Baustein für alle kleinen und mittleren Unternehmen, um zukünftig im internationalen Wettbewerb erfolgreich sein zu können.

Beschreibung

Im Rahmen des vom Land Niedersachsen geförderten Projekts forscht die PHWT gemeinsam mit der Wirtschaftsförderung im Landkreis Harburg (WLH) u. a. zum Einsatz von Technologien wie Virtual oder Augmented Reality in der digitalen Bildung. An der Schnittstelle von Theorie zu Praxis sollen Schulungs- und Weiterbildungsangebote ebenso wie neue Geschäftsmodelle entwickelt werden. Diese greifen konkrete Bedarfe und Anwendungsfälle insbesondere aus kleinen und mittleren Unternehmen auf und versetzen diese in die Lage, ihr Angebotsportfolio sukzessive um Lösungen auf Basis digitaler Technologien wie 5G zu erweitern beziehungsweise ihre Produkte und Prozesse innovativer und effizienter zu gestalten. Der Anwendungsfokus des Hubs liegt dabei z. B. auf dem Maschinen- und Anlagenbau sowie dem Leichtbau. Ferner sollen Themen wie mobile 5G-spezifische Anwendungen, z. B. in der Landwirtschaft und Bauindustrie, adressiert werden.

Der Digital OrbIT verfügt über zwei Satellitenstandorte in Diepholz und in Buchholz. Dort werden aktuell Demonstrations- und Anwendungszentren für digitale Technologien in der industriellen Praxis, zum Beispiel Virtual und Augmented Reality errichtet. Diese werden genutzt, um konkrete Anwendungsfälle von KMU zu erforschen, zu simulieren und zu visualisieren. Für die Aktivitäten steht eine umfangreiche Ausstattung bereit, zum Beispiel verschiedene Analysemethoden, Prüf- und Fertigungsverfahren oder VR/AR-Equipment.



Neben der Durchführung einer Workshop-Reihe, bei der die Technologien erlebt werden können, konnten bereits erste Kooperationspartner für gemeinsame Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten gewonnen werden.

Projektdaten

Bearbeitung: Prof. Dr.-Ing. C. Lauter (Leitung), Prof. Dr.-Ing. U. May,
Dipl.-Ing. O. Berendes

Projektbudget: 225.000,- Euro

Bearbeitungszeitraum: 25.05.2022 – 31.12.2023

Zuwendungsgeber: Land Niedersachsen



83 %



Private
Kofinanzierung

17 %

Aus der aktuellen Forschung

Projekte zum Auf- und Ausbau der Infrastruktur

Ausstattung des Zentrums für angewandte Simulationstechnik (ZAS) am Standort Diepholz zur Durchführung angewandter Forschungsvorhaben

Einleitung

Die Computersimulation ist vor allem aus Zeit- und Kostengründen sowie fallweise aus Mangel an prüffähigen Produkten bzw. Komponenten für die Produktentwicklung unverzichtbar. Es darf erwartet werden, dass sich nicht zuletzt wegen der Digitalisierung der Einsatz von Simulationstechniken immer mehr verstärken wird. Dies gilt umso mehr, wo Produkt- und Funktionskomplexität ansteigen und technische Machbarkeitsgrenzen erreicht werden sollen. Durch überwiegend experimentelle bzw. empirische Verfahren ist das nicht möglich, da der Aufwand hierfür unverhältnismäßig hoch wäre.

Beschreibung

Das Ziel des Projektes ZAS ist die Ausweitung der Forschungskapazitäten an der PHWT auf dem Gebiet der Computersimulationen im Rahmen eines Zentrums für angewandte Simulation (ZAS). Damit werden auf dem Gebiet der Computersimulation Kompetenzen aufgebaut und ausgeweitet die dann, im Rahmen der computergestützten Produktentwicklung, den KMU und Handwerksbetrieben der Region zugänglich gemacht werden.

Im Zentrum des Aufbaus stehen damit die folgenden Fragestellungen, die in drei theoretische Laborräume aufgeteilt sind:

1. Laborraum 1: Numerische Simulationsumgebung I

Hier geht es um die Entwicklung von Methoden zur Systemsimulation auf parallelen Rechnerarchitekturen. Im Fokus des Laborraum 1 steht insbesondere die zu beschaffende Hardware zur Systemsimulation.

2. Laborraum 2: Numerische Simulationsumgebung II

Ergänzend zum Laborraum 1 steht auch im Laborraum 2 die Entwicklung von Methoden zur Systemsimulation auf parallelen Rechnerarchitekturen im Fokus. Ergänzend zum Laborraum 1 steht insbesondere die zu beschaffende Software zur Systemsimulation im Mittelpunkt.

3. Laborraum 3: Statische und dynamische Analyse von Mikrosystemen mit Validierung

Auch bei der Arbeit im Laborraum 3 wird auf die Hard- und Software aus den Laborräumen 1 und 2 zurückgegriffen, alle Simulationsfragestellungen werden mit der Hard- und Software aus den Laborräumen bearbeitet.

Ergänzend stehen im Laborraum 3 zwei Fragestellungen im Fokus:

3.i. Validierung – experimentelle Validierung durch Prüfeinrichtungen

3.ii. Virtual Reality

Die Beschaffung und Inbetriebnahme der Hard- und Software wurde im Jahr 2022 abgeschlossen. Die ersten kooperativen Forschungsprojekte werden aktuell bearbeitet. Es konnten durch die Beschaffung und den Aufbau des ZAS neue Forschungspartner gewonnen werden.



Projektdaten

Bearbeitung: Prof. Dr.-Ing. U. May (Projektleitung), Prof. Dr.-Ing. P. Junglas (HPC),

Prof. Dr.-Ing. C. Lauter (Test-Equip.), Dipl.-Ing. O. Berendes (Virt. Reality)

Fördersumme: 653.085,62 Euro

Bearbeitungszeitraum: 01.04.2020 – 30.06.2022

Zuwendungsgeber:



50 %



50 %

Aus der aktuellen Forschung

Projekte zum Auf- und Ausbau der Infrastruktur

Erweiterung des Zentrums für Werkstoffe und Technik um die Forschungsbereiche »Mikroplastikanalyse« und »Kunststoffrecycling« (»ZWT 2.0«)

Einleitung

Mikroplastikpartikel sind überall in der Umwelt nachweisbar. Verbraucher müssen sich darauf verlassen können, dass Lebensmittel so gering wie möglich mit Mikroplastik kontaminiert sind. Es muss also das Ziel sein, Wege zu finden, möglichst früh Quellen von Verunreinigungen zu erkennen und diese zu minimieren. Hier greift das Arbeitsfeld Mikroplastikanalyse im ZWT, in dem den Lebensmittelerzeugern und der Verpackungsindustrie Hilfestellung gegeben wird, die Kontamination von Lebensmitteln mit Mikroplastik während der Verarbeitung und Verpackung zu minimieren.

Sinnvolles und wertschöpfendes Kunststoffrecycling ist eine der großen Zukunftsaufgaben für die Entsorgungs- und Recyclingwirtschaft. Von den im Jahr 2018 entstandenen 29,1 Millionen Tonnen – auf dem europäischen Recyclingmarkt gesammeltem – Kunststoffabfall wurden 42,6 % thermisch verwertet und ca. 25 % auf Deponien eingelagert. Um die zur Verfügung stehenden Mengen an Kunststoffabfall wieder in den Kunststoffkreislauf zurückzuführen, wird das Forschungsfeld Kunststoffrecycling an der PHWT ausgebaut, hierzu wird zur Materialaufwertung die Compoundiertechnologie aufgebaut.

Beschreibung

Das Ziel des Projektes ist es, die FuE-Kapazitäten der PHWT durch das Projekt ZWT 2.0 zu stärken und auszuweiten. Die Ausgestaltung der Labore leitet sich hierbei von den fachlichen Kompetenzen der Professoren der PHWT ab und ist gleichzeitig ausgerichtet auf aktuelle Forschungsthemen und Entwicklungsfragestellungen der regionalen Firmen.

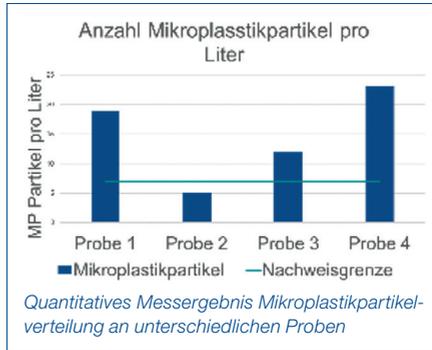
Zwei zusätzliche Kompetenzbereiche werden hierzu auf- bzw. ausgebaut:

1. Aufbau eines Reinraumlabor der ISO-Klasse 5 zur Mikroplastikanalyse
2. Aufbau eines Labors zum Kunststoffrecycling auf Basis der Verwendung eines Zweischnellenextruder zum Compoundieren

Durch das Projekt ZWT 2.0 konnte im Jahr 2021 im neuen PHWT-Gebäude »Forum Technik« der Reinraum aufgebaut und in Betrieb genommen werden, die nachfolgende Abbildung zeigt Mitarbeiter der PHWT bei der Mikroplastikanalyse im neu aufgebauten Reinraum der ISO-Klasse 5 sowie das Ergebnis der Untersuchungen anhand eines Diagrammes zur quantitativen Mikroplastikverteilung in unterschiedlichen Proben.



Mitarbeiter der PHWT im neugeschaffenen Reinraum



Nach einer intensiven Marktrecherche wurde der Zweisnuckenextruder BluePower der Fa. KraussMaffei als Lösung für die Aufgabenstellungen im Bereich der Compounding identifiziert und im Jahr 2021 am PHWT-Standort Diepholz aufgebaut. Die Abbildung unten zeigt den Extruder in der Übersicht und in der realen Umsetzung im ZWT. Oberhalb vom Extruder ist die Dosierbühne zur Materialversorgung zu erkennen.



Projektdaten

Bearbeitung: Prof. Dr.-Ing. C. Bye (Projektleitung), Prof. Dr.-Ing. P. Blömer (Extruder), Dipl.-Ing. A. Schmitz (Reinraum), M. Eng. E.-E. Bratge (Reinraum)

Fördersumme PHWT: 885.324,30 Euro

Bearbeitungszeitraum: 01.04.2020 – 30.06.2022

Zuwendungsgeber:



50 %

Aus der aktuellen Forschung

Projekte zum Auf- und Ausbau der Infrastruktur

Beschaffung eines Rotationsrheometers – ZWT 3.0

Einleitung

In der Polymeranalytik des ZWT stehen für rheologische Untersuchungen bereits ein Prüfgerät für den Schmelzeindex (MFR) und ein Hochdruckkapillarrheometer (HDKR) zur Verfügung, die in Forschung und Lehre verwendet werden. Als Ergänzung hierzu wird ein Rotationsrheometer beschafft, das insbesondere im Zusammenhang mit dem Thermoplastrecycling eingesetzt werden soll.

Beschreibung

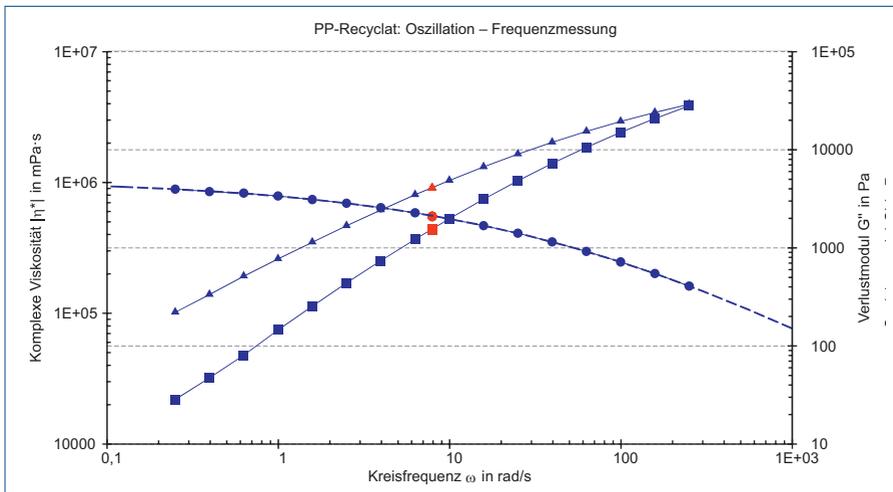
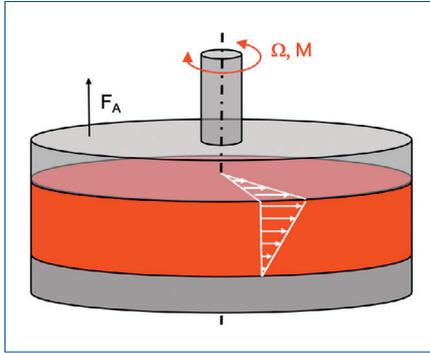
Anders als bei MFR und HDKR können mit Rotationsrheometern verschiedene Versuchsmethoden durchgeführt werden, die detaillierte Rückschlüsse auf das viskoelastische Verhalten von Polymerschmelzen erlauben. Neben der Bestimmung von Speicher- und Verlustmodulen in oszillatorischer Messung kann eine Vielzahl weiterer Untersuchungen durchgeführt werden. Für die aktuelle Forschung an der PHWT sind insbesondere folgende Versuchsarten von besonderer Bedeutung:

- Spanversuche und/oder oszillatorische Messung zur Ermittlung von Relaxationszeitspektren und daraus abgeleitetem Molekulargewichtsspektrum.
- Ermittlung von Normalspannungsdifferenzen.
- Langzeitmessungen zur Ermittlung von Degradation.
- Kopplung der rheologischen Messung mit spektroskopischen Untersuchungen während der Messung.

Diese Versuche ermöglichen eine detaillierte Charakterisierung von Thermoplasten und Rezyklaten und deren Veränderung in Verarbeitung, Gebrauch und Recycling. Darüber hinaus sind Rotationsrheometer auch für reagierende Systeme die Messmethode der Wahl.

Stand der Bearbeitung

Es wurde ein Antrag bei der NBank zur Förderung des Projektes aus EFRE Mitteln genehmigt. Es wurde ein ausführlicher Vergleich von Geräten verschiedener Hersteller durchgeführt und die Beschaffung ausgelöst. Ziel ist die Inbetriebnahme des Rheometers in Q1/2023.



Projektdaten

Bearbeitung: Prof. Dr.-Ing. P. Blömer

Fördersumme: 99.155,86 Euro

Bearbeitungszeitraum: 01.10.2022 – 31.03.2023

Zuwendungsgeber:



50 %



Private
Kofinanzierung

50 %

Analyse von Mikroplastik und polymeren Spalt- bzw. Abbauprodukten in wässrigen Medien

Einleitung

Die Verschmutzung unserer Umwelt unter anderem mit Kunststoffen ist immer offensichtlicher, dennoch ist ein Großteil dieser Verschmutzung nicht mit bloßem Auge erkennbar, da es sich um Mikroplastik handelt. Auch in Lebensmitteln konnte bereits Mikroplastik nachgewiesen werden. Es ist allerdings nicht bekannt in welchen Mengen wir Mikroplastik konsumieren und welche Auswirkungen es möglicherweise auf unseren Organismus hat. Um dem massiven Einfluss von Kunststoffen auf die Umwelt entgegenzutreten werden verstärkt Recyclingmaterialien verwendet, was auch durch gesetzliche Vorgaben wie Recyclingquoten gefordert wird.

Beschreibung

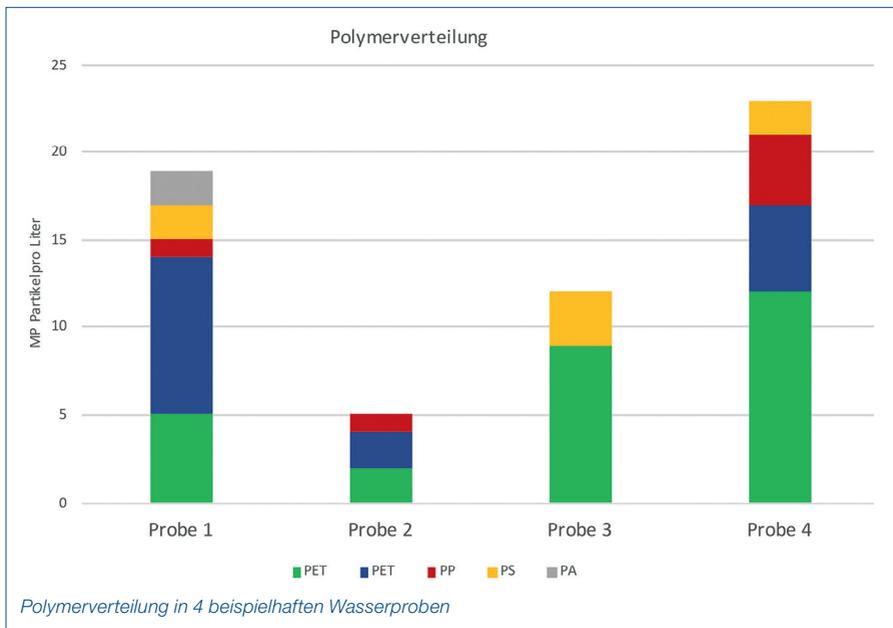
Das Vorkommen von Mikroplastik in der Umwelt ist bereits seit den 1970er Jahren bekannt und seit Anfang des Jahrtausends wird dieses Thema erforscht. Dennoch gibt es bisher noch keine einheitliche Definition für den Begriff Mikroplastik oder Verfahren zur Probenvorbereitung und -analyse. Gebräuchlich ist die Definition von Partikeln und Fasern aus Kunststoff im Größenbereich 1 µm bis 5 mm. Hieraus ergibt sich, dass unterschiedliche Analyseverfahren und analysierte Größenbereiche ausgewählt wurden. Die Ergebnisse von bisherigen Untersuchungen variieren auch deshalb stark. Hinzu kommt, dass teilweise nicht bzw. nur unzureichend auf die Vermeidung einer Fremdkontamination der Proben geachtet wurde.

Neben Umweltproben werden vor allem Nahrungsmittel auf Mikroplastik untersucht. Hierbei werden auf der einen Seite unterschiedliche Nahrungsmittel untersucht um die Gesamtmenge von konsumiertem Mikroplastik abschätzen zu können. Auf der anderen Seite ist es wichtig zu erforschen, auf welchen Wegen Mikroplastik in Nahrung gelangt. Bei tierischen Produkten wie z. B. Fisch gelangen die Partikel überwiegend durch die Nahrung der Tiere in das Lebensmittel. Bei Produkten wie Mineralwasser scheidet dieser Eintragungspfad aus. Hier stellen der Verarbeitungsprozess sowie die Verpackung mögliche Quellen für Mikroplastik dar.

Neben dem Abfüllprozess von Mineralwasser wird in diesem Vorhaben untersucht, welchen Einfluss das Verpackungsmaterial auf den Gehalt von Mikroplastik hat. Da Getränke verstärkt in Flaschen aus recyceltem PET abgefüllt werden, ist es wichtig zu untersuchen, ob sich hierdurch die Menge an Mikroplastik im Endprodukt erhöht.

Zudem ergibt sich hieraus die Frage, ob sich diese Verpackungen identisch verhalten, wenn sie in die Umwelt gelangen. Die Bildung von Mikroplastik, sowie Abbauprodukten könnte sich unterscheiden.

Die Probenvorbereitung für die Mikroplastikanalysen findet in einer Reinraumwerkbank der ISO Klasse 3 statt. Diese befindet sich in einem Reinraum der ISO Klasse 5, in dem auch die Analysen der Proben durchgeführt werden. Dies dient der Vermeidung von Fremdkontamination. Die Analytik selbst erfolgt durch eine automatische Bestimmung von Partikelanzahl und -größe durch eine Bildauswertung, sowie Mikro-Ramanspektroskopie zur Aufklärung der Materialien.



Rahmendaten zum Promotionsvorhaben

Promovendin: M. Eng. E. E. Bratge

Betreuung: Prof. Dr.-Ing. C. Bye (PHWT), Prof. Dr.-Ing. H.-J. Endre

(Institut für Kunststoff- und Kreislauftechnik Leibniz Universität Hannover)

Stipendienggeber:



Ökobilanzierung von Kunststoffverarbeitungsprozessen am Beispiel der Nutzung von Spritzgießmaschinen

Einleitung

Energieeinsparungen haben sich von einem Randaspekt betrieblicher Optimierungsmaßnahmen zum Hauptaugenmerk ganzer Industriezweige und inzwischen zur existenziellen Notwendigkeit entwickelt. Neben rein wirtschaftlichen Effizienzinteressen gilt es zudem, gesetzliche Vorgaben im Hinblick auf definierte Umweltziele einzuhalten. Unter all den verarbeitenden Industriezweigen sticht die Kunststoffindustrie dabei als eine der energieintensivsten heraus. Insbesondere das in der Serienfertigung eingesetzte Spritzgießverfahren ist mit einem Anteil von 48 % an der gesamten Kunststoffverarbeitungsindustrie der Haupttreiber dieser Energieentwicklung. Dementsprechend besteht die Notwendigkeit dieses Verfahren auch vor dem Hintergrund seiner Umweltauswirkungen zu betrachten.

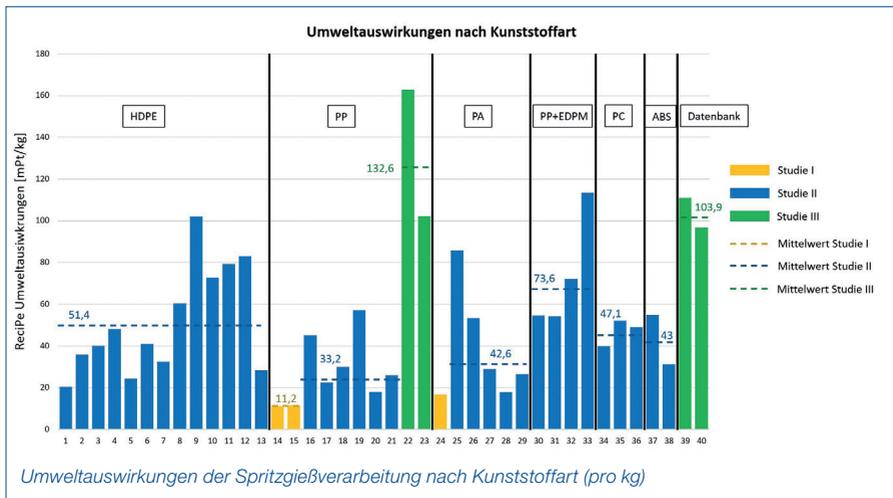
Beschreibung

Bereits seit Anfang dieses Jahrhunderts sind Effizienzmaßnahmen ausgearbeitet und im Rahmen neuer Generationen von Spritzgießmaschinen umgesetzt worden. Zur Beschreibung der Maschinenoptimierung wurde als Vergleichsgröße für Spritzgießmaschinen der sogenannte spezifische Energieverbrauch eingeführt, welcher es ermöglicht, alle am Spritzgießprozess beteiligten Aggregate und deren Verbrauch auf den verarbeiteten Kunststoff zu beziehen – Einheit in kWh/kg. Bis heute konnte bereits aufgezeigt werden, dass Energieeinsparungen von 50–60 % bei voll-elektrisch bzw. hybrid betriebenen Spritzgießmaschinen gegenüber der rein hydraulischen Antriebsvariante möglich sind.

Neben der reinen Energieeffizienzbetrachtung ist mit der Zunahme einer ökologischen Produkt- und Prozessbilanzierung auch die Beschreibung der Umweltauswirkungen in den Fokus der Kunststoffindustrie gerückt. Ein systematischer Ansatz, die Umweltauswirkungen von Produkten, Prozessen und Dienstleistungen zu analysieren und zu bewerten, ist das Life Cycle Assessment (LCA) – zu Deutsch: Ökobilanzierung. Die Auswirkungen werden hierbei nicht länger nur in der Produktions- oder Nutzungsphase untersucht, sondern über den gesamten Lebenszyklus hinweg. Somit werden die einzelnen Prozesse eines Produktsystems inkludiert, um die Stoff- sowie Energieströme quantifizieren und untersuchen zu können. Im Anschluss wird eine Beurteilung der Umweltauswirkungen (beispielsweise in CO₂-Äquivalenten) vorgenommen. Die Vorgehensweise zur Ökobilanzierung ist über die Normen DIN EN ISO 14040 sowie DIN EN ISO 14044 standardisiert.

Im Zuge der Vorbereitung eigener Energiemessungen an Kunststoffverarbeitungs-
maschinen, wurde der aktuelle Stand der Technik zusammengetragen. Die nach-
folgende Abbildung zeigt einen Teil der dabei ermittelten Ergebnisse. Dafür wird
nach sechs Materialien sowie den Mittelwert-Angaben aus einer Materialdatenbank
unterschieden, deren Ergebnisse im Rahmen dreier Studien auf unterschiedlichen
Spritzgießmaschinen und mit abweichenden Bilanzierungsgrenzen ermittelt wurden.

Quantifiziert werden die Ergebnisse mit Hilfe der sog. ReCiPe-Methode, welche die
ökologischen Wirkungskategorien (CO₂-Fußabdruck, Wassernutzung, Ökotoxizität,
usw.) in die drei Endpunktkategorien: Schaden am Ökosystem, am Menschen und an
der Ressourcenverfügbarkeit zusammenfasst. Anschließend wird das Ergebnis auf
die Endpunktauswirkungen eines durchschnittlichen Menschen im Zeitraum eines
Jahres bezogen, welche als ein Punkt (1 Pt) definiert werden.



Rahmendaten zum Promotionsvorhaben

Promovend: M. Sc. S. Kerkenberg

Betreuung: Prof. Dr.-Ing. C. Bye (PHWT), Prof. Dr.-Ing. H.-J. Endres

(Institut für Kunststoff- und Kreislauftechnik Leibniz Universität Hannover)

Stipendienggeber:

Egon
Schumacher
Stiftung



Baral, A.: **Rotierende elektrische Maschinen**. In: Jahrbuch Elektromaschinen und Antriebe 2023, Herausgeber: Behrens, P., Hüthig Verlag, S. 77–109, 2022

Bye, C.: **Fügen durch Umformen**. In: Fertigungstechnik, Hg. Fritz, A.-H.; Schmütz, J. 13. Auflage, Springer-Vieweg Verlag, Kapitel 5.10, 2022

Dummeier, P., Kemper, M., Kolhoff, C., Olze, M., Pöttschke, H., Zirk, K.-U.: **FEM-assisted design of multi-purpose printed-circuit sensor structures**. Fachvortrag auf der ACTUATOR Conference 2022, Mannheim, Germany, VDE, 2022

Dummeier, P., Pöttschke, H., Zirk, K.-U.: **A New Simple Method for Detecting Biofilms Using Heatable Capacitive Sensor Structures (CSS)**. Fachvortrag auf der ACTUATOR Conference 2022, Mannheim, Germany, VDE, 2022

Jammer, D., Junglas P., Pawletta S., Pawletta, T.: **A Simulator for NSA-DEVS in Matlab**. Proc. ASIM SST, 26. Symposium Simulationstechnik, 2022 – Fachvortrag und Tagungsbeitrag

Jammer, D., Junglas P., Pawletta S., Pawletta, T.: **Implementing Standard Examples with NSA-DEVS**. Simulation Notes Europe, 2022

Jammer, D., Junglas, P., Pawletta, S.: **Solving ARGESIM Benchmark CP2 'Parallel and Distributed Simulation' with Open MPI/GSL and Matlab PCT – Monte Carlo and PDE Case Studies**. SNE Simulation Notes Europe, 2022

Junglas, P., Schmedes, L.: **Discrete event-based modeling of conveyors for dry bulk material**. Proc. ASIM SST, 26. Symposium Simulationstechnik, 2022 – Fachvortrag und Tagungsbeitrag

Junglas, P.: **System Dynamics using Modelica**. Fachvortrag auf dem 26. Symposium Simulationstechnik, TU Wien, ASIM, 2022

Kaur, S., Meiners, N., Verma, V.C.: **Destination Selection by Aging Travelers – A Literature Review**. Revista Quaestio Iuris, Vol. 15 (Special Issue), Rio de Janeiro, Brazil: Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2022

Kemper, M., Kolhoff, C., Pöttschke, H., Zirk, K.-U.: **A New Method to Monitoring the Curing of Filler Educts in Fibre Composites**. Fachvortrag auf der ACTUATOR Conference, VDE, Mannheim, Germany, 2022

Khair, N., Meiners, N., Verma, V.C.: **The Effect of Aging Consumers' Characteristics on Store Selection and Food Shopping: A Review**. Asia-Pacific Social Science Review (APSSR), Vol. 22, No. 1, Manila, Philippines: DLSU Publishing House, pp. 24–34, 2022

Kleine, T., Meiners, N., Reucher, E.: **Efficiency analysis by means of Data Envelopment Analysis (DEA) using the example of players of the 1. Bundesliga (German Soccer League)**. Sciamus – Sport und Management, Vol. 12, No. 1, Döhlau, Germany: Sciamus Verlag, pp. 1–28, 2022

Kleine, T., Meiners, N., Reucher, E., Robbenmenke, L.: **Efficiency evaluation of employment agencies by means of Data Envelopment Analysis (DEA)**. Sozialer Fortschritt – German Review of Social Policy, Vol. 71, No. 2, Berlin, Germany: Duncker & Humblot, pp. 119–137, 2022

Meiners, N.: **Consumer (Non) Complaint Behavior – An Empirical Analysis of Senior Consumers in Germany**. Journal of Consumer Satisfaction, Dissatisfaction and Complaint Behavior (CS/D&CB), Vol. 35, Conference Proceedings, Fargo, North Dakota, USA: CS/D&CB Inc, p. 2, 2022 – Fachvortrag und Tagungsbeitrag

Meiners, N.: **The Silent Mass: (Dis)Satisfaction and Complaint Behavior of Senior Consumers**. Fachvortrag auf der International Guest Lecture, Siddharth University, Uttar Pradesh, India, 2022

Meiners, N., Reucher, E., Robbenmenke, L.: **Wie effizient arbeiten Forstbetriebe?** AFZ – Der Wald, Vol. 77, No. 17, München, Germany: DLV Verlag, pp. 33-35, 2022

Pötzschke, H., Zirk, K.-U.: **Monitoring of Surgical Wounds with Purely Textile, Measuring Wound Pads – II. Detection of Bacterial Inflammation by Measurement of Wound Temperature**. The Open Biomedical Engineering Volume 18, 2022

Pötzschke, H., Zirk, K.-U.: **Monitoring of Surgical Wounds with Purely Textile, Measuring Wound Pads–III: Detection of Bleeding or Seroma Discharge by the Measurement of Wound Weeping**. Textiles 2022,2, S. 546-559, 2022

Pötzschke, H., Zirk, K.-U.: **Monitoring of Surgical Wounds with Purely Textile, Measuring Wound Pads – I. The Concept, and Technical Wound Models for Wound Pad Testing with Performance**. The Open Biomedical Engineering Volume 16, 2022

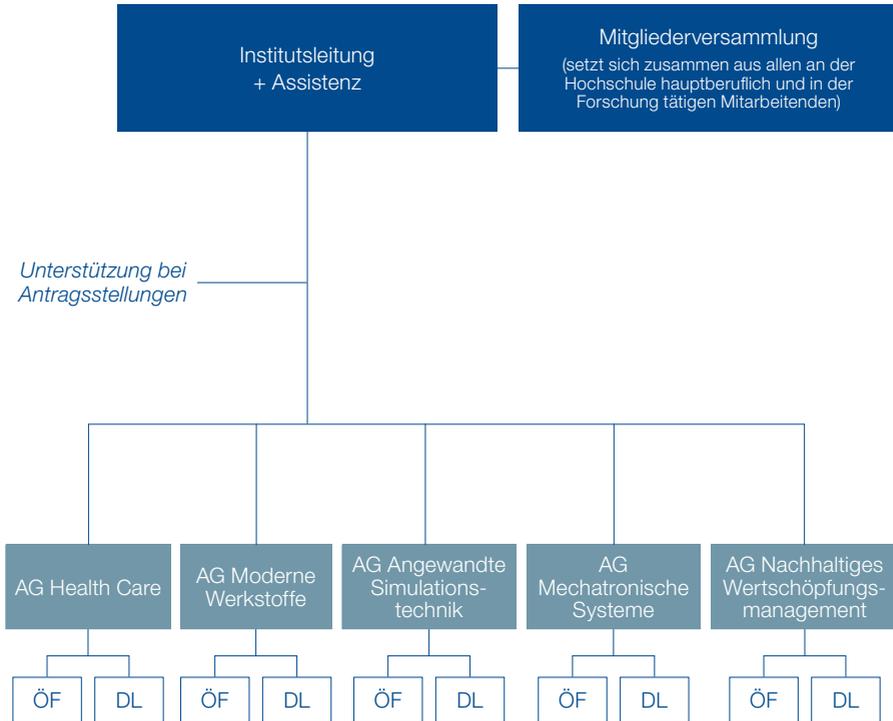
Zirk, K.-U., Olze, M., Pötzschke, H., : **A Simple Method for the Detection of Biofilms Using a Heatable Capacitive Sensor Structure (CSS): Description, Proof of Concept, and Some Technical Improvements**. MDPI sensors, 2022

Prof. Dr.-Ing. Andreas Baral, baral@phwt.de
Dipl.-Ing. Oliver Berendes, berendes@phwt.de
Prof. Dr.-Ing. Peter Blömer, pbloemer@phwt.de
M.Eng. Emma-Elena Bratge, bratge@phwt.de
Prof. Dr.-Ing. Carsten Bye, bye@phwt.de
Dipl.-Ing. Michael Düvel, duevel@phwt.de
Prof. Dr. Peter Junglas, junglas@phwt.de
Prof. Dr.-Ing. Markus Kemper, kemper@phwt.de
M.Sc. Stefan Kerkenberg, kerkenberg@phwt.de
M.Sc. Sören Kray, kray@phwt.de
Dipl. Ing. Carmen Kruse, ckruse@phwt.de
M.Sc. Oliver Kruse, o.kruse@phwt.de
Prof. Dr.-Ing. Christian Lauter, lauter@phwt.de
Prof. Dr. Norbert Meiners, meiners@phwt.de
Prof. Dr. Elmar Reucher, reucher@phwt.de
Dipl. Ing. Jost Schlamann, schlamann@phwt.de
Dipl. Ing. Antje Schmitz, schmitz@phwt.de
Dipl. Ing. Thomas Schröder, schroeder@phwt.de
M.Sc. Zhikun Yang, yang@phwt.de
Prof. Dr. Kai-Uwe Zirk, zirk@phwt.de



Weitere Informationen zu den Mitarbeitern im PHWT-Institut finden Sie auf der Homepage der PHWT unter <https://www.phwt.de/lehrende-mitarbeitende/>

Organigramm des PHWT-Instituts



ÖF = Öffentliche Forschungsprojekte DL = Bilaterale Dienstleistung

**Private Hochschule
für Wirtschaft und Technik
Vechta/Diepholz**
PHWT-INSTITUT

Ann-Christin Bajohr
Assistenz der Institutsleitung
Am Campus 3
49356 Diepholz
Tel. 05441 992-156
bajohr@phwt.de